ГОДИШНИК

НА ТЕХНИЧЕСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ

във Варна

том I

ВАРНА
2009

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

Председател: *доц. д-р инж. Слава Харизанова*

доц.д-р инж. Димитър Кънев
доц. д-р инж. Андрей Андреев
доц. д-р инж. Огнян Железов
доц. д-р инж. Кирил Георгиев
доц. д-р инж. Павлина Тотева
доц. д-р инж. Варвара Веселинова
препод. Валя Мавродиева
Секретар: *мат. инж. Снежина Иванова*

Издател: Технически университет-Варна
ISSN:1311- 896X

УВАЖАЕМИ, ЧИТАТЕЛИ!

И през изтеклата 2009 година академичният състав на Технически университет –Варна развиваше активна научна дейност. Продължи разработването на присъщата за университета тематика в активно-развиваните области на научното познание.

Постигнатите резултати и изводи на научната ни мисъл са поместени в настоящия сборник. Апробацията им ще позволи формиране, на така нужната на всеки автор, оценка и признание за научния труд.

Бих искал, да благодаря на авторите за творческата им активност и да им пожелая нови успехи на попрището на науката.

РЕКТОР НА ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА: .....

декември, 2009 г.
Варна

« доц. д-р инж. О.А. Фархи»

ТОМ I

ТРИФАЗЕН АВТОНОМЕН ИНВЕРТОР НА НАПРЕЖЕНИЕ ЗА ЧЕСТОТНО УПРАВЛЕНИЕ НА АСИНХРОННИ ЕЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ
THREE-PHASE STEP INVERTER FOR FREQUENCY CONTROL OF INDUCTION MOTORS
Ц. Тодоров **3**

ИЗСЛЕДВАНЕ ПАРАМЕТРИЧНАТА ЧУВСТВИТЕЛНОСТ НА ОЦЕНИТЕЛИ НА СКОРОСТТА И ПОТОКОСЦЕПЛЕНИЕТО ЗА СИСТЕМИТЕ С БЕЗСЕНЗОРНО ВЕКТОРНО УПРАВЛЕНИЕ НА АСИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ
THE DIGITAL VIDEO BROADCASTING TRANSITION - CHALLENGES AND PROBLEMS
Е. Маринов, Ж. Жеков, Ц. Тодоров **8**

МИКРОЛЕНТОВИ КЪСИ АНТЕНИ С ОБРАТНО ИЗЛЪЧВАНЕ
MICROSTRIP SHORT BACKFIRE ANTENNAS
Г. Ц. Червенков, Г. С. Киров **14**

НЯКОИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ШИРОКОДИАПАЗОННИ МИКРОЛЕНТОВИ АНТЕНИ С ПРОЦЕПНО ВЪЗБУЖДАНЕ С КРЪГОВА ПОЛЯРИЗАЦИЯ
SOME STUDIES OF CIRCULARLY POLARIZED BROADBAND APERTURE COUPLED MICROSTRIP ANTENNAS
Г.С. Киров, Д.П. Михайлова, А.А.-Рахман **20**

ЦИФРОВА ОБРАБОТКА С УЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗУВАНИЕ НА ХААР ЗА РАЗПОЗНАВАНЕ НА РАДИОЛОКАЦИОННИ И ТЕЛЕВИЗИОННИ ИЗОБРАЖЕНИЯ
DIGITAL PROCESSING WITH HAAR WAVELET TRANSFORMATION IN RADIOLOCATION AND TV IMAGE RECOGNITION
Р. Спиров **26**

ИЗБОР НА КОМПЕНСИРАЩИ УСТРОЙСТВА ПРИ ДВУПОСОЧЕН ТРАНСФЕР НА РЕАКТИВНА ЕНЕРГИЯ
THE CHOICE OF THE ELECTRCAL COMPENSATION DEVICES USED BY TWO-WAY TRANSFER OF THE REACTIVE ENERGY
Р. Василев, И. Неделчев **31**

ОТНОСНО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА КОЕФИЦИЕНТА НА ПОЛЕЗНО ДЕЙСТВИЕ НА СТЪКЛОКЕРАМИЧЕН ПЛОТ
ON DETERMINING THE EFFICIENCY OF A GLASS-CERAMIC COOKTOP
М. Маринова, Я. Славова **37**

СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ НА ВЕТРОГЕНЕРАТОРИ
OPERATION AND MAINTENANCE OF WIND FARM
Р. Димова, В. Вълчев **43**

УСЪВЪРШЕНСТВАН АЛГОРИТЪМ ЗА АНАЛИЗ НА ПРЕЦИЗЕН НЕЛИНЕЕН МОДЕЛ НА АВТОТРАНСФОРМАТОРЕН ДИСКРЕТЕН РЕГУЛАТОР НА НАПРЕЖЕНИЕ С ПОЛУПРОВОДНИКОВИ КОМУТИРАЩИ ЕЛЕМЕНТИ
A REFINED ALGORITHM FOR ANALYSIS OF PRECISE NON-LINEAR MODEL OF DISCRETE AUTOTRANSFORMER STEP-VOLTAGE AC REGULATOR WITH SEMICONDUCTOR COMMUTATORS
Е. Панов, Е. Барудов, С. Барудов ***47***

АВТОМАТИЗИРАНА КОМПЮТЪРНА ПРОГРАМА AVTO ЗА СИМУЛИРАНЕ НА ПРОЦЕСИТЕ В АВТОТРАНСФОРМАТОРНИ ДИСКРЕТНИ СТЪПАЛНИ РЕГУЛАТОРИ НА ПРОМЕНЛИВО НАПРЕЖЕНИЕ
AUTOMATED COMPUTER PROGRAMME AVTO FOR SIMULATION OF THE PROCESSES IN DISCRETE AUTOTRANSFORMER STEP – VOLTAGE AC REGULATORS
Е. Панов, Е. Барудов, С. Барудов ***53***

ПОДОБРЯВАНЕ НА РАБОТАТА НА СТАТИЧЕН УПРАВЛЯЕМ КОМПЕНСАТОР (СУК) ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА АДАПТИВЕН СКАЛАРЕН СТАБИЛИЗАТОР
IMPROVEMENT THE OPERATION OF STATIC VAR COMPENSATOR (SVC) USING ADAPTIVE SCALAR STABILIZER
N. Djagarov, M. Kolcun, Zh. Grozdev, M. Bonev, P. Valkov, L. Beňa, D. Hlubeň ***59***

ДЕМПФИРАНЕ НА КОЛЕБАНИЯТА В ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНИТЕ СИСТЕМИ ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА НОВО АДАПТИВНО УПРАВЛЕНИЕ НА СТАТКОМ
POWER SYSTEM OSCILLATION DAMPING USING NEW ADAPTIVE CONTROL FOR STATCOM
N. Djagarov, M. Kolcun, Zh. Grozdev, M. Bonev, P. Valkov, L. Beňa, D. Hlubeň ***65***

ПРОБЛЕМИ НА РАЗВИТИЕТО НА САМООРГАНИЗИРАЩИ СЕ КОМУНИКАЦИОННИ МРЕЖИ
SELFORGANIZED COMMUNICATION NETWORKS DEVELOPMENT
Р. Димова, З. Станчев ***70***

ЕДНА ВЪЗМОЖНОСТ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ЕЛЕКТРОСЪПРОТИВИТЕЛНИ ПЕЩИ С ПРОГРАМИРУЕМИ КОНТРОЛЕРИ
A POSSIBILITY TO CONTROL ELECTRICAL RESISTANCE FURNACES VIA PROGRAMMABLE CONTROLLERS
Б. Димитров ***75***

АНАЛИЗ НА НЯКОИ ПРОБЛЕМИ ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЯТА ЕЛЕКТРОСЪПРОТИВИТЕЛНИ ПЕЩИ И РЕШЕНИЕТО ИМ ЧРЕЗ СИСТЕМИТЕ ЗА УПРАВЛЕНИЕ
ANALYSIS OF SOME PROBLEMS DURING OPERATION OF ELECTRICAL RESISTANCE FURNACES AND THEIR SOLUTIONS VIA CONTROL SYSTEMS
Б. Димитров..... ***81***

УЧЕБНА ПЛАТФОРМА ЗА ПРОЕКТИРАНЕ И МОДЕЛИРАНЕ NI ELVIS II
EDUCATIONAL DESIGN AND PROTOTYPING PLATFORM NI ELVIS II
В. Драганов, З. Станчев, Б. Найденов, Р. Димова ***87***

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТУРБО КОДОВЕ
INVESTIGATION INTO TURBO CODES
Б. Найденов ***92***

МОДЕЛИ НА ЗАГУБИТЕ В НАНОКРИСТАЛНИ И ФЕРИТНИ МАТЕРИАЛИ ПРИ ПРАВОЪГЪЛНИ НАПРЕЖЕНИЯ
CORE LOSS MODELS FOR FERRITE AND NANOCRYSTALLINE MATERIALS WITH SQUARE WAVEFORMS
Г. Николов, В. Вълчев ***97***

ПОВИШАВАНЕ ТОЧНОСТТА И НАМАЛЯВАНЕ НА ВРЕМЕТО ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ ПРИ МАГНИТНО МЕКТИ МАТЕРИАЛИ С ПОМОЩТА НА МАТЛАБ
INCREASING THE PRECISION AND REDUCING THE MEASUREMENT TIME FOR POWER LOSS MEASUREMENTS IN MAGNETIC MATERIALS BY USING MATLAB
Г. Николов ***103***

СРАВНЕНИЕ НА СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ВЯТЪРНА ТУРБИНА С АКТИВЕН ИЛИ ПАСИВЕН ИЗПРАВИТЕЛ
COMPARISON BETWEEN ACTIVE AND PASIVE RECTIFIER FOR WIND TURBINE CONTROL SYSTEMS
В. Вълчев, П. Янков, А. Маринов ***108***

ИЗСЛЕДВАНЕ НА МАЩАБИРАН ДИРЕКТЕН ЦИФРОВ СИНТЕЗ С РАНДОМИЗАЦИЯ НА ФАЗАТА
SOFTWARE SCALED DIRECT DIGITAL SYNTHESIS WITH PHASE RANDOMIZATION
М. Шотова ***112***

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ПОДВИЖЕН ОБЕКТ
DESIGN AND ANALYSIS OF MOBILE OBJECT CONTROL SYSTEM
С. Иванов, Н. Николов ***118***

АЛГОРИТЪМ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА *ФИНАЛЕН ПАКЕТ* ПОНЯТИЯ ПРИ ДИСТАНЦИОННО ОБУЧЕНИЕ
ALGORITHM FOR DETERMINING FINAL PACKAGE OF CONCEPTS FOR DISTANCE LEARNING
М. Митев ***124***

ХИБРИДЕН РЕГУЛИРАЩ ЕЛЕМЕНТ ВЪВ ВИСОКОВОЛТОВА ВЕРИГА ЗА ФОРМИРАНЕ НА ИМПУЛСЕН РАЗРЯД В ТЕЧНА СРЕДА
HYBRID REGULATING ELEMENT IN HIGH VOLTAGE CIRCUIT FOR PULSE DISCHARGE FORMING IN LIQUID MEDIUM
С. Барудов, М. Дичева ***129***

ИЗСЛЕДВАНЕ НА УСТАНОВЕНИ РЕЖИМИ И ПРЕХОДНИ ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНИ СИСТЕМИ (ЕЕС) ЧРЕЗ СОФТУЕРНИЯ ПАКЕТ POWER SYSTEM ANALYSIS TOOLBOX (PSAT)
ANALYSIS OF STEADY STATE AND TRANSIENT PROCESSES IN POWER SYSTEMS USING THE SOFTWARE - POWER SYSTEM ANALYSIS TOOL-BOX (PSAT)
Ю. Рангелов ***135***

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ОЦЕНКА СЪСТОЯНИЕТО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ МРЕЖИ СРЕДНО НАПРЕЖЕНИЕ
APPLICATION OF INDECES FOR ASSESSMENT OF THE STATE OF MIDDLE VOLTAGE ELECTRIC POWER NETWORKS
А.. Филипов, М. Мехмед-Хамза, С. Андреев ***141***

СЪБИТИЙНО ОРИЕНТИРАНО МОДЕЛИРАНЕ НА ДЕНОНОЩЕН ТОВАРОВ ГРАФИК ЗА ЦЕЛИТЕ НА АВТОМАТИЧНО ИЗГОТВЯНЕ НА КРАТКОСРОЧНИ И ОПЕРАТИВНИ ПРОГНОЗИ
EVENT ORIENTED MODEL OF THE DAILY CHANGE OF THE POWER ELECTRICAL LOAD INTENDED TO BE USED IN AN AUTOMATIC CONTROL SYSTEM WHICH EMPLOYS MACHINE-MADE FORECASTS
Г. Георгиев ***146***

МЕТОД ЗА МНОГОКРИТЕРИАЛНО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОЗНАЧЕНИЕТО, СМИСЪЛА И ЗНАЧИМОСТТА НА РАЗМИТИ МНОЖЕСТВА
METHODS FOR DETERMINING OF THE NAME, THE MEANING AND SIGNIFICANCE OF FUZZY SETS
Й. Червенков ***152***

МЕТОД ЗА МНОГОКРИТЕРИАЛНО ОЦЕНЯВАНЕ И РАЗМИТО ПРЕДСТАВЯНЕ НА ЕКСПЕРТНОТО ЗНАНИЕ НА ОПИТНИ ОПЕРАТОРИ В ТЕХНИЧЕСКИТЕ РАЗМИТИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ
METHOD FOR MULTICRITERIA ASSESSMENT AND FUZZY PRESENTATION OF THE EXPERT KNOWLEDGE OF SKILL OPERATORS IN TECHNICAL FUZZY CONTROL SYSTEMS
Й. Червенков ***156***

ТЕНДЕНЦИИ В ИЗМЕНЕНИЕТО НА ФИЗИКО-ХИМИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА РЕКА ДЕВНЕНСКА
TRENDS IN THE CNANGES OF RIVER DEVNENSKA PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS
А. Симеонова ***164***

ВЛИЯНИЕ НА АБИОТИЧНИ И БИОТИЧНИ ЕКОЛОГИЧНИ ФАКТОРИ ВЪРХУ ХИБРИДИ И ЛИНИИ ПШЕНИЦА (*T. AESTIVUM*) ПРЕЗ 2009 г.
INFLUENCE OF ABIOTIC AND BIOTIC ECOLOGICAL FACTORS ON HYBRIDS AND LINES OF COMMON WHEAT (*T. AESTIVUM*) IN 2009 YEAR
Д. Пламенов, П. Спецов ***170***

ВРЕМЕВО ИЗМЕНЕНИЕ НА СПЕЦИФИЧНАТА АКТИВНОСТ НА ^{137}Cs В ГОРСКИ НЕОБРАБОТВАЕМИ ПОЧВИ
TIME-DEPENDENCE OF THE SPECIFIC ACTIVITY OF ^{137}CS IN UNDISTURBED FOREST SOILS
Я. Спасова, Д. Динков, Ж. Бекярова ***177***

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ПРОМИШЛЕНИ АЗОТНИ ТОРОВЕ
COMPARATIVE ANALYSIS OF INDUSTRIAL NITROGEN FERTILIZERS
В. Янева, В. Петкова ***181***

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РАДИОЦЕЗИЙ И НЕГОВИЯ ТРАНСФЕР В РАСТИТЕЛНИ ВИДОВЕ В ЮЖНА БЪЛГАРИЯ
DETERMINATION OF RADIOCESIUM AND ITS TRANSFER IN PLANTS IN SOUTHERN BULGARIA
Я. Спасова, Д. Динков, Ж. Бекярова ***187***

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ФОСФОРОСЪДЪРЖАЩИ ТОРОВЕ
COMPARATIVE ANALYSIS OF FERTILIZERS CONTAINING PHOSPHORUS
В. Янева, В. Петкова ***192***

ХИМИЧНИ СВОЙСТВА НА ПОЧВИТЕ В БИОСФЕРНИЯ РЕЗЕРВАТ “БЕЛИ ЛОМ”
CHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL IN THE BIOSPHERE RESERVE “BELI LOM”
Ж. Бекярова, А. Симеонова, В. Янева, Д. Динков, С. Каменова ***198***

ЗА КАЧЕСТВОТО НА КОМПОСТТА И ВЪЗМОЖНОСТТА ЗА ИЗПОЛЗВАНЕТО МУ КАТО ПОЧВЕН ПОДОБРИТЕЛ
FOR THE QUALITY OF THE COMPOSTED FERTILIZER AND THE POSSIBILITY TO USE IT TO ENRICH THE SOIL
В. Янева, А. Симеонова, В. Петкова, Ж. Бекярова, Р. Чутуркова ***203***

МОРФОЛОГИЧЕН СТРОЕЖ И ВОДНО-ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА НА ПОЧВИТЕ В БИОСФЕРНИЯ РЕЗЕРВАТ “БЕЛИ ЛОМ”
MORPHOLOGICAL STRUCTURE AND WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF THE SOIL IN THE BIOSHERE RESERVE “BELI LOM”
Ж. Бекярова, В. Янева, Д. Тонева, С. Каменова, Д. Динков ***209***

ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО НА ПОЛИВНА ДЕЙНОСТ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЛАСТ ДОБРИЧ
RESEARCH AND ANALYSIS OF THE STATE OF IRIGATION ACTIVITIES ON THE TERITORY OF THE REGION DOBRICH
К. Загорова, А. Боева ***214***

ОПТИМИЗИРАНЕ НА ТРАНСПОРТНАТА СХЕМА ПРИ ПРЕРАБОТВАНЕ БИТОВИ И БИОРАЗГРАДИМИ ОТПАДЪЦИ В БИОГАЗ И КОМПОСТИРАНЕ
OPTIMIZATION OF TRANSPORT SCHEMES IN TREATING DOMESTIC AND BIODEGRADABLE WASTE INTO BIOGAS AND COMPOSTING
Х. Крачунов, А. Антонов ***220***

ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПРИ СПОЛЬЗОВАНИИ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАНОЙ ПРОДУКЦИИ
OPPORTUNITIES OF ECOLOGICAL RISK EVALUATION BY GENETIC MODIFIED PRODUCTS USING
П. Скрипчук, Х. Крачунов ***226***

ВЛИЯНИЕ РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА СКОРОСТТА НА ВЯТЪРА ВЪРХУ МОЩНОСТТА НА ВЕТРОТУРБИНА
AN INFLUENCE OF DISTRIBUTION OF WIND VELOCITY ON WIND TURBINE POWER
С. Атанасова ***232***

СПЕЦИАЛНИ СИСТЕМИ ЗА ХИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ НА ТОВАРО-РАЗТОВАРНИТЕ ОПЕРАЦИИ НА САМОРАЗТОВАРВАЩИ СЕ КОРАБИ ЗА НАСИПНИ ТОВАРИ
SLURRY SHIP'S SYSTEMS ON THE SELF UNLOADING BULK CARRIERS
Х. Хараланов ***236***

НЯКОИ РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗСЛЕДВАНЕТО НА САМОРАЗТОВАРВАЩИ СЕ КОРАБИ ЗА НАСИПНИ ТОВАРИ С РАЗЛИЧНИ ПРИНЦИПИ НА РАБОТА НА ТОВАРНИТЕ ИМ СРЕДСТВА
SOME RESULTS OF INVESTIGATION OF THE SELF UNLOADINGS BULK CARRIERS WITH DIFFERENT METHODS OF THE UNLOADING OPERATIONS
Х. Хараланов ***244***

ЧИСЛЕНО И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТЕЧЕНИЕТО ОКОЛО МОДЕЛ НА ВИСОКОСКОРОСТЕН КАТАМАРАН
COMPUTATIONAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF THE FLOW AROUND A HIGH-SPEED CATAMARAN MODEL
Златко З. Златев, Иван В. Иванов ***249***

ХИДРОДИНАМИЧНА ОПТИМИЗАЦИЯ НА ФОРМАТА С ИЗПОЛЗВАНЕ НА УРАВНЕНИЯТА НА РЕЙНОЛДС
HYDRODYNAMIC SHAPE OPTIMIZATION WITH SOLVING RANSE
С. Кюлевчелиев..... ***255***

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДОПЪЛНИТЕЛНО КОРАБНО КОРМИЛНО УСТРОЙСТВО
EXPERIMENTAL STUDY OF AN ADDITIONAL SHIP STEERING DEVICE
Н. Петров, Е. Миланов, И. Иванов, В. Чотукова,С. Стоянов, Н. Тръпулов ***261***

БЕЗЖИЧНА МНОГОКАНАЛНА СИСТЕМА ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА МЕХАНИЧНИ ВЕЛИЧИНИ
WIRLESS MULTICHANNEL SYSTEM FOR MEASUREMENT OF MECHANICAL QUANTYTIES
В. Милков, Пл. Стоянов, Р. Арсенов, Хр. Христосков ***268***

СЪГЛАСУВАНЕ РАБОТАТА НА ТЕРМОПОМПЕН АГРЕГАТ С ТОПЛИНЕН ИЗТОЧНИК ОТПАДНА ВОДА
RECONCILATING THE WORK OF HEAT PUMP AGGREGATE WITH HEAT SOURCE OF WASTE WATER
Д. Русев, И. Павлова ***274***

РЕМОНТНО ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ДЕТАЙЛИ ОТ ТЕЖКАТА ПРОМИШЛЕНОСТ
REPAIR RECOVERY OF PARTS FROM HEAVY INDUSTRY
Пламен Д. Дичев, Ярослав Б. Аргиров ***280***

МОДЕЛИРАНЕ НА ТОПЛИННИТЕ ДЕФОРМАЦИИ НА ВРЕТЕННИ ВЪЗЛИ ЗА ПЛОСКОШЛИФОВЪЧНИ МАШИНИ
MODELLING OF THE THERMAL DEFORMATIONS OF SPINDLE UNITS FOR SURFACE GRINDING MACHINES
Б. Лалев, К. Йорданов ***283***

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТЕРМОДИНАМИЧНОТО ПОВЕДЕНИЕ НА ВРЕТЕННИ ВЪЗЛИ НА МЕТАЛОРЕЖЕЩИ МАШИНИ С ХИДРОДИНАМИЧНИ ЛАГЕРИ
STUDY OF THE THERMODYNAMIC BEHAVIOR OF THE SPINDLE UNITS OF MACHINE TOOLS WITH HYDRODYNAMIC BEARINGS
Б. Лалев, К. Йорданов ***290***

СЪСТОЯНИЕ И ИНОВАЦИОННА АКТИВНОСТ НА ПРОМИШЛЕНИТЕ ПРЕДПРИЯТИЯ В БЪЛГАРИЯ
PERFORMANCE AND INNOVATION ACTIVITY OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISES IN BULGARIA
Веселина М. Янкова ***297***

МСП – ОСНОВНИ ТЕНДЕНЦИИ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА
SME – BASIC TRENDS AND CHALLENGES
Веселина М. Янкова ***303***

АДМИНИСТРАТИВНОНАКАЗАТЕЛНА ОТГОВОРНОСТ НА ЮРИДИЧЕСКИТЕ ЛИЦА СПОРЕД ЗАКОНА ЗА АДМИНИСТРАТИВНИТЕ НАРУШЕНИЯ И НАКАЗАНИЯ И ПРОЕКТА ЗА АДМИНИСТРАТИВНОНАКАЗАТЕЛЕН КОДЕКС
ADMINISTRATIVE-PENAL LIABILITY OF JUDICIAL PERSONS ACCORDING TO THE LAE FOR ADMINISTRATIVE BREACHES AND PENALTIES AND THE DRAFT OF AN ANDMINISTRATIVE – PENAL CODE
К. Георгиева ***309***

ПРЕПРАВЯНЕТО НА ИЗБОРЕН РЕЗУЛТАТ СПОРЕД БЪЛГАРСКОТО НАКАЗАТЕЛНО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО
FALCIFICATION OF THE RESULT OF VOTING ACCORDING TO THE BULGARIAN CRIMINAL LEGISLATION
Ю. Матеева ***313***

ФИНАНСИРАНЕ КУПУВАНЕТО НА ГЛАСОВЕ СПОРЕД БЪЛГАРСКОТО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО – АНАЛИЗ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ЗА УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ
FINANCING OF VOTE-PURCHASE ACCORDING TO THE BULGARIAN LEGISLATION – ANALISYS AND PROPOSALS FOR OPTIMIZATION
Ю. Матеева ***318***

ПРЕДПРИЕМАЧЕСКИ НАГЛАСИ И СТИЛ НА УЧЕНЕ СРЕД СТУДЕНТСКАТА ОБЩНОСТ
ENTREPRENEURIAL ATTITUDES AND LEARNING STYLE AMONGST STUDENTS' COMMUNITY
Г. Гатев ***323***

ОБЩЕСТВЕНИЯТ ИНТЕРЕС КАТО ФУНКЦИЯ НА ПУБЛИЧНОСТТА
PUBLIC INTEREST AS A FUNCTION OF PUBLICITY
М. Желева ***330***

СЪБИТИЯ
Професор Иван Бакърджиев на 80 години ***337***

ТОМ II

ИЗСЛЕДВАНЕ НА СХЕМНИ РЕШЕНИЯ И РЕЖИМНИ ПАРАМЕТРИ НА ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ, ЗАХРАНВАЩИ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧНИ СЪОРЪЖЕНИЯ
THE RESEARCH OF SHEMATIC DECISIONS AND REGIME PARAMETERS OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES FOR ELECTROTECHNOLOGICAL DEVICES
Христофор Тахрилов**, Марин Панайотов, Марин Маринов, Борислав Димитров, Илонка Лилянова, Надежда Цветкова, Тодор Георгиев, Ангел Йорданов, Гроздан Грозданов* ***5

УПРАВЛЕНИЕ НА БЕЗЧЕТКОВ ВЕТРОГЕНЕРАТОР НА БАЗАТА НА АСИНХРОННИ МАШИНИ
BRUSHLESS WIND GENERATOR IN THE BASE OF DOUBLE FEED INDUCTION MACHINES
Николай Джагаров**, Милен Бонев, Живко Гроздев,Стефан Филчев, Юлия Джагарова, Живко Петков, Александър Калинчев* ***7

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА КАЧЕСТВО НА ЕЛ. ЕНЕРГИЯ ПРИ ДИНАМИЧНО ИЗМЕНЯЩИ СЕ РЕЖИМИ НА РАБОТА НА НЕСИМЕТРИЧНИ ПОТРЕБИТЕЛИ
INVESTIGATION ON POSSIBILITIES FOR POWER QUALITY INDEXES CONTROL IN CASE OF UNBALANCED AND DINAMIC LOADS
Румен Киров**, Владимир Чиков, Валентин Гюров, Стоимен Стефанов, Николка Македонски* ***9

СИСТЕМА ЗА ДИСТАНЦИОНЕН МОНИТОРИНГ И КОНТРОЛ НА КАЧЕСТВОТО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА ЕНЕРГИЯ
SYSTEM FOR DISTANCE MONITORING AND CONTROL OF THE ELECTRICAL ENERGY QUALITY
Стефан Барудов**, Петър Василев, Юлиан Рангелов, Емил Барудов, Милена Дичева* ***11

ИЗСЛЕДВАНЕ НА КОРОНИРАЩИ СИСТЕМИ В ОЗОН-ГЕНЕРАТОРНИ СТАНЦИИ.
RESEARCH OF CORONA DISCHARGING SYSTEMS IN OZONE GENERATING STATIONS
Марин Панайотов**, Мария Маринова, Маринела Йорданова, Атанас Иванов, Борислав Димитров, Николай Георгиев, Радослав Александров* ***13

ПРЕВРЪЩАНЕ НА КАТЕДРА „ТИЕ" В СЪВРЕМЕНЕН ОБРАЗОВАТЕЛЕН ЦЕНТЪР ПО ФУНДАМЕНТАЛНА ЕЛЕКТРОТЕХНИКА
DEPARTMENT "ELECTRICAL ENGINEERING" TRANSFORMATION INTO FUNDAMENTAL ELECTRICAL ENGINEERING MODERN EDUCATIONAL CENTRE
Сава Савов**, Росен Василев, Илонка Лилянова, Ивайло Неделчев, Мирослава Донева, Емил Барудов, Вяра Василева* ***15

ИЗСЛЕДВАНЕ НА МИКРОЛЕНТОВИ АНТЕННИ РЕШЕТКИ С КРЪГОВА ПОЛЯРИЗАЦИЯ
STUDY OF CIRCULARLY POLARIZED MICROSTRIP ANTENNA ARRAYS
Георги Киров**, Любомир Камбуров, Десислава Михайлова, Георги Червенков* ***17

КОНФОРМНА АНТЕНА ОТ ФРЕНЕЛОВИ ЛЕЩИ РАЗПОЛОЖЕНИ ВЪРХУ ВЪНШНИ ПОВЪРХНОСТИ НА ФИЗИЧЕСКИ ОБЕКТИ
CONFORMAL PANEL FRESNEL- ZONE LENS ANTENNA
ON TOP OF EXTERNAL SURFACE OF PHYSICAL OBJECTS
Йордан Урумов**, Любомир Камбуров, Лъчезар Иванов* ***19

РАЗВОЙНА СИСТЕМА ЗА ПРОЕКТИРАНЕ, СИМУЛАЦИЯ, ИЗМЕРВАНЕ И ОБРАБОТКА НА СИГНАЛИ В СХЕМИ, ИЗПОЛЗВАНИ В ТЕЛЕКОМУНИКАЦИИТЕ
DEVELOPMENT SYSTEM FOR DESIGN, SIMULATION, MEASUREMENT AND SYGNAL PROCESSING IN TELECOMMUNICATIONS SCHEMES
Розалина Димова**, Илия Атанасов,Венцеслав Драганов, Борислав Найденов, Валентина Маркова, Тодорка Георгиева,Пламен Стоянов* ***21

ОПТИМИЗИРАНЕ НА БЪЛГАРСКОТО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО ВЪВ ВРЪЗКА С НАРУШЕНИЯТА ПО ИЗБОРИТЕ
OPTIMIZATION OF THE BULGARIAN LEGISLATION FOR VIOLATIONS IN THE ELECTON PROCESS
Лъчезар Аврамов**, Юлиана Матеева, Ивелин Ташев* ***23

ВАЛИДИРАНЕ НА ИНСТРУМЕНТИ ЗА КОНТРОЛ И ОЦЕНКА НА ЗНАНИЯТА НА СТУДЕНТИТЕ В ТУ-ВАРНА
CHECK OF THE VALIDITY OF TOOLS FOR CHECK AND RATING OF KNOWLEDGE OF THE STUDENTS AT TECHNICAL UNIVERSITY -VARNA
Янчо Бакалов**, Полина Ставрева* ***25

УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА ПРАВНИТЕ СПОСОБИ ЗА ЗАЩИТА СРЕЩУ ДИСКРИМИНАЦИЯ И НЕРАВНОСТОЙНО ТРЕТИРАНЕ В ГРАЖДАНСКОТО ОБЩЕСТВО
ELABORATION THE LEGAL MECHANISMS FOR PROTECTION AGAINST DISCRIMINATION AND UNEQUAL TREATMENT IN A CIVIL SOCIETY
Тошко Петров**, Беанета Янева* ***27

ГОТОВНОСТ НА СТУДЕНТИТЕ ЗА СТАРТИРАНЕ НА СОБСТВЕН БИЗНЕС
STUDENTS' ATTITUDES TO START THEIR OWN BUSINESS
Гатю Гатев**, Николай Буюклиев* ***29

КРАЙНИ ПРОСТИ ГРУПИ, ОПТИМИЗАЦИЯ, НЕГЛАДЪК И ФУНКЦИОНАЛЕН АНАЛИЗ, КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ
FINITE SIMPLE GROUPS, NONSMOOTH ANALYSIS AND NONSMOOTH OPTIMIZATION
Цанко Генчев**, Всеволод Иванов, Еленка Генчева, Георги Александров, Диана Неделчева* ***31

МОДЕЛИРАНЕ НА ДИСКРЕТНИ И НЕПРЕКЪСНАТИ МАТЕМАТИЧЕСКИ СТРУКТУРИ
MODELLING OF DISCRETE AND CONTINUOUS MATHEMATICAL STRUCTURES
Сребра Благоева**, Иван Гинчев, Златка Матева, Анна Николова, Румен Маринов, Недка Пулова, Мелине Апрахамян* ***33

РАЗРАБОТВАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА АЛГОРИТМИ ЗА АДАПТИВНО УПРАВЛЕНИЕ НА МОБИЛЕН РОБОТ, ДВУВИТЛОВА АЕРОДИНАМИЧНА СИСТЕМА И КЛАС ТОПЛИННИ ОБЕКТИ
DEVELOPING AND INVESTIGATING ON ALGORITHMS FOR ADAPTIVE CONTROL ON MOBILE ROBOT, TWO-PROPELLER AIRDYNAMIC SYSTEM AND THERMAL OBJECTS
***Витан Димитров**, Мариана Тодорова, Цоло Георгиев, Наско Атанасов, Никола Николов, Янко Янев, Диан Джибаров, Веско Узунов, Михаил Скопчанов, Мариела Александрова, Иван Баджаков, Николай Николов, Станислев Иванов, Владимир Вълчев, Радомир Лонев, Орлин Станчев, Николай Туджаров* **35**

РАЗРАБОТВАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРОМЕХАНИЧНИ СИСТЕМИ С ПОДОБРЕНИ РЕГУЛИРОВЪЧНИ И ЕНЕРГИЙНИ ПОКАЗАТЕЛИ
DEVELOPMENT AND RESEARCH OF ELECTROMECHANICAL SYSTEMS WITH IMPROVED REGULATING AND ENERGY PERFORMANCES
***Емил Маринов**, Пламен Манасиев, Наско Атанасов, Никола Николов, Цветомир Тодоров, Христо Христосков, Живко Жеков, Иван Баджаков, Петър Джагалов, Георги Стойнов, Светослав Цалов* **37**

РАЗРАБОТВАНЕ НА СРЕДСТВА ЗА АНАЛИЗ НА МРЕЖОВИ ИНФРАСТРУКТУРИ, ЗА ПОВИШАВАНЕ НА СИГУРНОСТТА И ОСИГУРЯВАНЕ НА ДИСТАНЦИОННО ОБУЧЕНИЕ
DEVELOPMENT OF TOOLS FOR NETWORK INFRASTRUCTURES ANALYSIS, SECURITY IMPROVING AND MAINTENANCE OF DISTANCE LEARNING
***Петър Антонов**, Огнян Железов, Бойка Градинарова, Валентина Антонова, Росен Радков, Георги Върбанов, Лъчезар Георгиев, Венета Алексиева, Милена Караиванова, Митко Митев, Валерия Савова, Деница Караиванова* **39**

ВНЕДРЯВАНЕ НА НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ В ОБУЧЕНИЕТО ПО КОМПЮТЪРНИ НАУКИ
ADOPTING INTEGRATED SCIENTIFIC RESEARCHES IN COMPUTER SCIENCE EDUCATION
***Димитър Тянев**, Виолета Божикова, Марияна Стоева, Даниела Илиева, Стефка Попова, Стоян Прокопов, Ангелина Николова, Деян Стойнов* **41**

ПОСТРОЯВАНЕ НА ПРОТОТИПИ И МОДЕЛИРАНЕ НА СПЕЦИАЛИЗИРАНИ КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ ИЗПОЛЗВАЙКИ ПРОГРАМЕН ПРОДУКТ LABVIEW
DESIGNING OF PROTOTYPES AND MODELLING OF SPECIALIZED COMPUTER SYSTEMS USING LABVIEW
***Сава Иванов**, Цветан Таслаков, Юлка Петкова, Жейно Жейнов, Мая Тодорова, Антоанета Иванова, Сузан Четинова, Георги Цанков, Кирил Иванов, Венцислав Георгиев, Владимир Иванов* **43**

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ВИРТУАЛНИ ИНФРАСТРУКТУРИ В ОБУЧЕНИЕТО
VIRTUALIZATION IN LEARNING
***Трифон Русков**, Христо Вълчанов, Христо Ненов, Станислав Фотев, Борис Енев* **45**

РАЗРАБОТВАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПАРАЛЕЛНИ АЛГОРИТМИ И ТЕХНОЛОГИИ ЗА РЕШАВАНЕ НА ПРИЛОЖНИ ОПТИМИЗАЦИОННИ ЗАДАЧИ
RESEARCH AND DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND PARALLEL ALGORITHMS FOR SOLVING APPLIED OPTIMIZATION
***Васил Смърков**, Милена Карова, Цветан Таслаков, Ганка Ковачева, Юлка Петкова, Бойка Градинарова, Милен Ангелов, Ивайло Пенев, Господин Господинов, Зоран Драганов, Димитър Стефанов, Димитър Маринов, Красимир Бориславов*.....47

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРОЦЕСИТЕ НА ЕЛЕКТРОКИСЛОРОДНО РЯЗАНЕ НА МАТЕРИАЛИТЕ И СЪЗДАВАНЕ НА ОБОРУДВАНЕ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕНИ УСЛОВИЯ
INVESTIGATION OF THE ELECTRO OXYGEN CUTTING PROCESSES OF MATERIALS AND CREATING EQUIPMENT FOR REALIZATION IN PRODUCTION CONDITIONS
***Пламен Дичев**, Тодор Коларов, Никола Петров, Анелия Димитрова, Снежина Иванова, Мъгърдич Аведисян, Станислав Ванков*.....49

МНОГОКАНАЛНА СИСТЕМА ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА МЕХАНИЧНИ ВЕЛИЧИНИ
MULTICHANNEL SYSTEM FOR MEASUREMENT OF MECHANICAL QUANTYTIES
***Върбан Милков**, Дишко Дишев, Пламен Стоянов, Радослав Арсенов, Христо Христосков*.....51

СИСТЕМА ЗА АВТОМАТИЗИРАНО ПРОЕКТИРАНЕ И ОЦЕНКА НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА ВЕНТИЛАЦИОННИ И КЛИМАТИЧНИ ИНСТАЛАЦИИ В СГРАДИ
RESEARCH UPON THE BEHAIVIOR OF HEAT PIPES IN CONDITIONS OF SOLAR POWERED DESSALINATION SYSTEMS
***Николай Христов**,Захарий Попов, Стаменка Атанасова, Даниела Чакърова, Мария Консулова – Бакалова,Росен Русев, Ирина Павлова, Кръстин Йорданов, Веселин Петров,Павел Димитров, Иван Чанков*.....53

ТРЕНАЖОР ЗА РАБОТА СЪС СПАСИТЕЛНА ЛОДКА И СПАСИТЕЛЕН САЛ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ХЕЛИКОПТЕР ПРИ СПАСЯВАНЕ НА БЕДСТВАЩИ ХОРА НА МОРЕ
LIFE BOAT AND LIFERAFT TRAINERE FOR HUMAN LIFE SALWADGE IN HELICOPTER INTERACTION
***Михаил Щерев**, Марин Койчев, Атанас Крушев, Чавдар Орманов, Николай Петков, Божидар Събев, Иван Грозев, Милен Тодоров*.....55

УСТОЙЧИВО УПРАВЛЕНИЕ НА БИОРАЗГРАДИМИ ОТПАДЪЦИ И УТАЙКИ ОТ ПРЕЧИСТВАНЕТО НА ОТПАДЪЧНИ ВОДИ ПОСРЕДСТВОМ ПРЕРАБОТКАТА ИМ С ОТДЕЛЯНЕ НА БИОГАЗ
SUSTAINABLE MANAGEMENT OF BIODEGRADABLE WASTE AND SEWAGE SLUDGE THROUGH THEIR PROCESSING WITH BIOGAS RELEASE
***Марин Койчев**, Николай Минчев, Христо Крачунов, Велика Янева, Цветелина Цветанова, Антон Антонов, Константин Станкович, Татяна Петрова, Таня Янкова, Гергана Шалева, Иван Илков Иванов*.....57

ПРОБЛЕМИ И ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ИНОВАЦИИ В МОРСКАТА ИНДУСТРИЯ НА СИРП В УСЛОВИЯ НА КРИЗА
PROBLEMS AND OPPORTUNITIES TO INNOVATIONS IN THE MARITIME INDUSTRY OF NEPR UNDER THE CIRCUMSTANCES OF CRISIS
Кирил Георгиев**, Донка Иванова, Фани Узунова, Светлана Лесидренска, Таня Панайотова, Дарина Павлова, Веселина Янкова, Мариана Мурзова, Теодора Войкова* ***59

ВЛИЯНИЕ НА АБИОТИЧНИ И БИОТИЧНИ ЕКОЛОГИЧНИ ФАКТОРИ ВЪРХУ ВИДОВЕ И ХИБРИДИ ПШЕНИЦА ОТ РОД *TRITICUM* (*POACEAE*)
INFLUENCE OF ABIOTIC AND BIOTIC ECOLOGICAL FACTORS ON SPECIES AND HYBRIDS WHEAT FROM GENUS *TRITICUM* (*POACEAE*)
Драгомир Пламенов**, Пенко Спецов, Пламена Панайотова, Руска Димитрова, Тодор Моралийски, Мария Стоянова, Христо Стоянов, Райна Бонева, Ивайла Иванова* ***61

РЕАЛИЗИРАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТИ ПО ОБОСНОВАВАНЕ НА КВАНТОВИЯ ХАРАКТЕР НА СВЕТЛИНАТА
EXPERIMENTS CONFIRMING THE QUATTUM THEORY OF LIGTH WERE PERFORMED
Красимира Кърджилова**, Валентин Люцканов, Пейчо Попов, Мариела Михова, Владимир Пулов, Димитър Ненов* ***63

ИЗГРАЖДАНЕ НА ЛАБОРАТОРИЯ ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ГЕОМЕТРИЧНИ ВЕЛИЧИНИ
CONSTRUCTION OF A LABORATORY FOR MEASUREMENT OF GEOMETRICAL PARAMETERS
Евстати Лефтеров**, Павлина Тотева, Анелия Димитрова, Татяна Димитрова,Стефан Тенев, Станимир Стефанов* ***65

АВТОМАТИЗИРАНА СИСТЕМА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ И ПРОЕКТИРАНЕ НА МАШИНОСТРОИТЕЛНИ КОНСТРУКЦИИ
AUTOMATED SYSTEM FOR ANALYSIS AND DESIGN OF MECHANICAL ENGINEERING STRUCTURES
Мария Консулова-Бакалова**, Захарий Попов, Ивайло Янчев, Светлин Муков* ***67

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ПРИЛАГАНЕ НА КАПИЛЯРНО ЛЕЕНЕ И ВАКУУМИРАНЕ ПРИ ПОЛУЧАВАНЕ НА ЛЯТИ МЕТАЛНИ КОМПОЗИТИ
STUDY OF THE POSSIBILITIES FOR CAPILLARY CAST AND VACUUM APPLYING DURIHG CAST METAL COMPOSITES PRODUCTION
Радко Радев**, Николай Атанасов, Сергей Киров, Георги Антонов,Росица Иванова* ***69

АНАЛИЗ И ПРЕДСТАВЯНЕ НА СЪВРЕМЕННИ ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРОЦЕСИ И АДАПТИРАНЕ КЪМ ДИСТАНЦИОННА ФОРМА НА ОБУЧЕНИЕ В МАГИСТЪРСКИ ПЛАНОВЕ КЪМ КАТЕДРА МТМ
ANALYSIS AND REPRESENT OF THE CONTEMPORARY TECHNOLOGICAL PROCESSES AND ADAPTING THEM TO DISTANCE FORM OF EDUCATION IN MASTER`S DEGREE PLANS IN DEPARTMENT OF "MATERIAL SCIENCES AND TECHNOLOGY"
Донка Нанкова**, Александър Рафаилов, Слава Харизанова, Ярослав Аргиров, Георги Антонов* ***71

ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА СИСТЕМА ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ ТОКСИЧНИТЕ КОМПОНЕНТИ В ОТРАБОТИЛИТЕ ГАЗОВЕ НА АВТОМОБИЛИ
RESEARCH SYSTEM FOR DETERMINATION OF TOXIC COMPONENTS IN EXHAUST GASES OF AUTOMOBILES
Здравко Иванов**, Веселин Михайлов, Антон Колев* ***73

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗРАБОТВАНЕ НА АВТОМОБИЛ-ПРОТОТИП ЗА УЧАСТИЕ В SHELL ECO MARATHON
DESIGN AND CONSTRUCTION OF CAR-PROTOTYPE FOR PARTICIPATION IN SHELL ECO MARATHON
Ангел Димитров**, Росен Христов, Красимир Богданов, Недьо Недев, Борис Стоянов, Николай Динков, Добрин Добрев, Александър Георгиев, Георги Чекелов, Станимир Чанов, Даниел Викторов* ***75

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВИЗУАЛНИТЕ И МУЛТИМЕДИЙНИ МОДУЛИ КАТО ПОМОЩНИ СРЕДСТВА ПРИ ОБУЧЕНИЕТО И ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА РАБОТА ПО ИНЖЕНЕРНА ГРАФИКА
INVESTIGATION VISUAL AND MULTIMEDIA AIDS AS A TECHNICAL ASSISTANCE INTO THE TEACHING AND RESEARCHING PROCESS IN ENGINEER GRAPHICS
Соня Вълчинска**, Стефка Йорданова, Митко Додуров, Константин Костов, Александрина Банкова, Зоя Цонева* ***77

СДВОЕНА ЛЕБЕДКА
A DOUBLE WINCH
Христо Христов**, Никола Петров, Светлозар Стоянов, Любомир Божинов, Найден Спасов, Стоян Атанасов* ***79

ТЕХНОЛОГИЧНИ ВЪЗМОЖНОСТИ НА КАЛИБРОВАЩОТО ДОРНОВАНЕ ПРИ ИЗРАБОТВАНЕ НА БРОНЗОВИ ЛАГЕРНИ ВТУЛКИ
TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES OF CALIBER BURNISHING FOR PROCESSING OF BRONZE BEARING BUSHES
Димитър Георгиев**, Слава Харизанова, Красен Кръстев, Стоян Славов, Татяна Димитрова* ***81

ИЗСЛЕДВАНЕ НА МЕТОДИ ЗА РАЗМИТО МНОГОКРИТЕРИАЛНО ВЗЕМАНЕ НА РЕШЕНИЕ В АВТОМАТИЧНИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ
STUDY OF METHODS FOR FUZZY MULTI DECISION MAKING IN AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS
Йордан Червенков**, Светлана Герганова – Савова, Мариела Александрова, Христо Христосков* ***83

ИЗСЛЕДВАНЕ И МОДЕЛИРАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРОЦЕСИ С ПРИЛОЖЕНИЕ В ЗЕМЕДЕЛСКАТА ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИТЕ
INVESTIGATION AND MODELING THE TECHNOLOGICAL PROCESSES WITH APPLICATION IN THE AGRICULTURE TECHNOLOGY AND TECHNIQUE
Радко Михайлов**, Свилен Стоянов, Светлозар Захариев,Димитър Димитров, Владимир Демирев, Красимира Загорова, Светлана Паскалева, Дамянка Димитрова, Славчо Стоянов, Атанаска Боева, Милена Маринова, Явор Димитров, Гергана Георгиева* ***85

МАТЕМАТИЧНО МОДЕЛИРАНЕ И ПРЕСМЯТАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СВЧ ЛЕНТОВИ ПРЕДАВАЩИ ЛИНИИ С НЕХОМОГЕННО ДИЕЛЕКТРИЧНО ЗАПЪЛВАНЕ.
CONSTRUCTING MATHEMATICAL MODELS AND CALCULATION OF THE ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF MICROWAVE STRIP TRANSMISSION LINES WITH INHOMOGENEOUS DIELECTRIC FILLING
Владимир Войнов**, Роза Войнова, Златка Матева, Антон Атанасов, Даниел Радев* ***89

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРОЦЕСА НА ЕЛЕКТРОСТАТИЧНО СЕПАРИРАНЕ
RESEARCH OF THE PROCESS OF ELECTROSTATIC SEPARATION
Атанас Иванов**, Пенка Митева* ***91

РАЗПОЗНАВАНЕ НА РАДИОЛОКАЦИОННИ И ТЕЛЕВИЗИОННИ ИЗОБРАЖЕНИЯ
PATTERN RECOGNITION OF RADAR AND TELEVISION TYPES
Петър Балабански**, Атанас Майналовски, Росен Спиров* ***93

ТЕОРЕТИЧНИ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ ВЪРХУ ПРОГРАМЕН ДИРЕКТЕН ЦИФРОВ СИНТЕЗ
THEORETICAL AND EXPERIMENTAL RESEARCH ON SOFTWARE DIRECT DIGITAL SYNTHESIS
Борко Боянов**, Мариана Шотова, Борис Борисов,Илина Илиева* ***95

ИЗСЛЕДВАНЕ ПОВЕДЕНИЕТО НА ТОПЛИННИ ТРЪБИ В УСЛОВИЯТА НА СЛЪНЧЕВИ ВОДООПРЕСНИТЕЛНИ УРЕДБИ
RESEARCH UPON THE BEHAIVIOR OF HEAT PIPES IN CONDITIONS OF SOLAR POWERED DESSALINATION SYSTEMS
Атанас Атанасов**, Албена Йонова, Живко Драгов, Николай Борисов* ***97

ОПТИМИЗИРАНЕ НА ПРОЦЕСИТЕ И СЪОРЪЖЕНИЯТА ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА БИОГАЗ И КОМПОСТИРАНЕ В УСЛОВИЯТА НА МАЛКИ И СРЕДНИ ОБЩИНИ
OPTIMIZATION OF PROCESSES AND EQUIPMENT FOR BIOGAS PRODUCTION AND COMPOSTING IN CONDITION OF SMALL AND MEDIUM MUNICIPALITIES
Христо Крачунов**, Антон Антонов* ***99

Сборникът трудове се издава по проект в рамките на присъщната за Университета научноизследователска дейност, целево финансирана от държавния бюджет.

ТРИФАЗЕН АВТОНОМЕН ИНВЕРТОР НА НАПРЕЖЕНИЕ ЗА ЧЕСТОТНО УПРАВЛЕНИЕ НА АСИНХРОННИ ЕЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

THREE-PHASE STEP INVERTER FOR FREQUENCY CONTROL OF INDUCTION MOTORS

Цветомир Тодоров Тодоров

Резюме: Представен е тристъпален автономен инвертор, който позволява промяна на честотата на изходното напрежение. Амплитудата и продължителността на отделните стъпала е подбрана така, че да се намали до минимум съдържанието на висши хармоници. Проведени са изследвания при работа с активен товар.
Ключови думи: стъпален инвертор, честотно управление

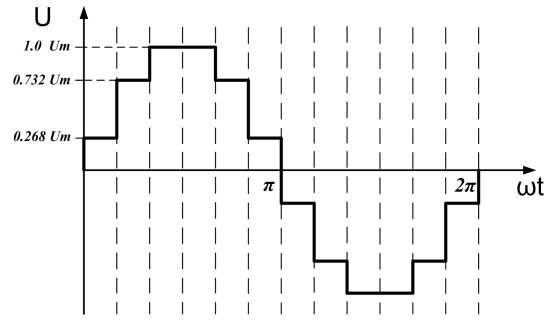
Abstract: Presented is an autonomous three-stepped inverter, which allows changing the frequency of the output voltage. Amplitude and duration of each step is selected so as to minimize the content of higher harmonics. Studies were conducted in working with active load.
Keywords: step inverter, frequency control

I. ВЪВЕДЕНИЕ

С развитието на силовата полупроводникова техника значително се разшириха възможностите за изграждане на преобразуватели, позволяващи икономично и плавно регулиране на скоростта на асинхронните двигатели (АД) в широк диапазон. Синусоидалността на захранващото АД напрежение (ток) е ва-жен параметър, зависещ от преобразу-вателя на постоянно в променливо напрежение. Известни са множество схеми на инвертори, реализиращи различни по форма стъпални функции [1-6]. Прилагането на амплитудно-импулсна модулация (при което изходната стъпаловидна крива апроксимира синусоида) позволява получаването на изходно напрежение с благоприятна форма. Анализът на различни по вид стъпални функции показва, че за намаляване или пълно изключване на по-голям брой на висшите хармоници, е необходимо увеличаване броя на стъпалата на изходната функция. Реализирането на такава стъпаловидна крива изисква наличието на самостоятелен източник на напрежение (или намотка на трансфор-матор при трансформаторните схеми) за формирането на амплитудата на всяко стъпало, както и система от полупро-водникови ключове. На практика тези особености означават голям брой източници на напрежение (намотки) и силови ключове при многостъпалните функции. Това ограничава използването им, тъй като то може да се окаже икономически неизгодно.

II. ОПИСАНИЕ НА ИНВЕРТОРА

В настоящият доклад е представен автономен инвертор на напрежение за честотно управление на асинхронен двигател. Формата на изходното напрежение представлява тристъпална функция (фиг.1), чиито стъпала имат стойности съответно $0.268U_{max.}$, $0.732U_{max.}$, и $1.0U_{max}$.



Съдържание и амплитуда на хармониците

A1	A3	A5	A7	A9	A11	A13	A15	A17	A19
1,02	0	0	0	0	0,09	0,08	0	0	0

Фиг. 1. Форма на изходното напрежение

Доказано е [5], че при такива продължителности и стойности на напрежението на отделните стъпала тристъпалната функция максимално се

доближава до синусоидалната и е намалено до минимум влиянието на висшите хармоници - изключени са 3, 5 (и кратните на тях).

На фиг.3 е показана принципната схема на силовата част на инвертора.

Той е изграден от три идентични схеми от електронни ключове, за управление на трите фази. За работата му е необходимо на входа да се подават три напрежения със стойности в съотношения съгласно описаната тристъпална функция ($0.268U_{max}$, $0.732U_{max}$, и $1.0U_{max}$).

Транзистори (T_1, T_2, T_3 за фаза А, T_4, T_5, T_6 за фаза В и T_7, T_8, T_9 за фаза С) осъществяват превключването на отделните нива на захранващото напрежение за съответната намотка на АД, като емитерите на транзисторите за дадена фаза са свързани в обща точка. За да се формират двете полувълни на напрежение-то (положителна и отрицателна), се из-ползва мост изграден от електронни ключове (T_{11}, T_{12}, T_{13}, T_{14} за фаза А, T_{21}, T_{22}, T_{23}, T_{24} за фаза В и T_{31}, T_{32}, T_{33}, T_{34} за фаза С) Времедиаграмата на работа на силовите ключове е представена на фиг. 2.

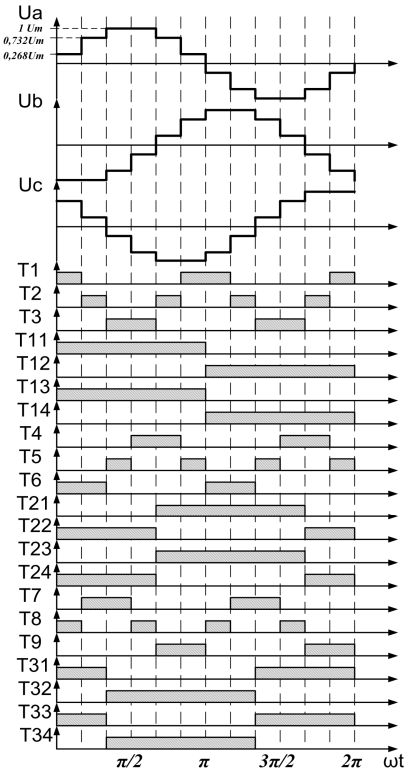
Захранващият блок за драйверните стъпала(ДС) е построен по схема на полумостов инвертор с транзистори T_{41} и T_{42} (фиг.4). Изправеното и филтрирано напрежение постъпва на входа на преобразувател, преобразуващ постоянното напрежение в променливо с правоъгълна форма и честота f=30*kHz*.

Трансформаторите в драйверните стъпала (TV3) осигуряват галванично разделяне на схемата за управление от независим мощен ключ и подават необходимото напрежение U_{GE} за отпушване на силовият ключ. Тъй като се изисква висока работна честота се избира магнитопровод от феритен тороид.

С помощта описаните по-горе схеми на захранването и драйверните стъпала, при подходящо оразмеряване могат да бъдат управлявани различни видове полупроводникови ключове (биполярни транзистори, MOSFET, IGBT, тиристори)

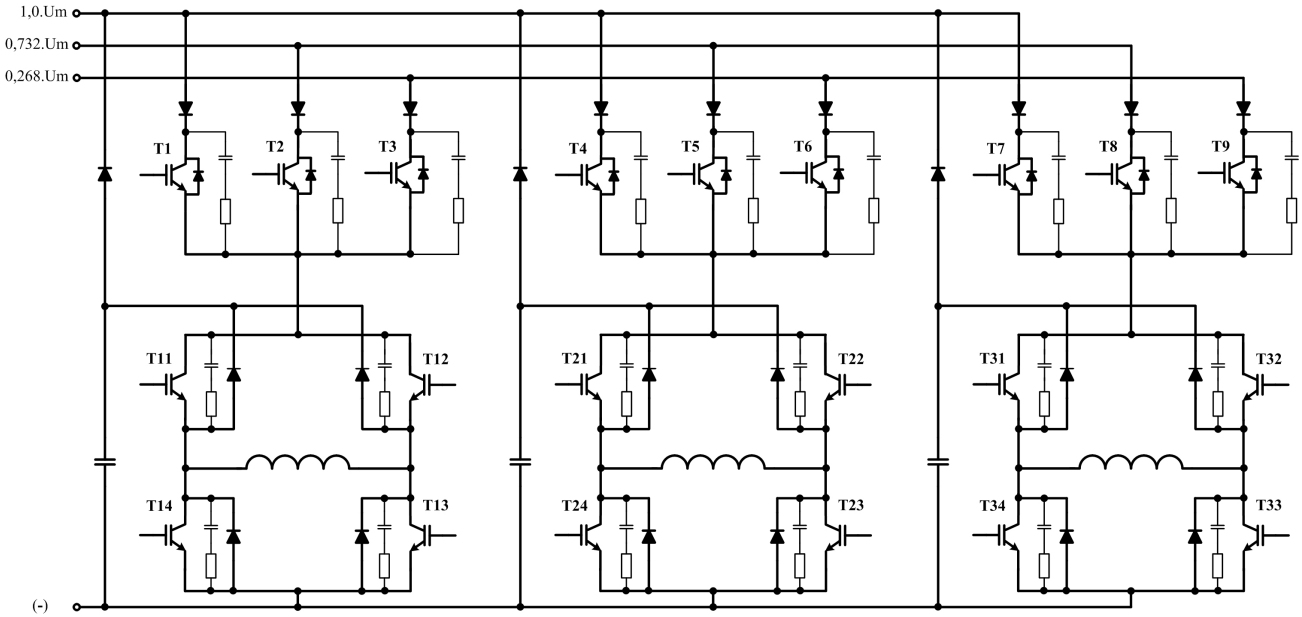
Управлението на инвертора се извършва с микроконтролер, който генерира правоъгълни импулси съгласно времедиаграмата на фиг.2. Той трябва да има поне един аналогов вход и не по-малко от 21 цифрови изхода, аналого-цифров преобразувател, таймерен модул и възможност за прекъсване от таймер. В случая е използван PIC16F877 на фирмата MICROCHIP.

Управляващото напрежение (задание) постъпва на входа на АЦП (RA0). В зависимост от това задание се определя и продължителността на работа на инвертора на всяко едно от стъпалата (продължителността на един от дванайсетте равни интервала, на които е разделен периода). Това променя и времето за реализиране на един период от изходното напрежение и съответно

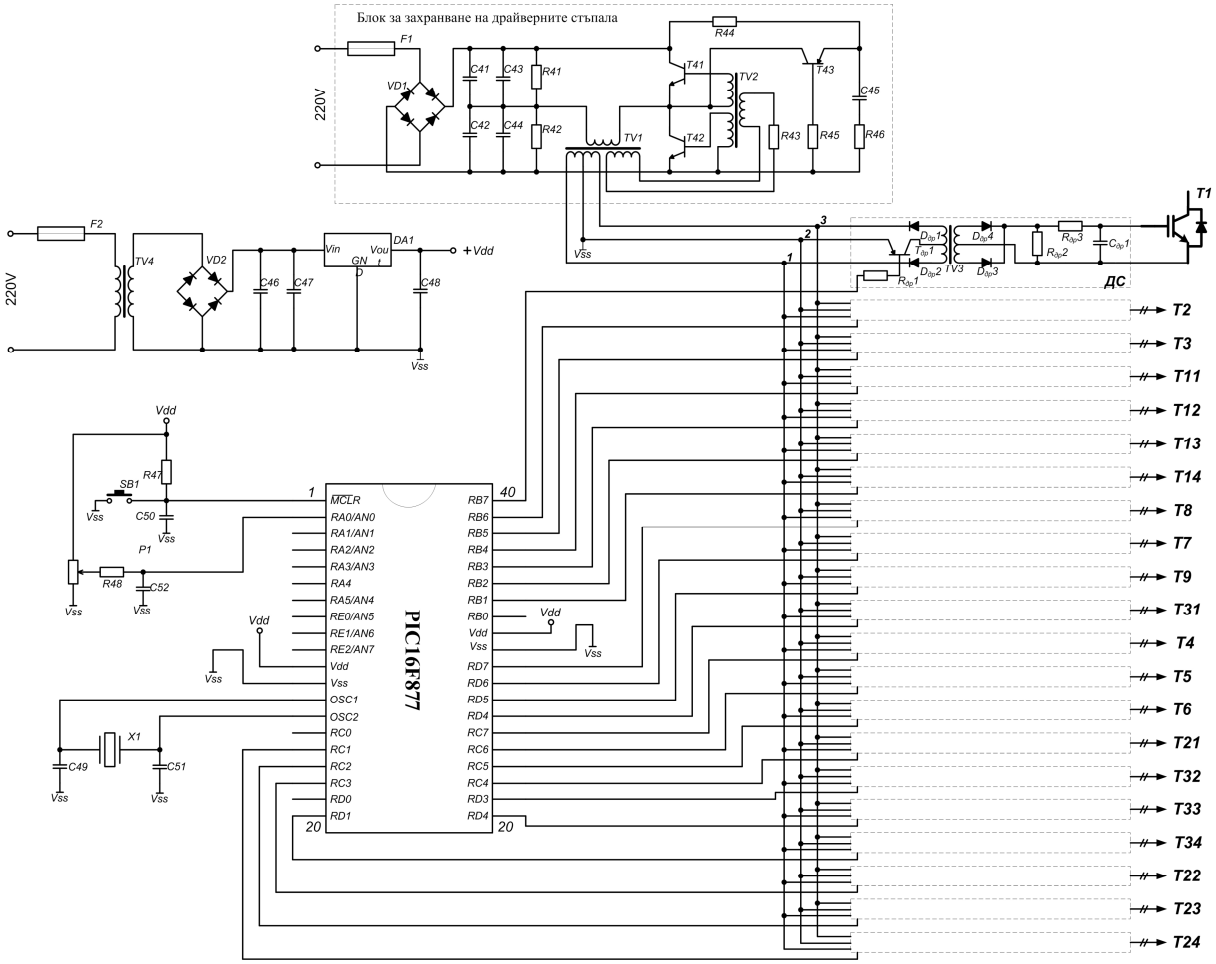


изходната честота.

Фиг.2. Времедиаграма на работа на силовите ключове

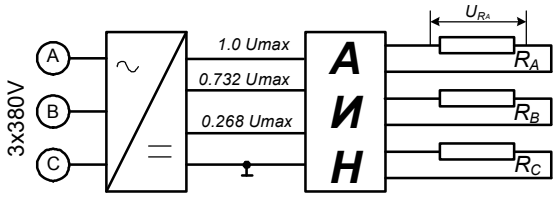


Фиг .3. Силова схема на инвертора



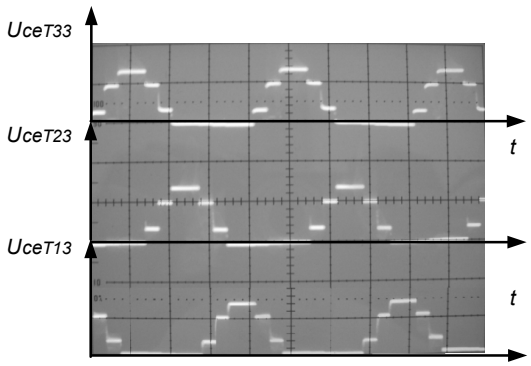
Фиг.4. Схема на управлението и драйверните стъпала

Представеният стъпален инвертор е реализиран в лабораторни условия. Проведени са експериментални изследвания, при работата му с активен товар. Схемата на опитната постановка е показана на фиг. 5.



Фиг. 5. Схема на опитната постановка

На фиг. 6 са представени осцилограми на напрежението върху силовите ключове в мостовете на трите фази. Вижда се тяхната работа на необходимото дефазиране от 120 ° ел.



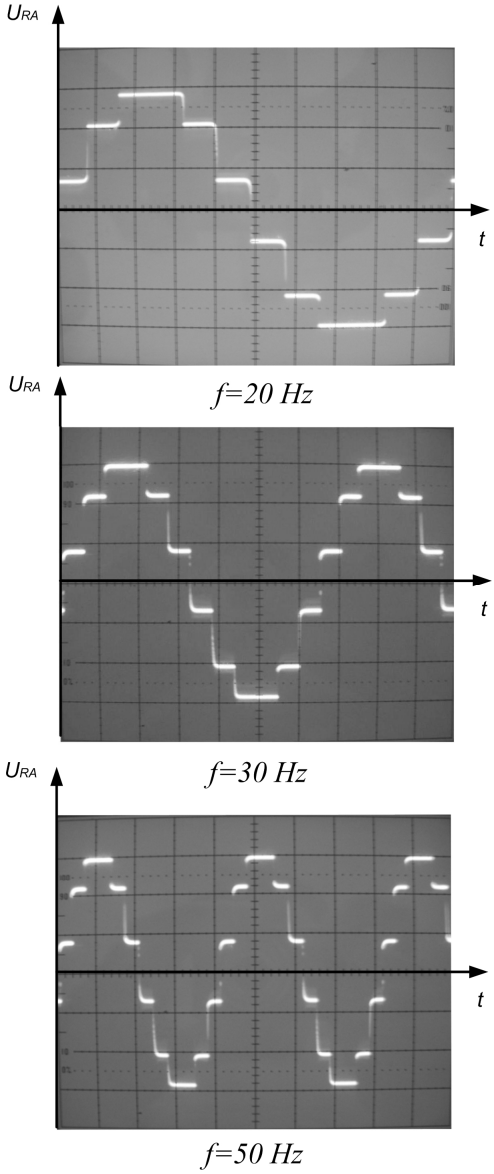
Фиг.6. Осцилограми на напрежението върху силовите ключове

На фиг. 7 са представени осцилограми на напрежението върху товара при зададени различни честоти на изходното напрежение.

III. ИЗВОДИ

Получените резултати показват работоспособност на проектирания инвертор и изпълнение на поставените изисквания по отношение на формата и възможността за промяна на периода на изходното напрежение. За реализиране на честотно управление на асинхронни двигатели, е необходимо синхронизиране работата на управлението (контролера) на регулируемият постояннотоков източник [7] на входа на инвертора, така че да се удовлетворяват законите за честотно управление на АД.

Фиг.7. Осцилограми на напрежението върху товара



Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект на тема “Разработване и изследване на електромеханични системи с подобрени регулировъчни и енергийни показатели” на ТУ-Варна, финансиран целево от държавния бюджет.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Rashid M.H. (Editor-in-Chief), Power electronics handbook, Academic Press (Second Edition) 2007

[2]. J. Song-Manguelle, Prof. A. Rufer, Multilevel Inverter for Power System Applications: Highlighting Asymmetric Design Effects From a Supply Network Point of View, CCECE 2003 - CCGEI 2003, Montréal, May/mai 2003

[3]. Mr. G. Pandian and Dr. S. Rama Reddy, Implementation of Multilevel Inverter-Fed Induction Motor Drive, Journal of Industrial Technology • Volume 24, Number 2 • April 2008 through June 2008

[4]. Nashiren F. Mailah, Senan M. Bashi, Ishak Aris, Norman Mariun, Neutral-Point-Clamped Multilevel Inverter Using Space Vector Modulation, European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.28 No.1 (2009), pp.82-9

[5]. Т. Пазвантов, П. Манасиев, Ц. Тодоров, Трифазен инвертор за ветроенергийни агрегати, работещи в паралел с мрежата, Научна сесия СУБ-Варна 10. 2005

[6]. Пазвантов Т.Х., Силови електронни преобразуватели, ТУ Варна, 2008 год.

[7]. Пазвантов Т.Х., Манасиев П.А., Тодоров Ц.Т., Широчинно-импулсни регулатори, с подобрени енергийни показатели, Proceedings of International Conference of Automatics and Informatics '08

За контакти:

инж. Цветомир Тодоров, ст. асистент в катедра ”Автоматизация на производството” при ФИТА на ТУ-Варна.
e-mail: c_todorov@abv.bg

Рецензент: доц. д-р инж. Емил Маринов

ИЗСЛЕДВАНЕ ПАРАМЕТРИЧНАТА ЧУВСТВИТЕЛНОСТ НА ОЦЕНИТЕЛИ НА СКОРОСТТА И ПОТОКОСЦЕПЛЕНИЕТО ЗА СИСТЕМИТЕ С БЕЗСЕНЗОРНО ВЕКТОРНО УПРАВЛЕНИЕ НА АСИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ

SPEED AND FLUX ESTIMATORS PARAMETRIC SENSITIVNESS RESEARCH FOR SENSORLESS VECTOR CONTROL SYSTEMS OF INDUCTION MOTORS

Емил Маринов, Живко Жеков, Цветомир Тодоров

Резюме: В статията са разгледани някои от основните видове оценители на скоростта и роторното потокосцепление за асинхронни електрозадвижвания с векторно управление. Представено е изследване и сравнителен анализ на параметричната чувствителност на оценителите по отношение на изменението на активните съпротивления на статорната и роторната намотки.
Ключови думи: Асинхронно електрозадвижване, безсензорно векторно управление, оценители на скорост и потокосцепление, параметрична чувствителност.

Abstract: In this paper some of basic speed and flux estimators in sensorless vector control AC drives are overviewed. Simulation research on parametric sensitivness with regard to stator and rotor coil resistances are accomplished.
Keywords: AC drive, Parametric sensitivness, Sensorless vector control, Speed and flux estimators.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

За функционирането на системите с безсензорно векторно управление (СБВУ) на асинхронни двигатели (АД) е необходимо определянето на скоростта на двигателя, както и на ъгъла и големината на вектора на роторното потокосцепление, което дава възможност да се реализира векторното управление без използването на сензори за скорост и поток. Известни са няколко основни метода за оценяване на скоростта на АД: чрез изчисляване на хлъзгането [1]; чрез директно изчисляване на скоростта посредством уравненията на двигателя [1,9]; чрез адаптивна система с еталонен модел [1,2,3]; чрез адаптивен наблюдател на скоростта [1,2,4,6,7]; посредством разширен филтър на Калман [1,2,5]; чрез хармониците на роторните канали [1,2]; посредством инжектиране на сигнали в статорните намотки [1,2]; чрез използване на невронни мрежи и размита логика; посредством итеративно оценяване на скоростта с настройваем модел [8].

Всички тези методи имат един основен недостатък – влошаване на точността на оценяване при промяна на параметрите на двигателя. Върху параметрите на двигателя влияят съществено: изменението на работната температура на АД; токовото изместване; насищането на основната магнитна система и магнитната система по пътя на потоците на разсейване. Ето защо е необходимо да се изследват оценителите при промяна на параметрите на двигателя. При системите с векторно управление на АД съществен е само първия фактор, влияещ върху активните съпротивления на намотките на двигателя понеже тези системи обикновено работят при ограничение на тока и с постоянно възбуждане (при работа до номинална скорост). В настоящата статия, посредством изследване на чувствителността на оценките на скоростта и роторното потокосцепление по отношение на изменението на активните съпротивления на статорната и роторната намотки, е извършено сравнение на следните три оценителя: оценител директно изчисляващ скоростта; оценител базиран на адаптивна система с еталонен модел и итеративен оценител с настройваем модел.

II. ОПИСАНИЕ И ЧУВСТВИТЕЛНОСТ НА ИЗСЛЕДВАНИТЕ ОЦЕНИТЕЛИ

II.1. Оценител директно изчисляващ скоростта и потокосцеплението (Оценител 1)

Електромеханичните процеси в АД с накъсо съединен ротор и механизма (за едномасова механична част), в неподвижно свързана със статора $\alpha - \beta$ координатна система, се описват със следните уравнения:

$$u_{s\alpha} = R_e(T_e p+1)i_{s\alpha} - \frac{R_r L_m}{L_r^2}\Psi_{r\alpha} + \frac{L_m}{L_r} p_p \omega_r \Psi_{r\beta} \quad (1)$$

$$u_{s\beta} = R_e(T_e p+1)i_{s\beta} - \frac{R_r L_m}{L_r^2}\Psi_{r\beta} + \frac{L_m}{L_r} p_p \omega_r \Psi_{r\alpha} \quad (2)$$

$$i_{s\alpha} = \frac{1}{L_m}(T_r p+1)\Psi_{r\alpha} - \frac{T_r}{L_m} p_p \omega_r \Psi_{r\beta} \quad (3)$$

$$i_{s\beta} = \frac{1}{L_m}(T_r p+1)\Psi_{r\beta} - \frac{T_r}{L_m} p_p \omega_r \Psi_{r\alpha} \quad (4)$$

$$M_e - M_c = Jp\omega_r \quad (5)$$

където:

$$T_e = \frac{L_e}{R_e}; R_e = R_s + R_r\frac{L_m^2}{L_r^2}; L_e = \frac{L_s L_r - L_m^2}{L_r}; T_r = \frac{L_r}{R_r}; k_m = \frac{3p_p L_m}{2L_r};$$

$$M_e = k_m(\Psi_{r\alpha} i_{s\beta} - \Psi_{r\beta} i_{s\alpha}); p = \frac{d}{dt}; \quad L_s, \quad L_r$$ - пълни индуктивности на статора и ротора; L_m – взаимна индуктивност; R_s, R_r – активни съпротивления на статора и ротора; p_p – брой чифтове полюси; M_e, M_c – електромагнитен и съпротивителен момент; J – инерционен момент.

Оценителят [9] изчислява съставящите на роторното потокосцепление посредством следните изрази, получени от уравнения (1)÷(4) след изключване на $p_p\omega_r\Psi_{r\alpha}$:

$$\hat{\Psi}_{r\alpha} = \frac{L_r}{L_m}u_{s\alpha} - \frac{L_r}{L_m}R_s i_{s\alpha} - (\frac{L_r L_s}{L_m} - L_m)\frac{di_{s\alpha}}{dt} \quad (6)$$

$$\hat{\Psi}_{r\beta} = \frac{L_r}{L_m}u_{s\beta} - \frac{L_r}{L_m}R_s i_{s\beta} - (\frac{L_r L_s}{L_m} - L_m)\frac{di_{s\beta}}{dt} \quad (7)$$

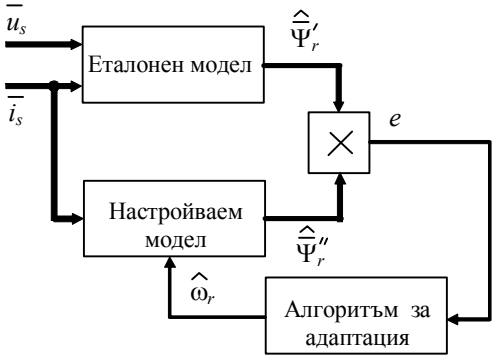
Оценката на скоростта се изчислява посредством израза:

$$\hat{\omega}_r = \frac{1}{p_p \hat{\Psi}_r^{\,2}}[\hat{\Psi}_{r\alpha}\hat{\dot{\Psi}}_{r\beta} - \hat{\Psi}_{r\beta}\hat{\dot{\Psi}}_{r\alpha} - \frac{L_m}{T_r}(\hat{\Psi}_{r\alpha} i_{s\beta} - \hat{\Psi}_{r\beta} i_{s\alpha})] \quad (8)$$

където: $\hat{\Psi}_r^2 = \hat{\Psi}_{r\alpha}^2 + \hat{\Psi}_{r\beta}^2$.

II.2. Оценител базиран на адаптивна система с еталонен модел (Оценител 2)

Оценителят, базиран на адаптивна система с еталонен модел [2] съдържа еталонен модел, настройваем модел и алгоритъм за адаптация – фиг.1 (променливите са предсравени в комплексна форма).



Фиг.1. Функционална схема на оценител 2

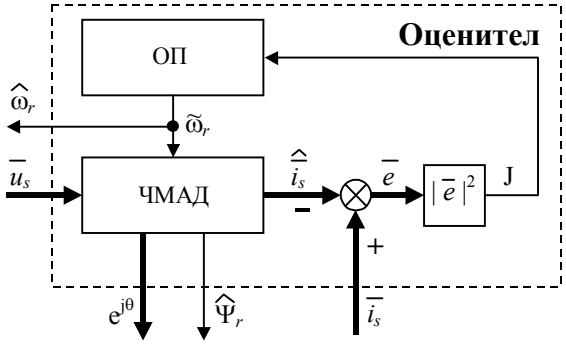
Еталонният модел се описва с уравнения (6) и (7), а настройваемият модел с уравнения (3) и (4). Грешката e се определя като:

$$e = \hat{\bar{\Psi}}'_r \times \hat{\bar{\Psi}}''_r = \hat{\Psi}'_{r\alpha}\hat{\Psi}''_{r\beta} - \hat{\Psi}'_{r\beta} \times \hat{\Psi}''_{r\alpha}, \quad (9)$$

а алгоритъмът за адаптация съдържа ПИ закон за настройка.

II.3. Итеративен оценител с настройваем модел (Оценител 3)

Предложеният в [8] оценител на скоростта и роторното потокосцепление се състои от частичен модел на АД (ЧМАД) и оптимизационна процедура (ОП) – фиг.2. Моделът се описва с уравнения (1)÷(4). Посредством ЧМАД едновременно се определя векторът на статорния ток, както и големината и положението на вектора на роторното потокосцепление.



Фиг.2. Функционална схема на оценител 3

Чрез оптимизационна процедура за всеки такт k $\tilde{\omega}_r$ се изменя така, че да се минимизира оптимизационния критерий J, при което се получава оценката на скоростта $\hat{\omega}_r$ т.е.

$$\hat{\omega}_r = \tilde{\omega}_r \text{ когато } \mathrm{J} = \min$$

Оптимизационният критерий е:

$$\mathrm{J} = \left|\vec{e}\right|^2 = \left|\vec{i}_s - \hat{\vec{i}}_s\right|^2 \qquad (10)$$

II.4. Чувствителност и постановка на изследването

За една нестационарна система може да се запише:

$$\mathbf{x}=\mathrm{F}(\boldsymbol{u},\boldsymbol{d},\boldsymbol{\alpha})$$
$$\boldsymbol{\alpha}=var$$

където: **x** - вектор на състоянието; ***u*** и ***d*** – вектори съответно на управляващите и смущаващи въздействия; **α** – вектор на параметрите.

Чувствителността на системата представлява способността й да променя реакцията си изразена чрез **x** под действие на вътрешни и външни смущения [10]. При промяна единствено на параметрите **α** по аналогичен начин се дефинира параметричната й чувствителност.

Параметричната чувствителност на системата количествено се характеризира чрез функциите на чувствителност и коефициентите на чувствителност.

Функциите на чувствителността от 1-ви и n-ти ред се определят съответно като [10]:

$$S_x^{\alpha} = \frac{\partial x}{\partial \alpha}; \qquad (11)$$

$$S_{x_i}^{\alpha} = \frac{\partial^n x_i}{\partial \alpha_1^n \ldots \partial \alpha_2^n}. \qquad (12)$$

Тъй като при многомерни, нелинейни или итеративни (какъвато е третият изследван оценител) системи възникват затруднения при аналитично извеждане на функцията на чувствителност, тя може да бъде получена посредством допълнителното движение **Δx**. Допълнителното движение може да се изведе по следния начин. Ако **α** е скаларен параметър и векторът **x** при **α=α₆** (**α₆** - базова стойност на **α**) има по **α** производни до *q+1* порядък тогава съществува разложение в ред на Тейлър:

$$x(t,\alpha) = x(t,\alpha_б) + \frac{\partial x(t,\alpha_б)}{\partial \alpha}\Delta\alpha +$$
$$+\frac{1}{2}\frac{\partial^2 x(t,\alpha_б)}{\partial \alpha^2}\Delta\alpha^2 + \ldots + \frac{1}{q!}\frac{\partial^q x(t,\alpha_б)}{\partial \alpha^q}\Delta\alpha^q + S_{q+1} \qquad (8)$$

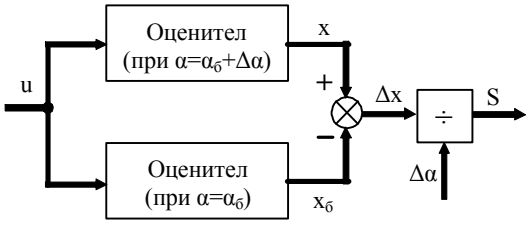
където S_{q+1} – остатъчен член.

При достатъчно малка вариация на **Δα** и пренебрегване на производните от втора и по-висока степен в реда на Тейлър са налице линейни спрямо **Δα** приближения, като за свободното движение може да се запише:

$$\Delta x(t) = x(t,\alpha) - x(t,\alpha_б) = \frac{\partial x(t,\alpha_б)}{\partial \alpha}\Delta\alpha\ , \quad (12)$$

от където $\Delta x(t) = S_x^{\alpha}(t)\Delta\alpha$. (13)

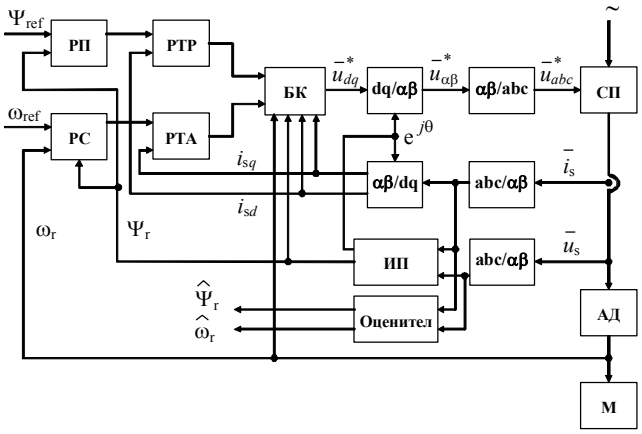
Допълнителното движение е разликата между смутеното x(t,α) и базовото x(t,α₆) движение, а чувствителността се получава като частно на допълнителното движение и вариацията по определения параметър (параметри) – фиг.3.



Фиг.3. Функционална схема на изследваната постановка

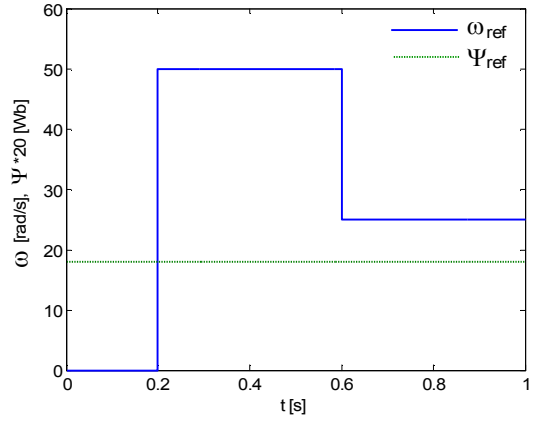
III. СИМУЛАЦИОННИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Изследванията са извършени за трите упоменати оценителя, възстановяващи скоростта и потокосцеплението на система с векторно управление, представена на фиг.4, използваща двигател тип МТК 21-6 със следните каталожни данни: мощност 5kW; номинален момент M_{n}=52.47Nm; номинален ток I_{sn}=13.4A; $R_{s\mathrm{kat}}$=1.11Ω; $R_{r\mathrm{kat}}$=1.862Ω; $L_{s\mathrm{kat}}$=0.075H; $L_{r\mathrm{kat}}$=0.077H; L_m=0.072H. Системата е описана по-детайлно в [8]. Тъй като в модела на системата се отчитат дискретните свойства на силовия преобразувател сигналите са филтрирани, за изключване на високочестотната съставяща.



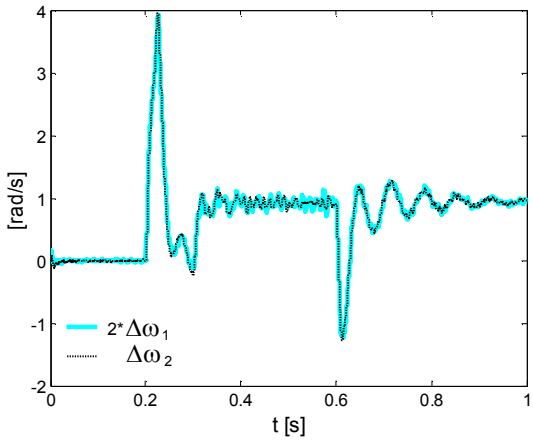
Фиг.4. Функционална схема на асинхронно електрозадвижване с векторно управление

Заданията на системата по скорост и потокосцепление са представени на фиг.5. Съпротивителният момент M_c за всички изследвания е приет за реактивен, като $M_c=M_n$.



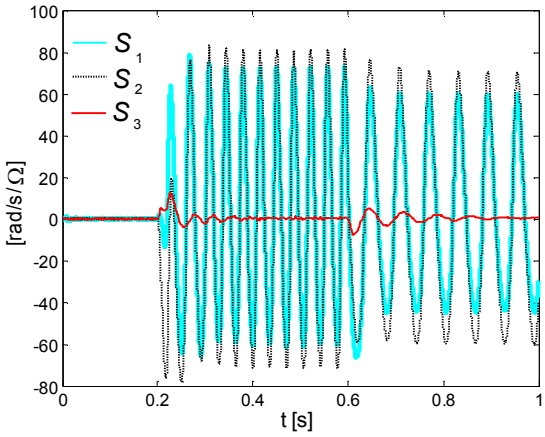
Фиг.5. Задания на системата по скорост и потокосцепление

Извършени са множество изследвания на допълнителните движения на скоростта и потокосцеплението и на трите оценителя потвърждаващи линейната връзка в (13) за вариации на R_s и R_r до 10% от каталожните (базовите) им стойности. Едно от тези изследвания на Оценител 3 е представено на фиг.6, като $\Delta\omega_1$ е свободното движение на скоростта при 5% промяна на R_s спрямо R_{skat}, а $\Delta\omega_2$ е свободното движение на скоростта при10% промяна на R_s спрямо R_{skat}. На фиг.7÷9 са представени чувствителностите на оценките на скоростта S_1, S_2, S_3 съответно за Оценител 1, Оценител 2 и Оценител 3, относно промяна на статорното съпротивление

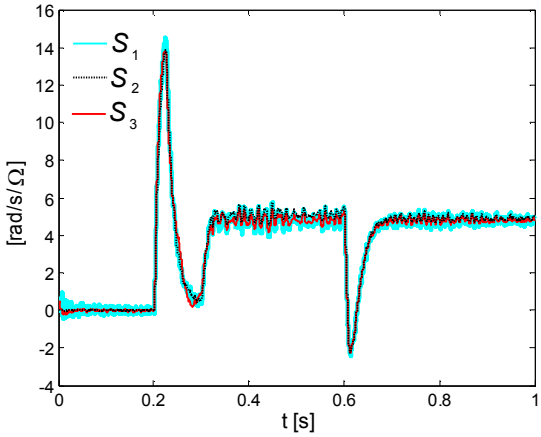


Фиг.6. Допълнително движение на Оценител 3

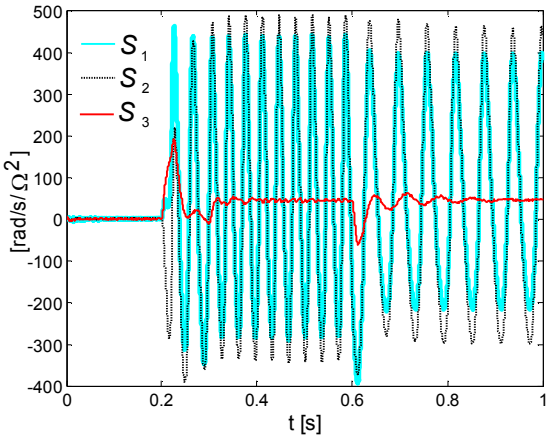
($R_s=R_{skat}+10\%R_{skat}$, $R_r=R_{rkat}$) - фиг.7, роторното съпротивление ($R_r=R_{rkat}+10\%R_{rkat}$, $R_s=R_{skat}$) – фиг.8, и двете съпротивления ($R_s=R_{skat}+10\%R_{skat}$, $R_r=R_{rkat}+10\%R_{rkat}$) – фиг.9.



Фиг.7. Чувствителности на оценките на скоростта по R_s

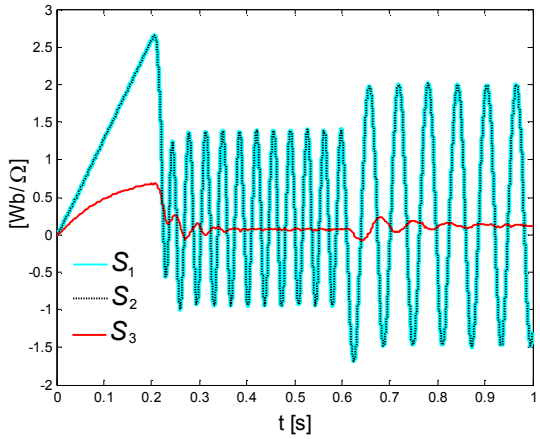


Фиг.8. Чувствителности на оценките на скоростта по R_r

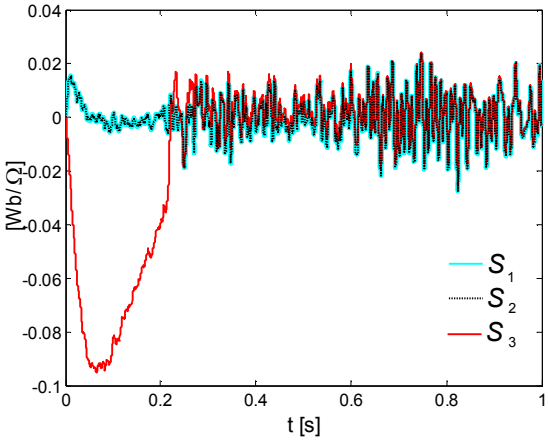


Фиг.9. Чувствителности на оценките на скоростта по R_s и R_r

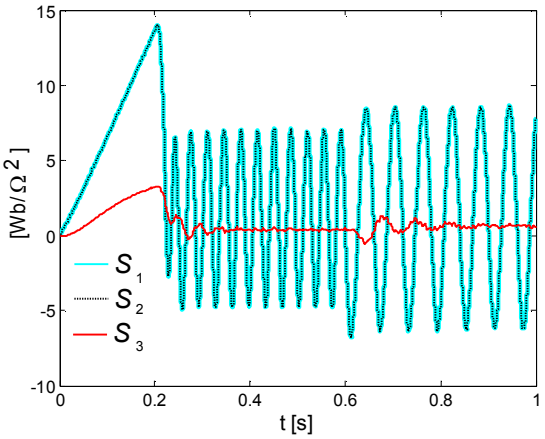
На фиг.10÷12 са представени чувствителностите на оценките на потокосцеплението S_1, S_2, S_3 съответно за Оценител 1, Оценител 2 и Оценител 3, относно промяна на статорното



Фиг.10. Чувствителности на оценките на потокосцеплението по R_s



Фиг.11. Чувствителности на оценките на потокосцеплението по R_r



Фиг.12. Чувствителности на оценките на потокосцеплението по R_s и R_r

съпротивление (R_s=R_{skat}+ +10%R_{skat}, R_r=R_{rkat}) - фиг.10, роторното съпротивление (R_r=R_{rkat}+10%R_{rkat}, R_s=R_{skat})– фиг.11, и двете съпротивления (R_s=R_{skat}+10%R_{skat}, R_r= R_{rkat}+10%R_{rkat}) – фиг.12.

Наблюдава се понижена чувствителност на оценката на скоростта на Оценител 3 при вариация на статорното съпротивление в сравнение с другите два оценителя. Същото важи и за чувствителността на оценката му по скорост при промяна и на двете съпротивления. И трите оценителя са по-нискочувствителни по скорост при вариация само на роторното съпротивление, като чувствителностите им са приблизително равни. Изводите от резултатите при изследванията на чувствителността на оценките по потокосцеплението са идентични с тези при изследванията на чувствителността на оценките по скорост. Наблюдава се повишаване на чувствителността на Оценител 3 в интервала от 0÷0.2s (интервал за възбуждане на АД) при промяна на роторното съпротивление – фиг.10. Идентичните резултати на Оценител 1 и Оценител 2 при всички представени изследвания се дължат на еднотипния начин на пресмятане на оценката на роторното потокосцепление, основаващ се на изрази (6) и (7) и влиянието и върху оценката на скоростта.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На база на допълнителните движения са получени чувствителностите на оценките по скорост и потокосцепление на изследваните оценители при промяна на активните съпротивления на статорната и роторната намотки. Върху чувствителностите влияят режима на работа на системата, както и големината на заданието по скорост. И трите оценителя са по - чувствителни при промяна на статорното съпротивление, отколкото при промяна на роторното съпротивление. Поради това е целесъобразно за повишаване на точността им на оценяване да се извършва оценяване и на съпротивленията на АД, като това важи в по-голяма степен за Оценител 1 и Оценител 2.

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект на тема "Разработване и изследване на електромеханични системи с подобрени регулировъчни и енергийни показатели" на ТУ-Варна, финансиран целево от държавния бюджет.

За контакти:
инж. Живко Жеков, асистент в Катедра "Автоматизация на производството" при ФИТА на ТУ-Варна.
e-mail: fitter@abv.bg

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. B. Bose, „Modern Power Electronics and AC Drives". Prentice Hall PTR,New Jersey 2001
[2]. J. Holtz, "Sensorless Control of Induction Motor". IEEE, Vol. 90, No. 8, Aug. 2002, pp. 1359 – 1394
[3]. V. Vasic, S. Vukosavic, E. Levi, "A Stator Resistance Estimation Scheme for Speed Sensorless Rotor Flux Oriented Induction Motor Drives". IEEE Transaction on Energy Conversion, Vol. 18, No. 4, Dec. 2003, pp. 476-483.
[4]. T. Ionkov, E. Ionchev, "Adaptive Observer for Sensorless Control of Induction Motor". "Fundamental Sciences and Aplication", Vol. 13(4), 2006
[5]. B. Akin, U. Orguner, A. Ersak, M. Ehsani, "Simple Derivative-Free Nonlinear State Observer for Sensorless AC Drives". IEEE/ASME Transaction on Mechatronics, Vol. 11, No. 5, Oct. 2006
[6]. H. Hofmann, S. Sanders, "Speed-Sensorless Vector Torque Control of Induction Machines Using a Two-Time-Scale Approach". IEEE Transaction on Industry Aplications, Vol. 34, No. 1, Jan./Feb. 1998
[7]. B. Hamed, L. Sbita, "Sensorless Indirect Stator Field Oriented Control of Induction Motor Based on Luenberger Observer". IEEE/ISIE Montreal ,Quebec, Canada, Vol. 3, 2006, pp. 2473-2478
[8]. E. Marinov, K. Lutskanov, Z. Zhekov, "Sensorless Vector Control of Induction Motor", ICEST2007, Ohrid, Macedonia, June 2007, pp. 553-556
[9]. O. Barambones, A. Garrido, "A sensorless variable structure control of induction motor drives". Electric Power Systems Research. ISSN: 0378-7796, No. 72, 2004, pp. 21-32.
[10]. Под ред. А. Красовского „Справочник по теории автоматического управления" Наука, Москва 1987

Рецензент:
инж. Витан Димитров, доц. д-р в Катедра"Автоматизация на производството" при ФИТА на ТУ-Варна.

МИКРОЛЕНТОВИ КЪСИ АНТЕНИ С ОБРАТНО ИЗЛЪЧВАНЕ

MICROSTRIP SHORT BACKFIRE ANTENNAS

Г. Ц. Червенков, Г. С. Киров
G. T. Chervenkov, G. S. Kirov

Резюме: Извършен е хронологичен обзор на експерименталните разработки на микролентовите къси антени и антенни решетки с обратно излъчване. Представени са параметрите, предимствата и възможните приложения на този тип антени в спътниковите и мобилни комуникации.
Ключови думи: антена с обратно излъчване, къса антена с обратно излъчване, микролентова антенна решетка, микролентова къса антена с обратно излъчване

Abstract: A chronological review of experimental studies of microstrip short backfire antennas and microstrip short backfire antenna arrays is performed. This paper represents antenna parameters, advantages and various applications of microstrip short backfire antennas in mobile and satellite communications.
Keywords: backfire antenna, microstrip array, microstrip short backfire antenna (MSSBFA), short backfire antenna (SBFA)

I. INTRODUCTION

The classic short backfire antenna (SBFA) with circular reflectors as shown in Figure1 was demonstrated for the first time by H. W. Ehrenspeck at the Air Force Cambridge Research Center, Bedfort, Mass. in 1962 [1].

In 1965 Ehrenspeck published the first experimental results on SBFA and in 1969 he received the first patent for this antenna [3].

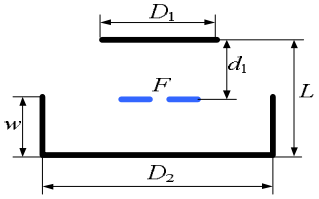


Figure 1. A geometry of the SBFA.

The short backfire antenna consists of leaky cavity resonator formed from two planar reflectors of different diameters (large reflector D_2 and small reflector D_1) with a source F placed between them and the reflector rim has a width w.

Through extensive studies of the near-field of the SBFA [4, 5] it was ascertained that its mechanism of radiation is characterized by multiple reflections of electromagnetic waves between two reflectors and intensive energy radiations from non-covered aperture area, normal to the small reflector. Maximum radiation occurs along the outward edge from the large reflector.

The backfire antenna designs are termed long or short depending on the distance between two reflectors. The SBFA can be considered as a particular case of the long backfire antenna (LBFA).

The first construction of LBFA explained by Ehrenspeck and his associates in 1959 [6] is endfire antenna (Yagi antenna) with a large plane reflector placed at the open end of the endfire structure, perpendicular to its axis.

The LBFA consists of following basic elements: two parallel reflectors (large and small), a feed source and a surface wave structure placed between reflectors [7]. It is ascertained [8] that the length of LBFA is equal to n one-half wavelength at the design frequency and can be expressed as [9]

$$L = n.(0.5\lambda_s)+\Delta L, \quad (1)$$

for n=1,2,3...

where $\lambda_s=v/f$ is the surface wave wavelength, ΔL is the length correction due to the radiation, n is real integer called standing-wave number, $\lambda_0=c/f$ is the free-space wavelength and f is the design frequency.

Experimental results show that its length L takes discrete resonance values and usually the standing-wave number n takes values from 4 to 8 [9].

If n=1 the axial length of LBFA is only one-half wavelength (L=0.5λ_0), the surface

wave structure becomes unnecessary and the antenna is converted into a SBFA.

Usually the reflectors are circular, square, octagonal in shape and have diameters $D_2 = (1 \div 2.3)\lambda_0$ and $D_1 = (0.3 \div 0.65)\lambda_0$ [10].

The SBFA is fed by half-wave dipole, crossed dipole, waveguide or microstrip antenna [10]. The microstrip element was employed for the first time to excite a SBFA by Kaloi et al. [11] in 1981 and in 1982 he received a patent for this type of backfire antenna (Microstrip Short Backfire Antenna) [12].

The SBFA has been widely used in mobile and satellite communications, tracking, and telemetry [13], due to its excellent radiation characteristics (a gain on the order of 13 ÷ 15dBi, with sidelobes of at least -20dB and a backlobe lower than -30dB), its compact structure, and its simple feed configuration.

The MSSBFA may become one of the most competitive candidates for these wireless application because of its low profile, high gain, lightweight, and high isolation from surroundings.

II. MICROSTRIP SHORT BACKFIRE ANTENNAS

MSSBFA is a SBFA, which is excited by a microstrip radiating element. MSSBFA can provide more than tree times the gain over a single microstrip element and thereby be capable of replacing four or more elements of a conventional microstrip array [11].

Experimental results for such antenna design were published by Kaloi et al. in 1981[11], 1982г. [12]. Experimental measurements are performed with a MSSBFA which has a microstrip (Figure 2) and coplanar (Figure 3) square radiating element, and the shapes of both reflectors are made square or circular.

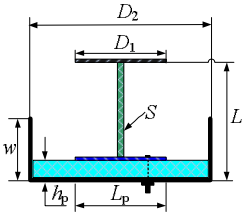


Figure 2

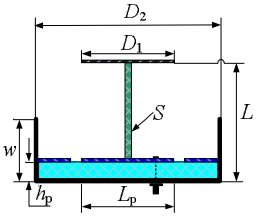


Figure 3

The small reflector is supported by central support S of suitable dielectric material above the radiating element and approximately $L \sim 0.5\lambda_0$ from the ground plane and it is approximately the same size as the microstrip radiating element. A microstrip radiating element is mounted above and spaced from the large reflector by a dielectric substrate and the large reflector also forms a backfire cavity with the small reflector.

In the configuration shown on Figure 3 the reflectors are circular, the large reflector $D_2 = 1.5\lambda_0$ is coplanar with the circular microstrip element, $L \sim 0.5\lambda_0$ and a gain of approximately 11dB is obtained. It was found that the gain has maximum ($G \sim 13$dB) for a large reflector diameter $D_2 = 2\lambda_0$. Decreasing the diameter of the large reflector to $D_2 = 1\lambda_0$ would reduce the gain to $G \sim 7$dB. If all elements are square similar results are observed.

In the configuration shown on Figure 2 with circular reflectors and microstrip element (or square reflectors and microstrip element) provides less gain (~1dB) in comparison with configuration in Figure 3.

The configuration with circular reflectors and square microstrip element provides the least gain of all the configurations previously discussed. The main reason for this decrease in gain is the lack of symmetry between the microstrip radiating element and the reflectors.

The parameters that provide control for obtaining optimum operation conditions for the MSSBFA are the reflector diameters, the distance between reflectors, symmetry between the microstrip radiating element and the reflectors, parallel reflection planes, and matching of the microstrip radiating element to the backfire cavity formed by the space between reflectors. The diameter of the large reflector appears to have the most influence on the gain.

In [7] a design of MSSBFA is shown in Figure 4 and experimental results obtained by Van de Capelle, et al. [14] are described.

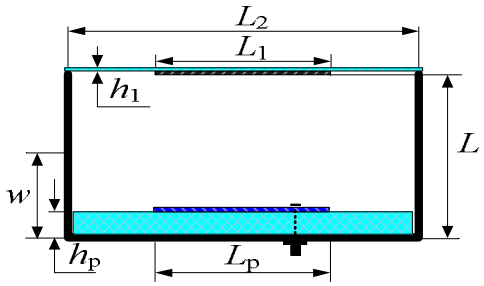


Figure 4. MSSBFA with square reflectors

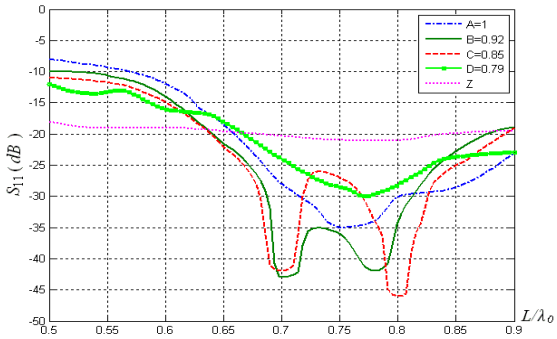


Figure 5. The reflection coefficient S_{11} versus the ratio L/λ_0

The reflectors and microstrip radiating element are square. The patch (L_p) is fed from a coaxial-to-microstrip adapter with the center pin of the adapter extending to the feedpoint. The large reflector is surrounded by a vertical material rim of height w. For mechanical convenience the small reflector is etched onto a thin dielectric substrate (h_1), with the dimensions as the big reflector. Reflection coefficient S_{11}, bandwidth *BW*, half-power beamwidth *HPBW*, sidelobe level *SLL* are studied when varied the height L in step of 0.5mm. Four sizes of small reflector (represent by ratio L_1/L_p, for fixed size of the patch L_p) A=1, B=0.92, C=0.85 and D=0.79 are investigated.

Reflection coefficient S_{11} as a function of the ratio L/λ_0 for the small reflectors (cases *A, B, C* and *D*) is designed by solid line in Figure 5 and for the case without small reflector is shown by dotted line (*Z*). It is evident (Figure 5) that a better input match can be achieved by varying with distance L between the reflectors in the MSSBFA (curve A, B, C and D) in comparison with the base microstrip antenna (curve Z).

The measured 10dB reflection bandwidth of the base microstrip antenna is about 3%. The impedance bandwidth of the MSSBFA decreases approximately 1% (for fixes value L/λ_0=0.6) in comparison with the base microstrip antenna but it increases linearly with the ratio L/λ_0 for all four cases.

It is ascertained that the sidelobe level is the lowest around the resonant frequency of the MSSBFA. The sidelobe level is in dependency on the ratio L_1/L_p. The sidelobe level is measured at the design frequency and it is ascertained the lowest SLL at L_1/L_p=0.85 (below -25dB) and the highest at L_1/L_p=1 (about -17dB).

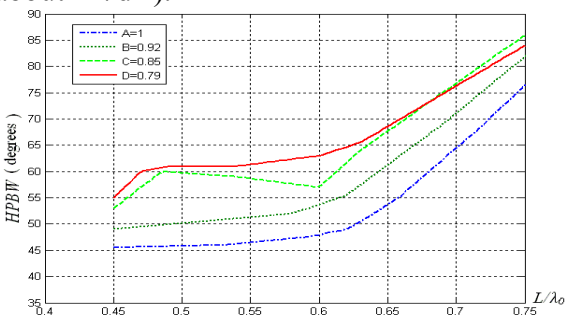


Figure 6. The Half-power beamwidth versus the ratio L/λ_0.

It is evident (Figure 6) that the *H*-plane half-power beamwidth increases rapidly when L/λ_0 >0.6 for all cases of ratio L_1/L_p and hence the gain will be decreased at the same rate.

It is ascertained that (for fixed value L/λ_0=0.6) the half-power beamwidth decreases linearly with the ratio L_1/L_p and the sidelobe level increases at about the same rate. Depending on the value of the acceptable *SLL* the minimum possible beamwidth can be obtained.

Zhong and Chen [15] have proposed a design of MSSBFA with circular reflectors and microstrip element like this shown in Figure 2. The microstrip short backfire antenna is designed to operate at a resonant frequency 3.95GHz with following dimensions: ε_{rp}=2.55, h_p=5mm, L_p=12.12mm, w=0, L=0.5λ_0, D_2=3λ_0, D_1=0.47λ_0. The measured gain is 12.2dB.

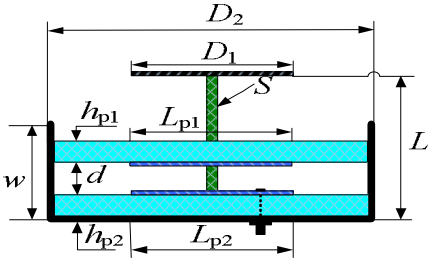


Figure 7. The two-layer MSSBFA design

The two-layer MSSBFA design showed in Figure 7 is attempt to increase the impedance bandwidth and gain. The dimensions of the antenna are as follows: ε_{rp1}=2.8, h_{p1}=1mm, ε_{rp2}=2.55, h_{p2}=5mm, L_{p1}/L_{p2}=1.05, d=0.078λ_0. The measured gain is 12.8dB for the two-layer MSSBFA (with w=0) and 10.9dB when D_1=0. It is observed that the voltage standing-wave ratio (*VSWR*) is better than 2 over the bandwidth of 13% for both cases. By adding a rim (w=0.5λ_0), the back lobe is suppressed to a great extent and the lowest is below -25dB.

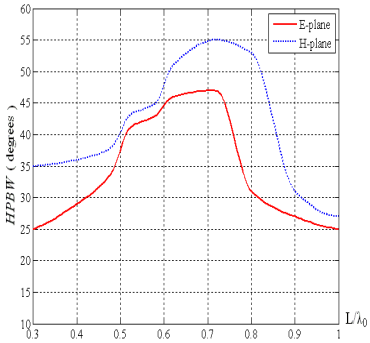


Figure 8

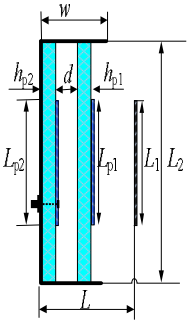


Figure 9

The *H*-plane and *E*-plane half-power beamwidths as a function of L/λ_0 are shown in Figure 8. It is evident that the beamwidths are the narrowest and symmetrically in both planes at L/λ_0=0.5 and 1, and this implies an optimum gain.

A MSSBFA analogycal with the antenna showed in Figure 7 is described in [16]. The electromagnetically coupled patch (EMCP) antenna is used as feed. The experimental results obtained, for this antenna design (Figure 9), indicate a improvement in the radiation characteristics as well as in the gain and in the bandwidth of the MSSBFA as compared to those of a microstrip antenna. Antenna consists of square reflectors L_2=90mm (2.69λ_0) and L_1=8.8mm (0.26λ_0), and the patch (L_{p2}) is fed from a coaxial-to-microstrip adapter with the center pin of the adapter extending to the feedpoint located at the midpoint of the edge of the patch. A rim with height w=10mm (0.3λ_0) is added and the antenna is designed to operate at a resonant frequency 8.98GHz. The first microstrip radiating element is referred as feeding patch (L_{p2}) and the second one is the radiating patch (L_{p1}). The feeding patch is square of a side 8.8mm and the two patches are etched on a separate substrates with dimensions 90x90mm, ε_{rp1}=ε_{rp2}=2.5, h_{p1}=h_{p2}=1.6mm and aligned so that their centers are situated on the common axis. The input impedance bandwidth is measured for the EMCP antenna (L_1=0) with tree different sizes of the radiating patch for a different separation (d) between two patches. The results are illustrated in Table 1.

Table 1. The performance of the EMCPA

	Radiating Patch Sise (L_{p2})					
	7.5mm		8.8mm		10.5mm	
d (mm)	f_0 (GHz)	BW (%)	f_0 (GHz)	BW (%)	f_0 (GHz)	BW (%)
1.68	8.88	1.59	8.66	2.31	9.36	2.27
2.52	8.90	2.24	8.74	4.80	9.42	2.33
3.36	8.94	2.68	8.98	11.13	9.38	1.70
4.20	9.04	2.87	9.26	3.02	9.28	1.50
5.04	9.08	2.40	9.26	1.71	9.28	1.40

For the EMCP with equal dimensions of feeding and radiating patches L_{p1}=L_{p2}=8.8mm and a distance between the both patches d=3.36mm a bandwidth of 11.13% is measured.

The gain of the MSSBFA is measured for different sizes of a small reflector and different distances L between reflectors. The maximum gain is for a small reflector of size equal to those for the two patches L_1=L_{p1}=L_{p2}=8.8mm and with a distance L=33.3mm (~λ_0).

Table 2. The performances of the antennas

Type of Antenna	*HPBW*		f_0 (GHz)	BW (%)	G (dB)
	E-plane	*H*-plane			
Single Patch	75	43	8.90	1	5.32
EMCPA	72	45	8.98	11.1	8.72
MSSBFA	44	33	8.98	7.1	12.5

It is obvious from experimental results tabulated in Table 2 that the directive gain of MSSBFA is 12.5dB. This is an improvement of 3.78dB in directivity but the impedance bandwidth decreases approximately 4% in comparison with the EMCP antenna.

The cross-polar patterns for the microstrip short backfire antenna are also measured. Its level is lower than -15.5 dB in the *E*-plane and -18 dB in the *H*-plane.

The proposed antenna design with the axial length, of MSSBFA, in accordance with (1) is $L=\lambda_0$ for $n=2$. The length of the antenna increased twice and this is basic disadvantage of this antenna design in comparison with all proposed microstrip short backfire antennas with axial length $0.5\lambda_0$.

A microstrip short backfire antenna with a microstrip radiating element placed to the small reflector (Figure 10) is proposed in [17].

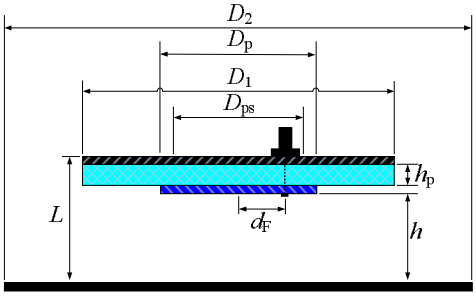


Figure 10. A MSSBFA with a radiating element placed to the small reflector

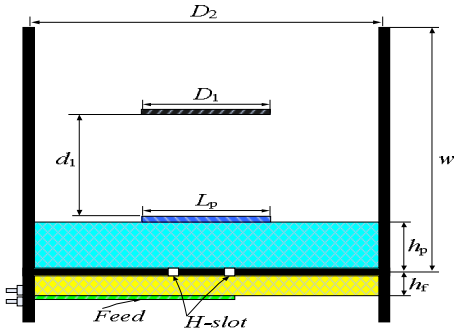


Figure 11. A MSSBFA fed via *H*-shaped slots

The MSSBFA is designed to operate at a resonant frequency 3.95GHz and circular polarization. The shape of the microstrip element is a modified circular disc which radiates a circular polarization. The dimensions of the antenna according to Figure 10 are as follows: D_1=189mm($\sim\lambda_0$), d_2=122.2mm($0.635\lambda_0$), D_2=285mm($1.52\lambda_0$), D_p=67mm, D_{ps}=63.5mm, d_F=11.8mm, ε_{rp}=2.55, h_p=3.2mm. The measured gain of the MSSBFA is about 8dB, this is about 3dB higher than that of the circular microstrip antenna, i.e. the primary source.

Nessel, et al. [15] have proposed a design of MSSBFA with patch element fed via two *H*-shaped slots to maintain a wide bandwidth, as well as provide for dual circular polarization (Figure 11). The microstrip short backfire antenna is designed to operate at a resonant frequency 2.2875GHz. The small reflector is $0.325\lambda_0$ in diameter and spaced approximately $0.45\lambda_0$ above the patch. The big reflector diameter is $2.05\lambda_0$ with rim height of $1.4\lambda_0$. A square patch of 53mm sits atop a foam spacer of height 3.2mm and relative permittivity ε_{rp}=1.07. The feeding system and *H*-shaped slots are fabricated on the two sides of sheet of Duroid5880 (ε_{rf}=2.2, $tg\delta$=0.0004, h_f=0.254mm).

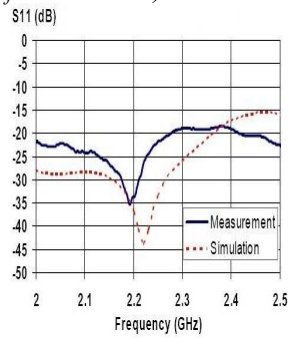


Figure 12

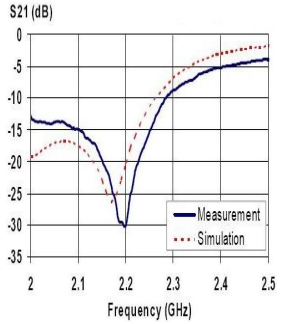


Figure 13

A comparison between simulated on Zeland IE3D electromagnetic simulator and measured reflection coefficients S_{11} and isolation S_{21} is shown in Figure 12 and Figure13 respectively and indicates good agreement over the operating bandwidth 2.2÷2.3GHz. It is observed (from measured S_{11} and S_{21}) that a 15dB bandwidth of 150MHz (Figure 13) is achieved. Simulations performed using Microwave studio indicates a maximum directivity of 15.2dBi and the cross-polarization component (LHCP) is highest at 2.3GHz (4dBi).

III. MICROSTRIP SHORT BACKFIRE ANTENNA ARRAYS

A microstrip short backfire antenna is suitable to array element in high-gain antennas. A single element of MSSBFA can replace four or more elements of conventional microstrip array [11, 12], the number of feed elements is reduced without significant loss in directivity, and the insertion losses due to additional transmission lines are reduced because fewer elements are used. The requirements which have to be met for many applications are high gain, lowest side- and backlobe level, smallest dimensions and

simplest construction. The MSSBFA array Figure 12 described in [12] is smaller in axial length and offers a much simpler construction than other types of reflector antennas.

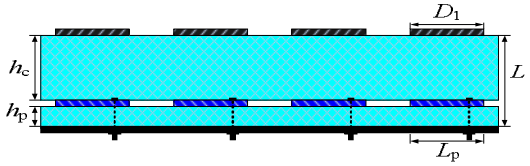


Figure 14. A design of the MSSBFA array.

In this construction the radiating microstrip elements (L_p) are square and etched on a separate dielectric substrate board (h_p). The small reflectors (D_1) are circular and etched on a separate dielectric substrate board of greater thickness (h_c). The two substrate boards are then laminated together to form the final array. The cavity formed by the space between the big reflector and the small reflector is filled with a dielectric material and the spacing between them (L) should be approximately one-half the wavelength in the dielectric. This provides overall thinning of an array.

CONCLUSION

A chronological review of experimental studies of microstrip short backfire antennas and microstrip short backfire antenna arrays has been performed. Due to their excellent performances, a gain on single element about 12dBi, low profile, low level of backlobe and sidelobes, lightweight and high isolation from surroundings they may become one of the most competitive candidates for use in mobile and satellite communications.

The authors wish to acknowledge Bulgarian Ministry of Education, Youth and Science and Technical University of Varna for the financial support under the Project No.NP-7/2009.

REFERENCES:

[1]. A. Kumar., Backfire Antennas Aim at Direct Broadcast TV. Microwaves, 17, No 4, April 1978, pp.106-112.
[2]. H. W. Ehrenspeck, The Short Backfire Antenna, Proc. IEEE, 53, No 8, August 1965, pp.1138-1140.
[3]. H. W. Ehrenspeck, Short Backfire Antenna, US Patent No 3 438 043, April 1969.
[4]. H. W. Ehrenspeck, J. A. Strom, The Short-Backfire Antenna as an Element for High-Gain Arrays, AFCRL, Bedford, Mass., Rept. 71-0234, April 1971.
[5]. H. W. Ehrenspeck and J. A. Strom, The Short-Backfire Antenna - a Highly Efficient Array Element, Microwave Journal, 20, No 5, May 1977, pp. 47-49.
[6]. H. W. Ehrenspeck, The Backfire Antenna, a New Type of Directional Line Source, Proceeding of the IRE,vol.48,No1,Jan.1960,pp.109-110
[7]. A. Kumar, H. D. Hristov, Microwave Cavity Antennas, Artech House, 1989.
[8]. F. J. Zucker, The Backfire Antenna: Qualitative Approach to Its Design, Proc. IEEE, vol.53, No 7, July 1965, pp. 746-747.
[9]. G.S. Kirov, H.D. Hristov, R. Feick, Backfire Disk-on –rod Antenna for Long-range Point-to-Point Communication, Microwave Journal,vol. 52, No 6, June 2009, pp. 64-78.
[10]. H.D. Hristov, R. Feick, R.J. Urumov, G.S. Kirov, Dual-band Assembly of Integrated Short Backfire Antenna, Microwave Journal, vol. 50, No 1, Jan. 2007, pp. 86-104.
[11]. C. Kaloi, D. Hatfield, P.Simon, Microstrip Backfire Antenna, IEEE APS Symposium,vol.19, June 1981,pp.343-346
[12]. C.M. Kaloi, Microstrip Backfire Antenna, US Patent No 4 347 517, 31 Aug. 1982.
[13]. K. Fujimoto, J. R. James (Editors), Mobile antenna systems handbook, Artech House, 2000
[14]. A. Van de Capelle, Experimental Study of the Microstrip Backfire Antenna, L'Onde Electrique, Vol.65, No2, March-April 1985, pp.88-92.
[15]. Shun-Shi Zhong, Zhi-Dian Chen, Two-layer Patch Backfire Antenna, IEEE APS Int. Symposium,vol.3, June 1991, pp.1611-1614
[16]. A.Taqi, R. Al-Rashid, A. M. Jassim, An Experimental Investigation of a Short Backfire Antenna with electromagnetic Coupled Patch as Feed Element, Journal of Islamic Academy of Sciences, 1995, pp.61-68
[17]. K. Fujimoto, Yong-Zhong Wang, Chao-Wei Su, Shi-Ming Lin, Backfire Antenna with a Microstrip Element, International Journal of Electronics, vol.85, No3, 1998, pp.359-370.
[18]. J. Nessel, C.Kory, K. Lambert, R.Acosta, F.Miranda, A Microstrip patch-fed short backfire antenna for the tracking and data relay satellite-continuation (TDRSS-C) multiple access(MA) array, IEEE APS Int. Symposium, July 2006, pp.521-524

Contact information:
Assoc. Prof. Georgi Stoyanov Kirov, Ph.D. Eng., Department of Radio engineering, FE,
TU-Varna, 1 Studentska Str., 503E.
e-mail: gkirov@abv.bg
M.Sc.Eng. Georgi Tsanev Chervenkov, Ph.D. student, Department of Radio engineering, FE,
TU-Varna, 1 Studentska Str., 514E.
e-mail: lz2gec@abv.bg

Рецензент: доц. д-р инж. Йордан Урумов

НЯКОИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ШИРОКОДИАПАЗОННИ МИКРОЛЕНТОВИ АНТЕНИ С ПРОЦЕПНО ВЪЗБУЖДАНЕ С КРЪГОВА ПОЛЯРИЗАЦИЯ

SOME STUDIES OF CIRCULARLY POLARIZED BROADBAND APERTURE COUPLED MICROSTRIP ANTENNAS

Г.С. Киров, Д.П. Михайлова, А.А.-Рахман
G.S. Kirov, D.P. Mihaylova and A.A-Rahman

Резюме: В статията са описани изследванията на широкодиапазонни микролентови антени с процепно възбуждане (МЛАПВ) с кръгова поляризация, извършени през последните няколко години в Университета "Ото-фон-Герике", Магдебург (Германия) и Технически университет – Варна (България). В изследването са разгледани 4 типа кръгово поляризирани микролентови антени с процепно резонансно възбуждане: кръгово поляризирана микролентова антена с резонансно процепно възбуждане, двуслойна антена, антена с отражател и антена с екран. Получените резултати показват, че характеристиките на МЛАПВ с кръгова поляризация могат съществено да бъдат подобрени и те да намерят много важни приложения в съвременните комуникации, в частност в мобилните комуникации.

Ключови думи: микролентова антена с кръгова поляризация, микролентова антена с процепно възбуждане, микролентова антена с резонансно процепно възбуждане

Abstract: The studies on circularly polarized broadband aperture coupled microstrip antennas (ACMSA) carried out during the last some years in the Otto-von-Guericke University, Magdeburg (Germany) and Technical University of Varna (Bulgaria) are described in this paper. Four types of circularly polarized ACMSA with a resonant cross-slot are considered in this research: a circularly polarized aperture coupled microstrip antenna with a resonant cross-slot, a two layer antenna, an antenna with a reflector, and an antenna with a screen. The obtained results show that the characteristics of the circularly polarized ACMSA can be essentially improved and they may find very important applications in the contemporary communications, particularly in the mobile communications.

Keywords: aperture coupled microstrip antenna, aperture coupled microstrip antenna with a resonant cross-slot, circularly polarized microstrip antenna

I. INTRODUCTION

The microstrip antenna is proposed by Deschamps in 1953 [1] but its first practical implementation occurs in 1974 [2]. The circularly polarized microstrip antenna is widely used in mobile personal communication systems, mobile satellite communications, and many other applications. The main disadvantage of this antenna is its narrow bandwidth. The circular polarization bandwidth of a typical microstrip patch antenna is less than 1 - 2 % [3]. The increasing of the bandwidth is a primary goal in the research in the field of circularly polarized microstrip antennas. The aperture coupled microstrip antenna (ACMSA) was chosen as a basic antenna's configuration in this study because it allows independent optimization of the feed and radiating parts of the antenna. For maximum efficiency the feed substrate must possess high dielectric constant and small thickness. On the other hand the maximum radiation efficiency requires thick patch substrate with low dielectric constant. The use of a resonant cross-slot enlarges additionally the bandwidth of the antenna which is defined mainly by the polarization bandwidth bw_{AR}.

Finally, simple and compact microstrip antenna configurations without a foam or an air gap were an object of these studies.

II. CIRCULARLY POLARIZED APERTURE COUPLED MICROSTRIP ANTENNA WITH A RESONANT CROSS-SLOT

The exploded view of a circularly polarized ACMSA with a resonant cross-slot and its photograph are shown in Figure 1 and Figure 2, respectively. It consists of two substrates separated by a ground plane.

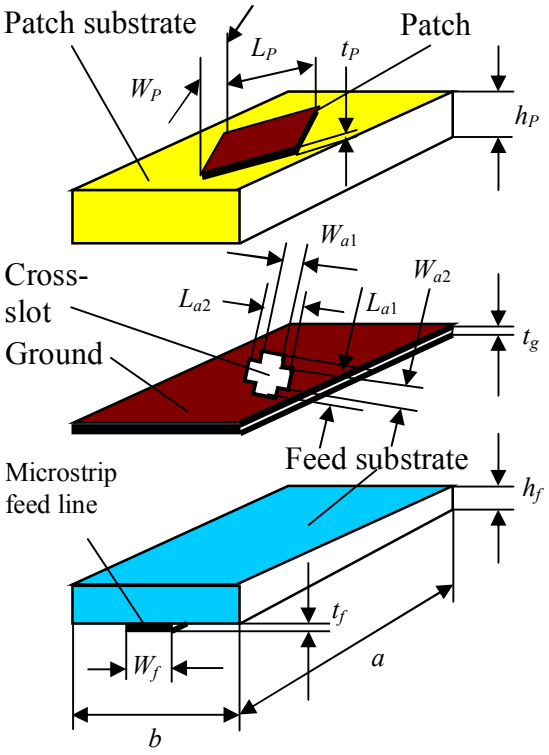


Fig. 1. Exploded view of a circularly polarized aperture coupled microstrip antenna with a resonant cross-slot

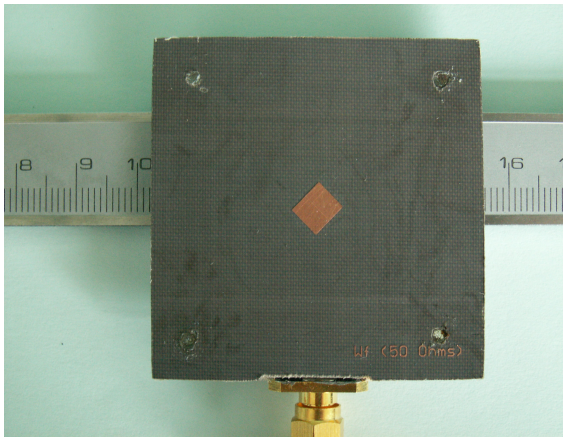


Fig. 2. Photograph of a circularly polarized aperture coupled microstrip antenna with a resonant cross-slot

The antenna is fed by a microstrip line whose energy is coupled to the patch cavity through a cross-slot (an aperture) on the ground plane. The circular polarization of the radiated electromagnetic field of the antenna is created by the suitable choice of the patch and cross-slot dimensions. The following microwave materials are chosen as antenna's elements: Patch substrate: Rogers RT/duroid 5880: $\varepsilon_{rp} = 2.20$, $\tan\delta_P = 0.0009$, $h_P = 1.575$ mm and $t_P = 0.035$ mm; Feed substrate: Rogers RT/duroid 6006: $\varepsilon_{rf} = 6.15$, $\tan\delta_f = 0.0019$, $h_f = 0.635$ mm and $t_f = 0.0175$ mm. After computer simulation [4] the following dimensions are found: $a = b = 53$ mm, $L_P = 7.150$ mm, $W_P = 6.270$ mm, $L_{a1} = 4.350$ mm, $W_{a1} = 0.436$ mm, $L_{a2} = 4.060$ mm, $W_{a2} = 0.406$ mm, $W_f = 0.972$ mm, l (length of the microstrip line) = 26.5 mm and L_S (stub length) = 1.400 mm. The ratio $W_{a1}/L_{a1} = W_{a2}/L_{a2}$ is chosen equal to 0.1. The widening of the antennas's bandwidth is achieved using a resonant cross-slot.

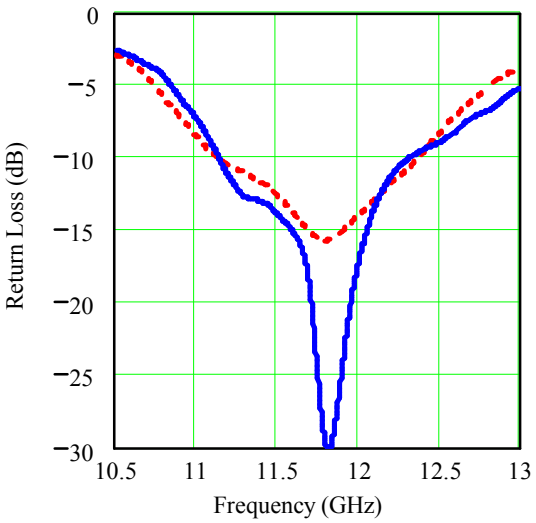


Fig.3. Return loss (S_{11}) versus frequency of a circularly polarized aperture coupled microstrip antenna with a resonant cross-slot: simulation (dashed line); measurement (solid line)

Figure 3 shows the reflection coefficient S_{11}. It is seen from the figure a good agreement between the simulation and measurement. Figure 4 and Figure 5 show the axial ratio AR and measured gain G versus frequency, respectively. These characteristics of the antenna are measured in an anechoic chamber, using a HP 53152A receiver. Finally the

following results are obtained in the simulation (measurement) [5]: central frequency of the impedance bandwidth f_0 = 11.808 GHz (11.830 GHz); impedance bandwidth bw = 10.42 % (9.97 %); central frequency of the polarization bandwidth f_{0AR} = 11.820 GHz (11.950 GHz); polarization bandwidth bw_{AR} = 3.64 % (3.64 %); measured gain at f_{0AR} = 11.950 GHz $G_{0ARco\text{-}pol}$ = 6.65 dB and $G_{0ARcross\text{-}pol}$ = - 18.15 dB; measured gain in the frequency bandwidth $G_{co\text{-}pol} > 6$ dB and $G_{cross\text{-}pol} < -9.62$ dB.

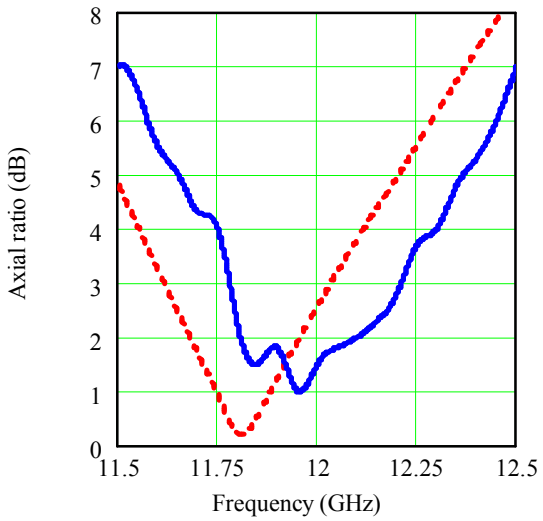


Fig.4. Axial ratio AR versus frequency of a circularly polarized aperture coupled microstrip antenna with a resonant cross-slot: simulation (dashed line); measurement (solid line)

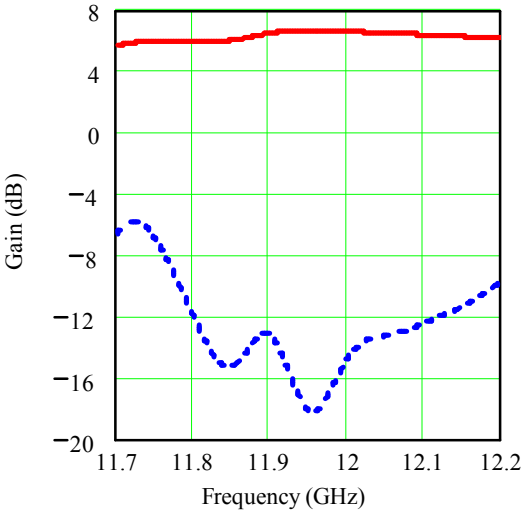


Fig.5. Measured gain G versus frequency of a circularly polarized aperture coupled microstrip antenna with a resonant cross-slot: co-polarization (solid line); cross-polarization (dashed line)

III. TWO LAYER CIRCULARLY POLARIZED APERTURE COUPLED MICROSTRIP ANTENNA WITH A RESONANT CROSS-SLOT

The configuration of this antenna is the same as the antenna considered above shown in Fig. 1. For short it is called here two layer antenna. The following microwave materials are chosen as antenna's elements: Patch substrate: Taconic TLX-7: ε_{rp} = 2.60, tanδ_P = 0.0019, h_P = 1.575 mm and t_P = 0.035 mm; Feed substrate: Taconic RF-60A: ε_{rf} = 6.15, tanδ_f = 0.0019, h_f = 0.635 mm and t_f = 0.0175 mm. After computer simulation the following dimensions are found: $a = b$ = 53 mm, L_P = 6.100 mm, W_P = 5.350 mm, L_{a1} = 4.940 mm, W_{a1} = 0.494 mm, L_{a2} = 4.660 mm, W_{a2} = 0.466 mm, W_f = 0.770 mm, l = 26.5 mm and L_S = 1.200 mm. The ratio $W_{a1}/L_{a1} = W_{a2}/L_{a2}$ is chosen equal to 0.1.

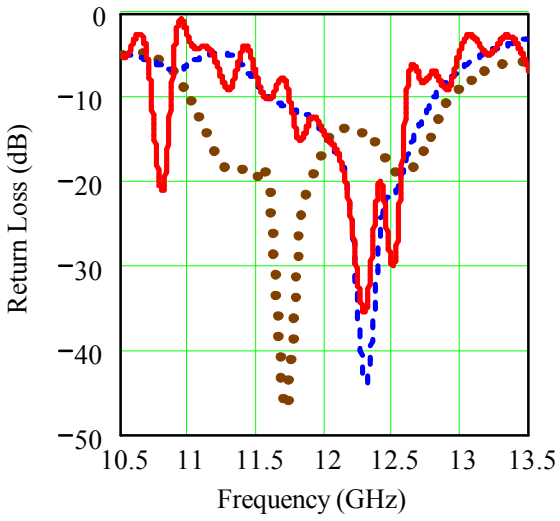


Fig. 6. Simulated reflection coefficient S_{11} versus frequency for three antennas: two layer antenna (dotted line); antenna with a reflector (dashed line); antenna with a screen (solid line)

Figure 6 – Figure 9 (dotted line) show the reflection coefficient S_{11}, axial ratio AR , back radiation level BR and gain G of the antenna. The main electrical characteristics of the antenna obtained by the above figures are

shown in Table 1. The antenna possesses a wide impedance bandwidth (bw = 16.72 %) but the polarization bandwidth remains approximately the same (bw_{AR} = 3.24 %).

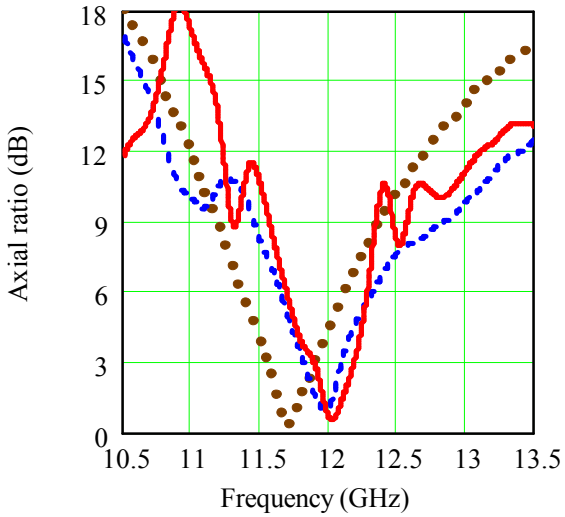


Fig. 7. Simulated axial ratio AR versus frequency for three antennas: two layer antenna (dotted line); antenna with a reflector (dashed line); antenna with a screen (solid line)

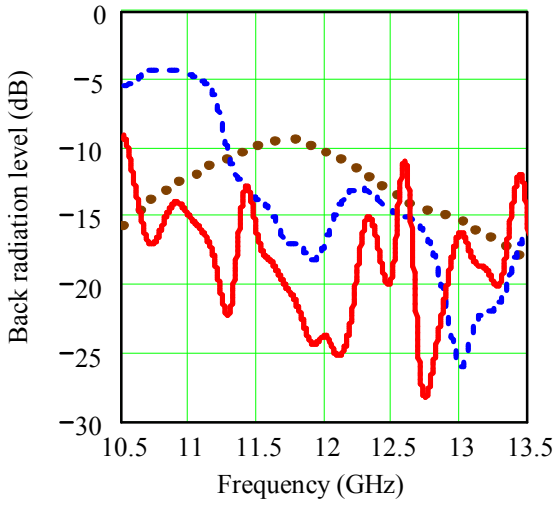


Fig. 8. Simulated back radiation level BR versus frequency for three antennas: two layer antenna (dotted line); antenna with a reflector (dashed line); antenna with a screen (solid line)

The radiation patterns of the antenna in $\varphi = 45^0$ – plane at frequency f_{0AR} = 11.72 GHz are shown in Fig. 10: co-polarization (solid line) and cross-polarization (dashed line).

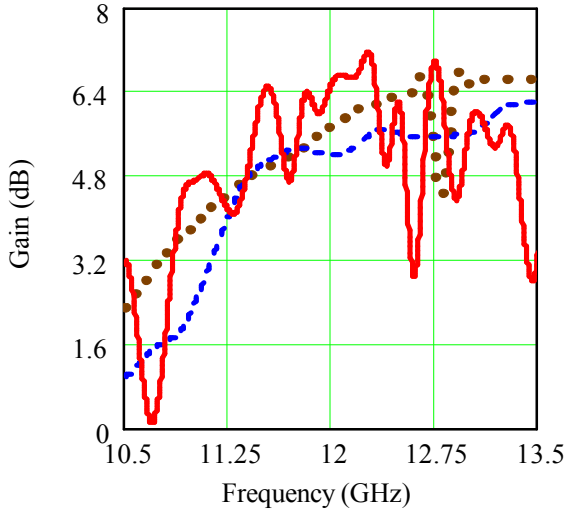


Fig. 9. Simulated gain G versus frequency for three antennas: two layer antenna (dotted line); antenna with a reflector (dashed line); antenna with a screen (solid line)

Table 1. Electrical characteristics of three antennas: A2 – two layer antenna; A3 – antenna with a reflector; A4 – antenna with a screen

Characteristic	Antenna 2	Antenna 3	Antenna 4
Impedance bandwidth			
f_{min}, GHz	10.96	11.57	11.7
f_{max}, GHz	12.96	12.8	12.57
f_0, GHz	11.96	12.185	12.135
BW, GHz	2.00	1.23	0.87
Bw, %	**16.72**	**10.09**	**7.17**
Polarization bandwidth			
$f_{min\ AR}$,GHz	11.53	11.8	11.82
$f_{max\ AR}$,GHz	11.91	12.11	12.2
f_{0AR}, GHz	11.72	11.955	12.01
BW_{AR}, GHz	0.38	0.31	0.38
bw_{AR}, %	**3.24**	**2.59**	**3.16**
BR_{min}, dB	-9.9	-18.3	-25.3
BR_{max}, dB	-9.4	-14.4	-22.3
G_{min}, dB	4.9	5.2	6.2
G_{max}, dB	5.53	5.27	6.8

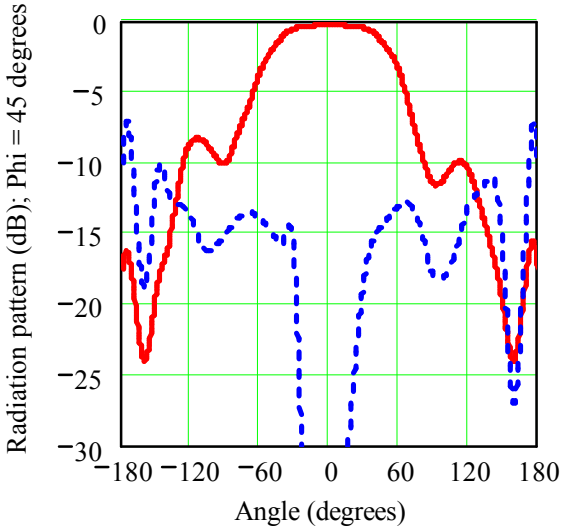


Fig. 10. Radiation patterns of a two layer antenna in $\varphi = 45^0$ - plane: co-polarization LHCP (solid line); cross-polarization RHCP (dashed line), $f_0 = 11.72$ GHz

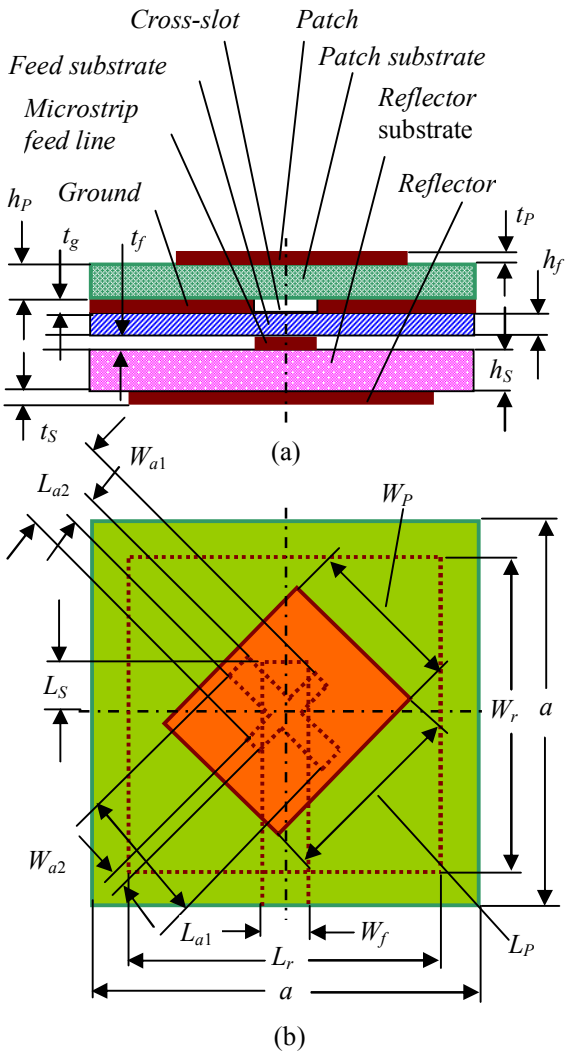


Fig. 11. Geometry of an antenna with a reflector: (a) Cross section; (b) Front view

IV. CIRCULARLY POLARIZED APERTURE COUPLED MICROSTRIP ANTENNA WITH A RESONANT CROSS-SLOT AND A REFLECTOR

The both antennas considered above possess a high back radiation level *BR*. To decrease this radiation a reflector with a reflector substrate are placed under the feed microstrip line (Figure 11) [6]. The dielectric material for a reflector substrate is Arlon AD 600: $\varepsilon_{rs} = 6.15$, $\tan\delta_S = 0.003$, $h_S = 1.905$ mm and $t_S = 0.035$ mm. The reflector produces in back direction a radiated field that is nearly 180^0 out of phase with the radiated field from the slot and thus reduces the back radiation level.

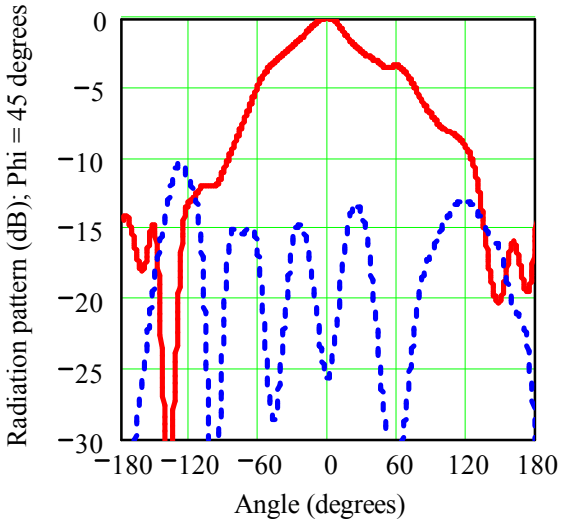


Fig. 12. Radiation patterns of an antenna with a reflector in $\varphi = 45^0$ - plane: co-polarization LHCP (solid line); cross-polarization RHCP (dashed line), $f_0 = 11.955$ GHz

After computer simulation the following dimensions are found: $a = b = 53$ mm, $L_P = 5.500$ mm, $W_P = 5.340$ mm, $L_{a1} = 5.333$ mm, $W_{a1} = 0.533$ mm, $L_{a2} = 4.266$ mm, $W_{a2} = 0.426$ mm, $W_f = 0.770$ mm, $l = 26.5$ mm, $L_S = 1.600$ mm and $L_R = W_R$ (reflector length/width) = 10.5 mm. The ratio $W_{a1}/L_{a1} = W_{a2}/L_{a2}$ is chosen equal to 0.1. Figure 6 – Figure 9 (dashed line) show the reflection coefficient S_{11}, axial ratio *AR* , back radiation level *BR* and gain *G* of the antenna. The main electrical characteristics of the antenna obtained by the above figures are shown in Table 1. The presence of the reflector

decreases the back radiation level *BR* with approximately 5 – 8.4 dB but decreases also the polarization bandwidth bw_{AR} with 20 % (from 3.64 % to 2.59 %).

The radiation patterns of the antenna in $\varphi = 45^0$ – plane at frequency f_{0AR} = 11.955 GHz are shown in Fig. 12: co-polarization (solid line) and cross-polarization (dashed line).

V. CIRCULARLY POLARIZED APERTURE COUPLED MICROSTRIP ANTENNA WITH A RESONANT CROSS-SLOT AND A SCREEN

In this antenna configuration the reflector is substituted for a square screen with side a = 53 mm and thickness t_S = 0.035 mm.

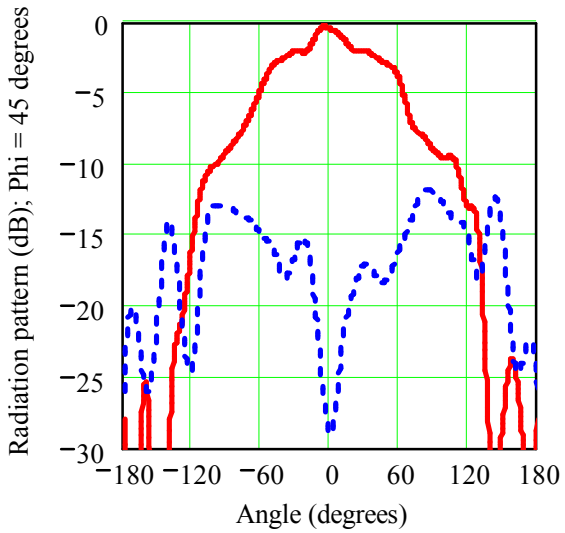


Fig. 13. Radiation patterns of an antenna with a screen in $\varphi = 45^0$ - plane: co-polarization LHCP (solid line); cross-polarization RHCP (dashed line), f_0 = 12.01 GHz

After computer simulation the optimum dimensions of the patch are found: L_P = 5.600 mm and W_P = 5.436 mm. The other antenna dimensions remain the same. Figure 6 – Figure 9 (solid line) show the reflection coefficient S_{11}, axial ratio *AR* , back radiation level *BR* and gain *G* of the antenna. The electrical characteristics of the antenna are shown in Table 1. The antenna with a screen possesses a low back radiation level *BR* (less than – 22.3 dB in the approximately the same polarization bandwidth bw_{AR} = 3.16 %) as a two layer antenna.

The radiation patterns of the antenna in $\varphi = 45^0$ – plane at frequency f_{0AR} = 12.010 GHz are shown in Fig. 13: co-polarization (solid line) and cross-polarization (dashed line).

VI. CONCLUSION

The studies of circularly polarized aperture coupled microstrip antennas show that the characteristics of these antennas can be essentially improved and they should find wide application in the contemporary communications.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to acknowledge Bulgarian Ministry of Education and Science for financial support under the Project No 21 2008 “Improvement of research potential in the area of engineering and IT”, Contract No BG051PO001/07/3.3-02.

REFERENCES

[1]. G.A. Deschamps. “Microstrip Microwave Antenna". Third USAF Symposium on Antennas, 1953.
[2]. R.E. Munson. “Conformal Microstrip Antennas and Microstrip Phased Arrays”. IEEE Trans. on AP, 1974, Vol. 22, No. 1, pp. 74-78.
[3]. G. Kumar, K.P. Ray. “Broadband Microstrip Antennas”. Artech House, Boston.London, 2003.
[4]. Computer Simulation Technology Microwave Studio™, Version 3 and 4.
[5]. G.S. Kirov. “Analyse, Entwurf und Realisierung von kostengünstigen gedruckten Gruppenstrahlern für die Satellitenkommunikation mit Fahrzeugen”. Bericht. Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Deutschland, 2003.
[6]. R.B. Waterhouse, D. Novak, A. Nirmalathas, and C. Lim. “Broadband Printed Sectorized Coverage Antennas for Millimeter Wave Wireless Applications”. IEEE Trans. on AP, 2002, Vol. 50, No. 1, pp. 12-16.

Contact information:
Ing. G.S. Kirov, associated professor, Dr, Dept. of Radio engineering, FE, TU-Varna, Studentska Str.1, 503E.
e-mail: gkirov@abv.bg
M.S.Eng. D.P.Mihaylova, Ph.D. student, Dept. of Radio engineering, FE, TU-Varna, Studentska Str.1, 514E.
e-mail: de_c@abv.bg
Dr. A.A.-Rahman, Otto-von-Guericke University, Magdeburg, Germany.
Рецензент: доц. д-р инж. Йордан Урумов

ЦИФРОВА ОБРАБОТКА С УЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗУВАНИЕ НА ХААР ЗА РАЗПОЗНАВАНЕ НА РАДИОЛОКАЦИОННИ И ТЕЛЕВИЗИОННИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

DIGITAL PROCESSING WITH HAAR WAVELET TRANSFORMATION IN RADIOLOCATION AND TV IMAGE RECOGNITION

Росен Спиров

Резюме: В доклада се представя алгоритъм за уейвлет-преобразувание в базис Хаар за поле тип Галуа с нечетни характеристики. Предложена е методика за обработка на изображения от типа BMP (bitmap). Резултатите са получени при преобразуването на много на брой пълноцветни изображения. Приложение за използване методиката има при обработка на аудио, видео и текст.
Ключови думи: обработка на изображения, уейвлет, крайни полета

Abstract: In the paper the algorithm of wavelet transformation in the Haar basis over the Galois field of the odd characteristics has been presented. The technique of its use in processing images of the BMP format has been offered as well. Results of application of this transformation by the lines of full-color images have been presented. Prospects of this technique for audio, video and the text have been discussed.
Keywords: : images processing, wavelets transformation, finite fields

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Уейвлет функциите отдавна са доказали ефективност в спектралния анализ и при компресирането на сигналите [1]. В различни разработки (*Чуи*, 2001; *Яковлев*, 2003) срещаме и практически приложения на уевлетите. Материалите (*Fekri et al*., 1999; 2002; *Oliveira et al*., 2002; *Phoong, Vaidyanathan*, 1997) в [5] и [6] достатъчно подробно осветляват съвременното приложение на уейвлет-трансформациите над крайни полета (полета на Галуа). Даденото съобщение се разглежда като опростена реализация на преобразуването на Хаар и се разглежда приложена над крайни полета. В зависимост от математическия модел се различават дискретни и непререкъснати уейвлети. Когато разлагането на сигнали в уейвлет базис се осъществява чрез използване на аритметика с плаваща запетая възникват грешки, зависещи от степента на приближение. Wavelet преобразуването се базира на разлагане на сигнала в ортогонална система базисни функции $\psi(t)$, чиято характерна особеност е, че са локализирани едновременно в честотната и във времевата област [4]:

$$\psi(t) \le C(1+t)^{-(1-\varepsilon)}$$

$$S\psi(\omega) \le C(1+\omega), \; C=\text{const}, \; \varepsilon>0 \qquad (1)$$

Условие (1) определя най-съществената разлика на wavelet анализа от преобразуването на Фурие: то дава възможност за двумерно разлагане на сигнала по честота и по време. В този смисъл може да се приеме, че wavelet функциите заемат междинно положение между хармоничните базисни функции, определени в честотната област, и импулсните базисни функции, локализирани във времевата област. Тъй като дължината на една функция във времето и нейният честотен спектър винаги са свързани с принципа на неопределеността, следва, че wavelet-анализът използва семейство функции, реализиращи различна степен на неопределеност. Базисната система wavelet функции се получава от една изходна функция-прототип. Известни са много функции-прототипи: функции на Хаар, на Гаус, на Морле, на Паул и др. Изборът на изходната функция зависи от характера на конкретната задача и от анализирания сигнал. Но, всички функции–прототипи отговарят на следните условия:

-ограниченост

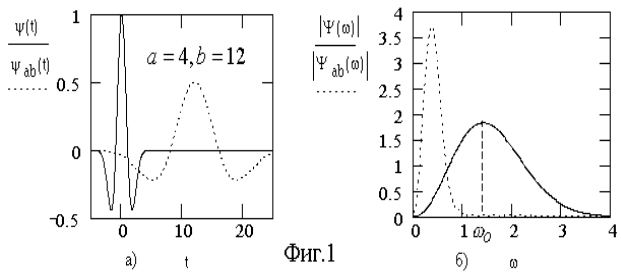
$$\| \|\psi\|^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \psi(t)^2 dt < \infty \qquad (2)$$

$$\lim_{t\to\infty} \psi(t) = 0 \quad \text{- сходимост} \qquad (3)$$

-нулева средна стойност:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi(t) dt = 0 \qquad (4)$$

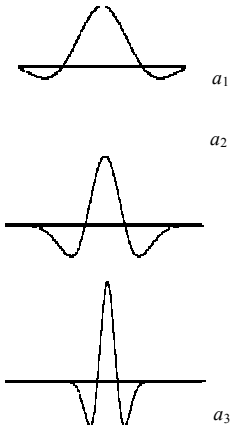
На фиг.1 е показана $\psi(t)$ образувана от функция-прототип на Гаус от втори ред, известна като МНАТ, при a=4 и b=12. При b=0 функцията се премества напред по времевата ос. Стойностите на a=1 съответстват на увеличаване на мащаба във времето (разтягане на изходната функция), или свиване на нейния спектър (фиг.1,б).



Фиг.1

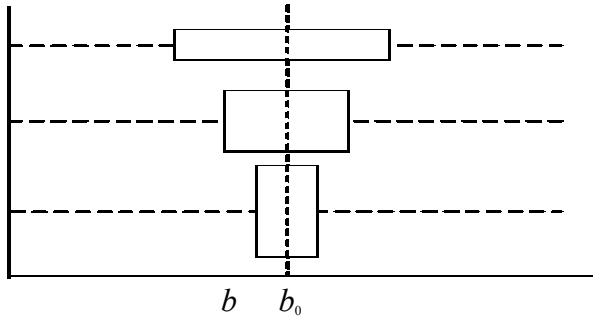
МНАТ функция $\psi(t)$- прототип функция на Гаус от втори ред (а) и спектъра й (б).

С увеличаване на параметъра a максимумът на спектъра ω_0 и ширината му $\Delta\omega$ намаляват, но произведението $\Delta\omega\Delta\tau$=const, фиг.2 (а и б).



Фиг.2 а.

Линейно преобразуване на вектора a .



Фиг. 2 б.

Линейно преобразуване на вектора b.

Уейвлетите Хаар приемат две стойности : {-1; +1}, като имаме задаване на краевите интервали за различните мащаби. Уейвлетите Хаар за единичен мащаб и нулево вместване (матерния уейвлет Хаар) – това е функция, равна на +1 за интервала [0; 1/2) и е -1 за интервала [1/2; 1). Обикновено уейвлет-преобразуването в базиса Хаар се заключава в линейно преобразуване на вектора ***a*** с четна размерност 2M в друг вектор ***b*** със същата размерност съгласно следващото съотношение:

$$b_k = (a_{2k} + a_{2k+1})/2,$$
$$b_{k+M} = (a_{2k} - a_{2k+1})/2,$$
$$k = 0, M-1. \qquad (5)$$

Алтернативният вариант се свежда до закръгляне на резултатите от изчисленията (5) така, че векторът-образ да заема в паметта същия обем, както и вектора-първообраз. Това изискване довежда до грешка в изчисленията и загуби при обратното възстановяване на вектора-първообраз съгласно следното съотношение:

$$a_{2k} = b_k + b_{k+M},$$
$$a_{2k+1} = b_k - b_{k+M},$$
$$k = 0, M-1. \qquad (6)$$

По правило, компонентите на вектора-първообраз и образа съответстват на интензивноста на трептения, които по определение са неотрицателни. В резултат от прилагане на първото от съотношенията (5) се получава неотрицателна компонента във вектора-образ.

Асоциативно прилагането на второто от съотношенията (5), получената компонента на вектора-образ може да се окаже отрицателна. Невъзможноста за физическа интерпретация на отрицателните компоненти на вектора-образ се явява важно ограничение за практическото използване на преобразуванията (5).

II. МАТЕМАТИЧЕСКО ОПИСАНИЕ НА ПРЕОБРАЗУВАНИЯТА

Един от възможните варианти за разре шаване на посочените проблеми се състои в преминаване към аритметика, допускаща точни изчисления без закръгляния и неизискваща увеличавне на обема памет за преобразуванията(5). Това е аритметика за полето Галуа GF(p) или е негово разширяване в s-та степен (p – е просто число, характеристика на полето; s – е степента на разширение на полето). Действително (5) има проста структура, като свойството мултипликативно групиране при разширяване на полето Галуа не се използва и затова е достатъчно да се разглежда полето GF(p). За произволно просто p съществува представяне, където всичките GF(p) са неотрицателни. Освен това, по определението за поле, всеки негов ненулев елемент има и обратен.Така както при компютрите, в системите за цифрова обработка се използва двоична аритметика, като за предпочитане се избира $p = 2$. Така в полето GF(2) преобразуванията (5) стават безсмислени, тъй като елементът 2 няма обратен. Затова се избира нечетно p. При преход към поле GF(p) с нечетни p, съотношенията (5) могат да се дефинират по следния начин:

$$b_k = x_p\ (a2k + a2k{+}1) \bmod p,$$
$$b_{k+M} = (x_p a2k + y_p a2k{+}1) \bmod p,$$
$$k = 0, M-1. \qquad (7)$$

В изразите (7):

$$x_p = (1/2) \bmod p = [(p+1)/2] \bmod p,$$
$$y_p = (-1/2) \bmod p = [(p-1)/2] \bmod p.$$

Съотношенията (6) могат в дадения случай да се представят по следния начин:

$$a2k = (b_k + b_{k+M}) \bmod p,$$
$$a2k{+}1 = [b_k + (p-1)b_{k+M}] \bmod p,$$
$$k = 0, M-1. \qquad (8)$$

преобразуванията (7) и (8) елементите на образа и първообраза се явяват елементите GF(p). По такъв начин се получава вариант на дискретно уейвлет-преобразуване по Хаар, притежаващо следващите свойства:

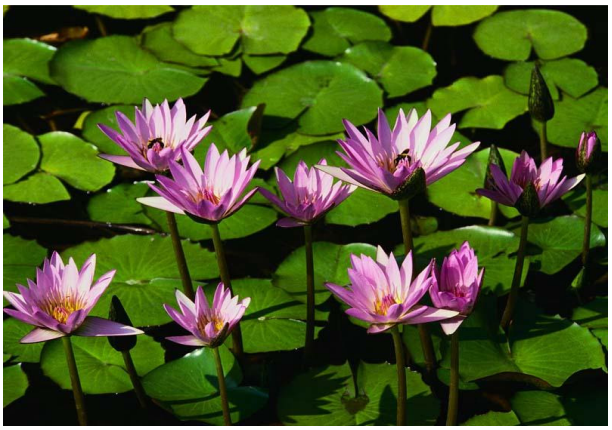
- преобразуването (7) се осъществява абсолютно точно;
- обемът памет, необходим за съхраняване на входния и изходния вектори е един;
- всички компоненти на входния и изходния вектори са неотрицателни;
- обратното преобразуване (8) се осъществява абсолютно точно;
- преобразуването (7) не е съгласувано с възприятието на човека, и затова някои от компонентите на изходния вектор могат да се възприемат като артефакти;
- за точността на преобразуването (8), възстановения вектор не само се възприема от човека като идентичнен с изходния, но и има побитов състав, идентичен с изходния.

III. МЕТОДИКА ЗА ПРИЛАГАНЕ НА АЛГОРИТЪМА КЪМ BMP-ИЗОБРАЖЕНИЯ И РЕЗУЛТАТИ ЗА МОДЕЛИРАНЕ

Всеки пиксел от изображението във формат BMP може да бъде представен в двоична система на изчисление. Това разлагане определя броя на битовете N (обикновено $N = 1, 8, 24$) и конкретните им стойности J_k за съхранение на всеки пиксел.

$$J = \sum_{k=0}^{N-1} J_k\, 2^k \qquad (9)$$

При прилагане на уейвлет-преобразувания над поле GF(p) за всеки пиксел от изображението във формат BMP трябва да бъде представен в p-ична система за изчисление. Това разлагане определя броя на p-ичните цифри и техните конкретни стойности, използвани в уейвлет преобразуванията.



Фиг. 3. Изходно изображение "Водни лилии"

Фиг.4. Изходното изображение след уейвлет-преобразувания по редове в базис Хаар над поле GF(3).

Фиг.5. Изходното изображение след уейвлет-преобразуване по редове в базис Хаар над поле GF(7)

Фиг.6. Изходното изображение след уейвлет-преобразуване по редове в базис Хаар над поле GF(13)

$$J = \sum_{m=0}^{N(p)-1} J_m^m p \qquad (10)$$

Алгоритъмът за поредово уейвлет преобразуване на изображения се осъществява по следната методика:

а) всеки пиксел от изображението се разлага съгласно (10) на p-ични цифри;

б) за всяка p-ична цифра с еднакви номера се прилага преобразуване (7);

в) p-ичните цифри в резултата от преобразуването се съкращават до едно число съгласно (10). Алгоритъмът за обратното поредово уейвлет-преобразуване на изображения се осъществява по аналогична методика със замяна на (7) със (8). Алгоритмите за право и обратно преобразуване по стълбове се реализират аналогично. Моделирането е направено в пакет приложен софтуер на C++ за обработка и класифициране, разработен за целта и среда Matlab 7.0. Преобразуването бе осъществено по еднаква схема на паралелност за всички цветови компоненти. От радиолокационните системи съществено значение имат радарите със синтезирана апертура със страничен обзор, които позволяват да се построява модел на терена. Друг източник на енергия, който може да се регистрира, това е собственото инфрачервено излъчване.

Така извлечените контурни признаци служат за разпознаване на обекти в изображенията на следващ етап. Признаците за класификация, които формират многомерния вектор за описване на образите се делят на градационни, спектрални и текстурни. Друга характеристика на текстурните области,свързана с тяхната пространствена периодичност, е определянето на броя преходи на градационното ниво в околностите на дадена точка, предложено от [2], разработено в [5] и [6]. Контурният апарат сумира броя на преходите в рамките на прозореца. При обработката на многоканални изображения се използват различни технологични схеми на използване на изображенията в отделните канали. Разпознаването на образи не е единственият количествен метод за анализ, прилаган по отношение на данните от дистанционните изследвания. Освен него могат да се ползват корелационен и регресионен анализ. При обработката на данните от дистанционните изследвания се ползват цифрови системи за обработка, които притежават висока степен на автоматизация. Към тези системи се отнасят системите ERDAS IMAGINE на ERDAS, MGE Advanced Imager на Intergraph, ER mapper, E-cognition и други.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уейвлет-преобразуването в базиса. Хаар се е наложило в спектралния анализ за компресиране на сигнали с различна физична природа. На основа на разгледаното преобразуване може да се осъществи компресия на аудиосигнали за икономия на памет и качествено передаване по каналите за връзка, а така също и за намаляване на пространствените признаци в системите за автоматическо разпознаване на радиолокационни видео и аудиосигнали. В радиолокационните системи има компресиране при съхранение, реконструкция и обработката на информацията за целите във видеонаблюдението компресията се явява основна операция при запис на измененията в изображенията на наблюдаемия обект. С компресиране се реализира визуализацията на цифровите карти в радионавигационните системи с различна разделителна способност Уейвлет-преобразуването в базиса Хаар се използва в стандарта JPEG2000 за компресиране на изображения със и без загуби. Това обстоятелство се явява потвърждение за актуалността на представената разработка.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Oliveira H.M., Falk T.H., Távora R. Wavelet decomposition over finite fields. *Journal of the Brazilian Telecom. Society*, v.17, N 1, p.38-47, 2002.

[2]. Phoong See-May, Vaidyanathan P.P. Paraunitary filter banks over finite fields. *IEEE Transactions on Signal Processing*, v.45, p.1443-1457, 1997.

[3]. Чуи Ч. Введение в вейвлеты. *М., Мир*, 412 с., 2001

[4]. Яковлев А.Н. Введение в вейвлет-преобразования. Учеб. пособие. *Новосибирск, Изд-во НГТУ*, 104 с.,2003.

[5]. Fekri F., Mersereau R.M., Schafer R.W. Theory of paraunitary filter banks over fields of characteristic two.*IEEE Transactions on Information Theory*, v.48, p.2964-2979, 2002.

[6] Fekri F., Mersereau R.M., Schafer R.W. Theory of wavelet transform over finite fields. *Proceedings of theAcoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*, v.03, p.1213- 1216, 1999.

Статията е доклад на резултати от развоен, текущ проект по докторантската тема на автора „Разпознаване на радиолокационни и телевизионни изображения”,с изх.номер: ПД 02/2009г, при ТУ-Варна.

Автора изказва благодарност на доц.д-р инж.А.Майналовски и доц.д-р инж. П.Балабански за съдействието и помощта при реализиране на проекта.

За контакти:
маг.инж.Р. Спиров
докторант в Катедра „Радиотехника”
при Факултет Електроника на ТУ-Варна.
тел. 052/ 383-254
e-mail: rosexel@abv.bg

Рецензент: доц. д-р инж. Илия Петришки

ИЗБОР НА КОМПЕНСИРАЩИ УСТРОЙСТВА ПРИ ДВУПОСОЧЕН ТРАНСФЕР НА РЕАКТИВНА ЕНЕРГИЯ

THE CHOICE OF THE ELECTRCAL COMPENSATION DEVICES USED BY TWO-WAY TRANSFER OF THE REACTIVE ENERGY

Росен Василев, Ивайло Неделчев

Резюме: В доклада са разгледани особеностите при преноса на реактивна енергия от електроснабдителната система към обекта и обратно, както и възможните технически средства за компенсация. Препоръчани са използването на сухи кондензаторни батерии и дросели монтирани на страна ниско напрежение. Предложени са методи за определяне на необходимата мощност на компенсиращите устройства. Разгледани са различните начини за управлението им и областите на тяхното приложение.
Ключови думи:, реактивна енергия, индуктивни дросели, кондензаторни батерии, компенсация

Abstract: In this report are examined the special features rising during transportation process of the reactive energy from power supply system to the load and back, as well optional resources for the compensation. It is recommended using of dry furnace capacitors and reactors, mounted of the low voltage side. The methods for calculation the required power of the compensation devices are also suggested. The different ways for its control and usage are regarded .
Keywords: adaptive array, mutual coupling, uniform rectangular array, smart antenna

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Консумацията на активна електрическа енергия (ЕЕ) е съпроводена с обмен на реактивна ЕЕ между генераторите в електрическите централи и консуматорите, при това участието на промишлените предприятия (ПП) в обмена на реактивната ЕЕ е значително по-голям от този на активна ЕЕ, поради наличието на потребители, консумиращи реактивна ЕЕ – реактивни товари.

По отношение на консумираната от предприятието активна мощност, в зависимост от характера на производството, реактивната мощност може да достигне до 130%. Понятието “потребление на реактивна мощност” има друг смисъл в сравнение с понятието “потребление на активна мощност”. За активната мощност “потребление“ означава отнемане на мощност от мрежата и преобразуването й от електромагнитна енергия в друг вид енергия – механична, топлинна и т.н. Потреблението на реактивна мощност характеризира натоварването с реактивна мощност на елементите от ЕСС. Обменът на реактивна ЕЕ води и до преоразмеряване на проводници, кабели, шинопроводи, СТ, комутационна апаратура, до увеличаване на загубите на напрежение, намаляване на к.п.д. и непълно използване мощностите на генераторите.

Според член 7 на действащата тарифа за заплащане на електрическата енергия [1] потребителите с предоставена електрическа мощност 100 кВт и повече заплащат надбавка върху стойността на активната електрическа енергия в зависимост от използваната и отдадената реактивна електрическа енергия. За целта освен измерване на активната електрическа енергия е необходимо и измерване на потребената и отдадена реактивна енергия. Ако измерването е с индукционни електромери допълнително се поставят два за реактивна енергия със спирачка – един двутарифен за потребената реактивна енергия и един еднотарифен за отдадената. Съвременните

статични четриквадрантни трифазни електромери измерват активната и реактивната енергия в двете посоки. Особено тежка е санкцията за отдадената, т.е. върнатата обратно реактивна енергия в мрежата на продавача. Съгласно ал.4 на чл.7 [1] потребителите по ал. 1 заплащат надбавка за отдаденото през цялото денонощие количество реактивна електрическа енергия, определено по показанията на средствата за търговско измерване, по цена за 1 кВАрч, равна на цената за 1 кВтч върхова активна електрическа енергия за съответното ниво на напрежение.

Следователно, и от инженерно-техническа и от финансово-икономическа гледна точка е необходимо рационализиране на режимите на реактивните мощности (пренасяната реактивна енергия да бъде минимална).

II. АНАЛИЗ

Реактивната мощност бива индуктивна и капацитивна (отдадената). Респективно потребяваната реактивната енергия е индуктивна (с посока към потребителя), а върната е капацитивна. Почти всички елементи и товари в промишлените системи имат индуктивен характер. Основни източници на капацитивна енергия са капацитивните елементи (например в електронните пуско-регулиращи устройства на осветителните уредби) и най-вече кабелната разпределителна мрежа на средно напрежение (СН). След последните промени в нормативните документи [2,3], търговското измерване на ЕЕ се извършва на границата на собственост между продавача и купувача. Обикновено захранващия електропровод на СН е собственост на купувача. С монтирането на електромерите за търговско измерване на ЕЕ в началото на електропровода те измерват и генерираната от него капацитивна енергия.

В резултат на гореказаното следва, че общата реактивна мощност на предприятието Q, във всеки момент от време, има три съставящи:

$$Q = Q_и + \Delta Q_и - Q_c \quad (1)$$

където $Q_и$ е индуктивната мощност на всички потребители, kVAr;

$\Delta Q_и$ – индуктивните загуби на мощност във всички трансформатори и електропроводи в предприятието, kVAr;

Q_c – генерираната капацитивна мощност от всички електропроводи в предприятието, kVAr.

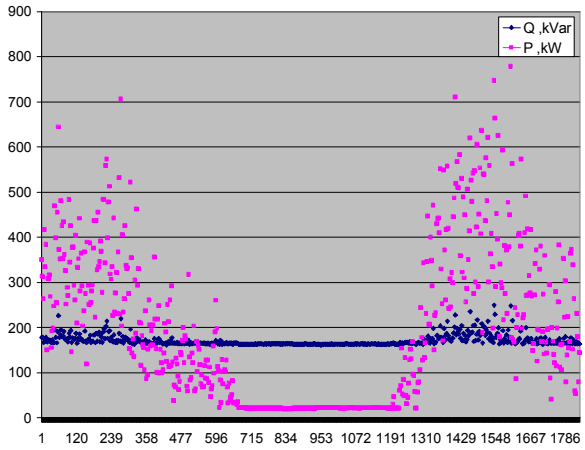
При работа на ПП с нормално натоварване индуктивните съставящи имат голяма стойност и общата реактивна мощност има индуктивен характер. Ако относителния показател (фактор на мощността - cosφ), по който става определянето на санкциите има стойност под 0,9 трябва да се извърши компенсация. Основно се използват:

- наличните в ПП синхронни двигатели;
- допълнително комплектовани устройства с кондензаторни батерии (КБ).

При компенсацията, за генерирането на противоположна реактивна енергия е необходима активна енергия, като този разход зависи от типа на компенсиращото устройство и се задава чрез относителен коефициент на компенсация – Ккомп. За основните компенсиращи устройства този коефициент е [4]:

- за синхронни електродвигатели - Ккомп = 0,011 ÷ 0,049 kW/kVAr;
- за статични кондензаторни батерии Ккомп = 0,003 ÷ 0,004 kW/kVAr;

При работа на ПП с минимален товар (при настоящите условия обикновено се работи на едносменен режим) и при наличие на относително дълги електропроводи (обичайно е дължината на захранващия кабел СН да е от 1-3 км и нагоре) общата реактивна мощност е с капацитивен характер. След 2004 г. този проблем възникна във всички предприятия от тролейбусния транспорт, както и в много ПП с неголямо натоварване. На фиг. 1 е показано разпределението на активната и капацитивната мощност за денонощие на ТИС 1 “Тримонциум” към Градски транспорт – гр.Пловдив.



Фигура 1. Изменението на Qc и P в денонощен разрез

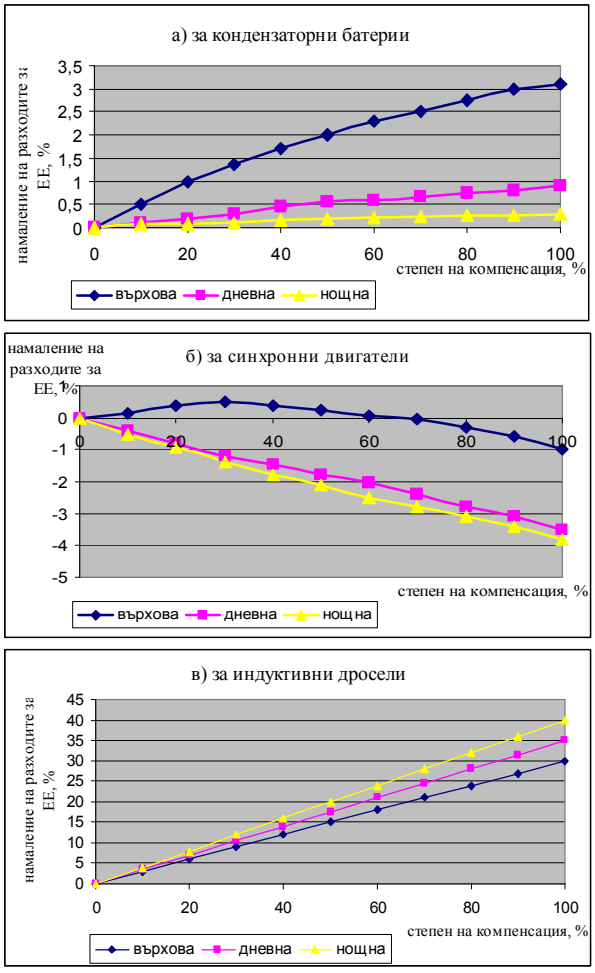
За компенсация на тази капацитивна мощност трябва да се включват допълнителни индуктивни мощности. За тази цел могат да се използват:

- наличните силови трансформатори (СТ), работещи в режим на празен ход;
- дросели, монтирани на страна средно или ниско напрежение (НН) в трансформаторния пост или подстанцията.

Коефициентът на компенсация за тези компенсиращи устройства е

- за силови трансформатори- Ккомп = 0,13 ÷ 0,18 kW/kVAr;
- за индуктивни дросели - Ккомп = 0,04 ÷ 0,06 kW/kVAr.

Изборът на компенсиращото устройство се явява основополагащ фактор, определящ целесъобразността на компенсацията. На фиг. 2 са показани визуализации на подобни изследвания [5]. Сравнението между устройствата, компенсиращи индуктивната реактивна мощност показва по-висока ефективност при използването на статичните кондензаторни батерии (фиг.2а), характеризиращи се с малка стойност на относителния разход на електрическа енергия. Използването на синхронни двигатели в качеството им на компенсиращи устройства може да доведе до отрицателен ефект, т.е. загубите на активна енергия при компенсацията могат да надхвърлят икономията от намалението на реактивната енергия (фиг.2б). Съвременните КБ са полипропиленови (сухи), с малки габарити, дълъг експлоатационен срок и широк диапазон на приложимост. Очевидно е, че компенсацията с празен ход на СТ е икономически нецелесъобразен, поради голямата загуба на активна мощност в трансформатора. Големи са и разходите при използването на дросели на страна СН, поради скъпата комутационна и защитна апаратура, по-сложното изпълнение на устройствата и др. Най-подходяща е компенсацията с дросели в диапазона 5-20 kVAr на страна НН. Поради заплащането без значение на тарифната зона по цена на върхова електрическа енергия, най-голяма е ефективността при компенсация през нощната зона, когато себестойността на активната енергия, ползвана от дроселите е най-малка.



Фигура 2. Зависимост между намалението на разходите за ЕЕ от нивото на компенсация

Първи в страната, със собствена разработка на дросел, компенсация на капацитивна мощност осъществи екип от

преподаватели от ТУ-Варна, кат. ЕСЕО. Но и днес сравнително малко фирми (основно тези, които са производители на трансформатори) предлагат на пазара подобни дросели.

Необходимата мощност на компенсиращата уредба може да се определи по два начина:

- чрез изчисления

Необходимо е да се знаят каталожните данни за основните потребители (мощност, cosφ), за СТ (номинална мощност, загуби на празен ход), да се разполага с дължината и сечението на всички кабелни и въздушни електропроводи за СН.

Необходимата компенсираща мощност за компенсация на индуктивните товари може да се определи от

$$Q_{ки} = P_M(tg\varphi_е - tg\varphi_н) \qquad (2)$$

където P_M е максималния товар на ПП;

$tg\varphi_е$ – естествен tgφ, отговарящ на естествения фактор на мощност -$cos\varphi_е$;

$tg\varphi_н$ - нормативен tgφ, отговарящ на нормативния фактор на мощност -$cos\varphi_н$.

При определяне на необходимата компенсираща мощност за компенсация на капацитивната мощност трябва да се има предвид, че капацитетът на кабела зависи от сечението на проводниците, дебелината на целия кабел и вида на диелектрика. Обикновенно той се дава в каталожните данни от завода производител, тъй като зависи както от диелектричната проницаемост така и от конструктивните размери. Капацитивната проводимост на 1 км кабелна линия се определя по формулата [6]:

$$b_0 = \omega C_0 \qquad (3)$$

Капацитивната проводимост за всяка фаза за кабелна линия с дължина l е :

$$B = b_0 l \qquad (4)$$

Тази проводимост предизвиква наличието на капацтивен ток Ic , който протича както в режим на работа, така и в режим на празен ход. Ако приемем че напрежението не се изменя по дължината на линията то :

$$I_c = b_0.l.U_ф \qquad (5)$$

където $U_ф$ е фазното напрежение.

Капацитивната мощност Qc определена от капацитивната проводимост се определя от уравнението :

$$Qc = 3.I_c.U_ф = 3.b_0.l.U_ф^2 = b_0.l.U_н^2 \qquad (6)$$

В повечето кабелни линии средно напрежение, в зависимост от типовете използвани кабели, специфичният капацитет е в границите 80÷110 pF/m. Отчитайки факта, че дължината на кабелните линии е между 1 и 3 км, то в повечето случаи за СН 20 kV за Qc се получават стойностти в границите 80÷100 kVar. При определяне на генерираната капацитивна мощност трябва да се има предвид, че тя не е постоянна, а зависи от сечението на проводника, вида и състоянието на изолацията, приложеното напрежение и др. фактори. Най-съществено е влиянието на конкретната стойност на напрежението, което при минимален товар обикновено е по-високо от номиналното. На практика изчислените стойностти за Qc се различават от реалните (обикновено са по-големи) поради факта че в процеса на експолатация много от кабелните линии са променили капацитета си вследствие стареене на диелектрика, а също поради наличие на муфи от ремонтни дейности. Поради този факт, определянето на компенсиращите мощности по този начин води до възможност за неточно определяне и до недостатъчна или прекомпенсация.

При въздушни електропроводи СН влиянието на сечението е слабо и капацитивната мощност се изменя в тесни граници. При напрежение 20 kV може да се приеме усреднено 1,5 kVAr/km.

- чрез измерване

Този начин е препоръчителния. Измерването може да стане със специализирана измервателна апаратура за определен период от време. В много случаи , особено при използване на съвременни статични електромери за търговско мерене, е възможно използването на тяхната информация. По желание на купувача при тяхното програмиране от страна на производителя

мнже да се включи множество допълнителни опции, които да правят обстоен анализ на състоянието на електроснабдителната система. На фиг. 3 е показана извадка от някои отчети в паметта на електромер EMPS T 405 R.

```
SN(020806150)
Cumul(50)
  A1-N(00989.582*kWh)
+A1-n*50(00965.786)(07-10-01 00:00)
+A1-n*49(00942.170)(07-09-01 00:00)
  A2-d(01112.711*kWh)
+A2-d*50(00953.616)
+A2-d*49(00791.925)
  A3-v(00942.636*kWh)
+A3-v*50(00806.296)
+A3-v*49(00669.048)
  Ri1-N(00100.543*kVArh)
+Ri1-n*50(00098.010)
+Ri1-n*49(00095.753)
  Ri2-dv(00178.235*kVArh)
+Ri2-dv*50(00157.719)
+Ri2-dv*49(00137.483)
-Rc-ndv(00003.855*kVArh)
-Rc-ndv*50(00003.401)
-Rc-ndv*49(00002.996)
Total+A(03044.930*kWh)
Total+A*50(02725.698)
Total+A*49(02403.144)
Total+Ri(00278.779*kVArh)
Total+Ri*50(00255.729)
Total+Ri*49(00233.237)
Total-Rc(00003.855*kVArh)
Total-Rc*50(00003.401)
Total-Rc*49(00002.996)
Total-A(00000.014*kWh)
Total-A*50(00000.014)
Total-A*49(00000.014)
Total-Ri(00000.000*kVArh)
Total+Rc(00000.001*kVArh)
Pmax+A(2.239*kW)(07-10-22 09:00)
Pmax+A*50(2.199)(07-09-28 09:00)
Pmax+A*49(1.985)(07-08-02 10:00)
PwrOff(0159)
U1under(000000*min)
U2under(000000*min)
U3under(000000*min)
U1over(000010*min)
U2over(000010*min)
U3over(000010*min)
I1under(447510*min)
I2under(513740*min)
I3under(528280*min)
P1exp(000000*min)
P2exp(000000*min)
P3exp(000000*min)
WrPW(0000)
Date(07-10-26)
Time(15:14:15)
Battery(004296*h)
Param(03-02-14 11:23)
ReadOut(55-55-55 55:55)
```

Фигура 3. Информация от паметта на електромер EMPS T 405 R

Показания електромер е с непълно програмиране и от него може да се отчете месечното количество реактивна енергия по тарифи, но не и моментното натоварване. На фиг. 4 е показана извадка от подобно подробно програмирване

TIME	P	Kn=iml %	PIII kW	Q'1	Q'2	Q'3	Q'III kVAr	Un1 ,V	In1 ,A	D(1,2,3)	SIII kVA	Km
00:02:08	A	5,532	82,709	14,167	14,690	13,419	42,276	230,17	142,75	5,481	92,887	0,890
00:02:08	B	5,532						227,13	137,70	8,130		
00:02:08	C	5,532						226,99	142,86	5,505		
00:04:21	A	6,549	82,969	13,078	14,531	13,227	40,837	230,00	136,81	4,908	92,474	0,897
00:04:21	B	6,549						226,86	137,69	8,304		
00:04:21	C	6,549						226,36	136,78	7,931		
00:06:34	A	5,073	81,383	13,254	14,694	13,477	41,426	229,85	124,80	4,859	91,320	0,891
00:06:34	B	5,073						226,53	139,69	8,056		
00:06:34	C	5,073						226,58	124,86	5,922		
00:08:47	A	4,922	79,88	13,212	14,217	13,130	40,560	229,68	130,78	4,982	89,588	0,892
00:08:47	B	4,922						226,77	135,74	6,333		
00:08:47	C	4,922						225,54	130,89	5,168		
00:11:01	A	6,415	87,491	13,997	15,204	14,025	43,227	228,96	137,80	4,827	97,587	0,897
00:11:01	B	6,415						226,62	151,70	8,173		
00:11:01	C	6,415						226,24	137,87	6,100		
00:13:14	A	5,841	79,801	13,946	15,316	14,082	43,344	228,97	125,79	4,780	90,812	0,879
00:13:14	B	5,841						226,20	139,68	8,816		
00:13:14	C	5,841						225,77	125,87	6,537		
00:15:27	A	6,819	80,364	12,886	14,529	13,021	40,437	228,96	128,80	4,476	89,964	0,893
00:15:27	B	6,819						226,14	137,73	6,115		
00:15:27	C	6,819						226,43	128,88	4,309		

Фигура 4. Извадка от паметта на електромер A1N ALPHA Power +

Броят и мощността на степените на индуктивната и капацитивната компенсираща уредба се избират в зависимост от товаровия график, устройството за управление и съобразяване с относителната цена за 1 kVAr компенсираща мощност.

От гореказаното се вижда изключителната сложност на проблема с компенсацията на реактивната енергия. За да бъде решен успешно трябва да се вземе правилно решение за управление на вече избраните по вид и големина компенсиращи мощности. Управлението може да се извърши по няколко начина:

- ръчно – енергийния отдел включва и изключва КБ или дросели според предварителна информация или негово решение.

Този метод е възможен единствено при предприятия с твърд товаров график, но не се препоръчва

- автоматично чрез регулатор или програмируем контролер за управление на компенсиращите мощности.

Предлаганите на пазара регулатори са предназначени за компенсация с кондензаторни батерии. За да бъде решена успешно сложната задача за двупосочна компенсация трябва регулаторът да управлява както по големина, така и по посока на реактивната мощност. Задължително е също така, неговата

измервателна част да се монтира до електромера за търговско измерване за да се обхване и генерираната от кабелите СН капацитивна енергия.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определянето на реактивната мощност както и нейната компенсация е съществено за подобряване на технико-икономическите показатели на промишлените предприятия. При действащата тарифа за измерване и заплащане на реактивната електрическа енергия за предприятията със значителна дължина на електропроводите за средно напрежение се налага комплексна компенсация, поради възможността за двупосочен трансфер на реактивната енергия в различните часове от денонощието.

Препоръчва се подробен анализ на състоянието на проблема преди всичко с прецизни измервателни средства (по възможност да използват възможностите на статичните електромери за търговско измерване). При компенсацията на индуктивни товари да се използват сухи кондензаторни батерии, а при компенсацията на капацитивния товар на силовите кабели – индуктивни дросели. Задължително условие за положителния ефект от компенсацията е използването на микропроцесорен регулатор по критерии големина и посока на реактивната мощност.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]Наредба за регулиране на цените на електрическата енергия, ДВ, 2004, бр. 17 (изм. и доп., бр. 62 от 31.07.2007).

[2] Наредба № 6 от 9.06.2004 г. за присъединяване на производители и потребители на електрическа енергия към преносната и разпределителните електрически мрежи, ДВ, 2004, бр. 74 (изм. и доп., бр. 25 от 5.03.2008).

[3] Правила за търговия с електрическа енергия, ДВ, 2008, бр. 46.

[4] Железко Ю.С., О совершентвовании нормативных документов, определяющих отношения энергоснабжающих организаций и потребителей в части качества электроэнергии и условий потребления реактивной мощности, Промышленная энергетика, 2002, №6, стр.23-27.

[5] Василев Р., Неделчев И., Относно икономическата ефективност на компенсацията на реактивната мощност, Унитех'06, Международна научна конференция, ТУ Габрово, т. I, стр. 58-61, Габрово, 24-25 ноември, 2006.

[6] Николов Д. Електрически мрежи и системи .Техника. София 1994.

За контакти:

инж. Росен Василев, доцент д-р. в Катедра"Теоретична и измервателна електротехника" при ЕФ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 310^{A}Е.

e-mail: rsnvasilev@yahoo.com

инж. Ивайло Неделчев, старши асистент в Катедра" Теоретична и измервателна електротехника", при ЕФ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 310^{A}Е

Рецензент: проф. д.т.н. Николай Джагаров

ОТНОСНО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА КОЕФИЦИЕНТА НА ПОЛЕЗНО ДЕЙСТВИЕ НА СТЪКЛОКЕРАМИЧЕН ПЛОТ

ON DETERMINING THE EFFICIENCY OF A GLASS-CERAMIC COOKTOP

Мария Маринова, Янита Славова

Резюме: Оценяването на енергийната ефективност в различни области на промишлеността е приоритет на нашето съвремие. Един от най-големите потребители на електроенергия е битовият сектор. Известно е, че в бита освен отоплението най-голяма е консумацията на електрическа енергия и при приготвянето на храна. Затова и въпросът за енергийната ефективност на електротермичните битови уреди е изключително актуален. В разработката е предложен подход за оценяване на коефициента на полезно действие на битови термични електроуреди – стъклокерамичен плот за приготвяне на храна. Той е базиран на теоретични постановки на битови и промишлени електросъоръжения с подобни режими на работа и експлоатация. Оценено е влиянието на някои експлоатационни фактори върху коефициента на полезно действие на стъклокерамичен плот. Получени са интересни, от практическа гледна точка, резултати, които позволяват разработването на математични модели за бъдеща оптимизация.
Ключови думи: енергиина ефективност, коефициент на полезно действие; стъклокерамичен плот;.

Abstract: Evaluation of energy efficiency in various fields of industry is a priority in our modern world. One of the biggest consumers of electric power is the domestic sector. It is well known that, besides home heating, cooking incurs the greatest consumption of electric power. That is why energy efficiency of household appliances is of crucial importance. This study presents an approach for evaluation of the efficiency of thermal household appliances: a glass-ceramic cooktop, in particular. It is based on theoretical formulations for domestic and industrial electrical appliances and devices with a similar mode of operation. The impact of some operative factors on the efficiency of a glass-ceramic cooktop has been evaluated. The obtained results present interest from a practical viewpoint and allow development of mathematical models for further optimization.
Keywords: energy efficiency determining the efficiency; glass-ceramic cooktop.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Енергийната ефективност е въпрос с изключително голяма актуалност през последните години. Той се дефинира за различните области от промишлеността по различен начин. Приоритетен в тази сфера е битовият сектор. Той е един от най-големите консуматори на електроенергия, който в общия случай отчита и най-големите загуби. Известно е, че в бита най-голяма е консумацията на електрическа енергия през зимния период, когато във всяко домакинство има включен и отоплителен уред. Затова и въпросът за енергийната ефективност на електротермичните битови уреди е изключително актуален. Тези съоръжения са най-разнообразни – електронагревателни уреди, уреди за приготвяна на храна, за загряване на вода, уреди за охлаждане и др. с по-ограничено приложение. Сред тези електросъоръжения, най-често използваните в бита, са уредите за приготвяне на храна. Другите имат по-скоро сезонен характер и възможност, вече за използване на алтернативни източници на топлина. За приготвянето на храна, освен познатите чугунени електронагревателни плочи, през последните години масово се използват стъклокерамични плотове за вграждане.

II. АНАЛИЗ

Основен критерий за определяне на енергийната ефективност на електротермичните уреди за бита е

техния коефициент на полезно действие. В тази връзка целта на настоящата статия е да се изследва КПД на стъклокерамичен плот.

В стандартите не е указан начинът на изчисление на η за стъклокерамични плотове [1, 2]. Като се отчита, че той спада към групата на електрическите нагревателни плочи, в изследването се приема, че КПД може да се определи по следната зависимост:

$$\eta = \frac{G.C_p.T}{E.K}.100 = 20,5.\frac{G}{E}.100, \quad \% \qquad (1)$$

където:

K- корекционен коефициент J.W-1.h-1,

G – маса на стандартен алуминиев блок, kg,

Ср – специфична топлоемкост на алуминиевия блок (Ср =922 J.kg-1.K-1),

Т– превишаване на температурата – 80 К,

Е - консумирана енергия, Wh.

В най-общия случай консумираната електрическата енергия зависи от техническите характеристики на плота, от геометричните размери на нагревателните зони, специфичното повърхностно натоварване на нагревателя и вида на товара – използвания съд за приготвяне на храна.

Базирайки се на начина на провеждане на експерименталното определяне на КПД на електрическа нагревателна плоча [2], са проведени и експериментални изследвания за стъклокерамичен плот. При изпитванията се използва стандартен алуминиев блок, който се нагрява до достигане температурно превишение от 80 К. Изчислява се $\eta_{ст}$ - КПД от студено състояние и $\eta_{гор}$ - КПД от горещо състояние.

$$\eta_{ср} = (\eta_{ст} + \eta_{гор}) /2 \qquad (2)$$

С цел експерименталното определяне на коефициента на полезно действие са проведени опити върху стъклокерамичен плот на фирма ZANUSSI модел ‘ZKL64X’, със следните технически данни:

-номинално напрежение 220 V;

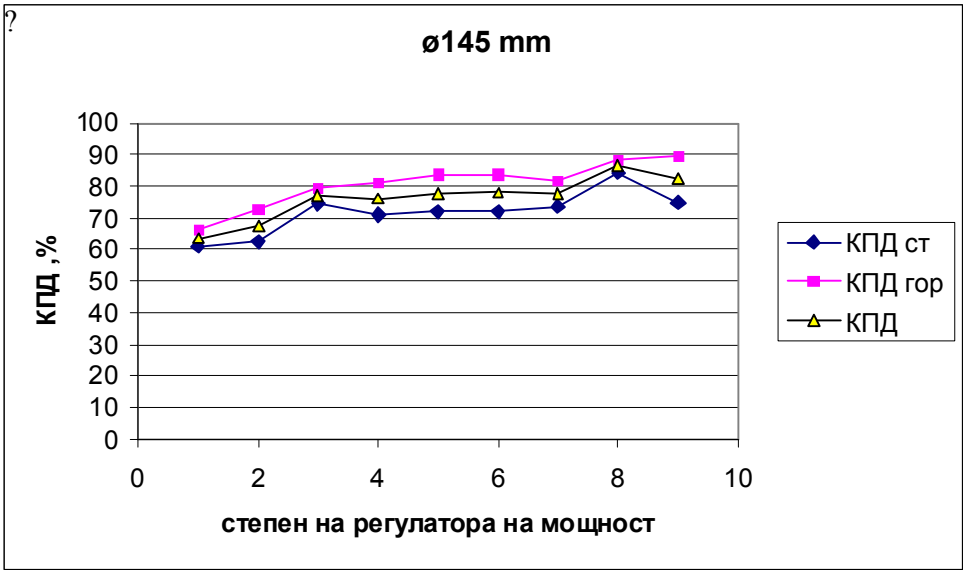
-честота 50 Hz;

-инсталирана мощност 5,8 кW.

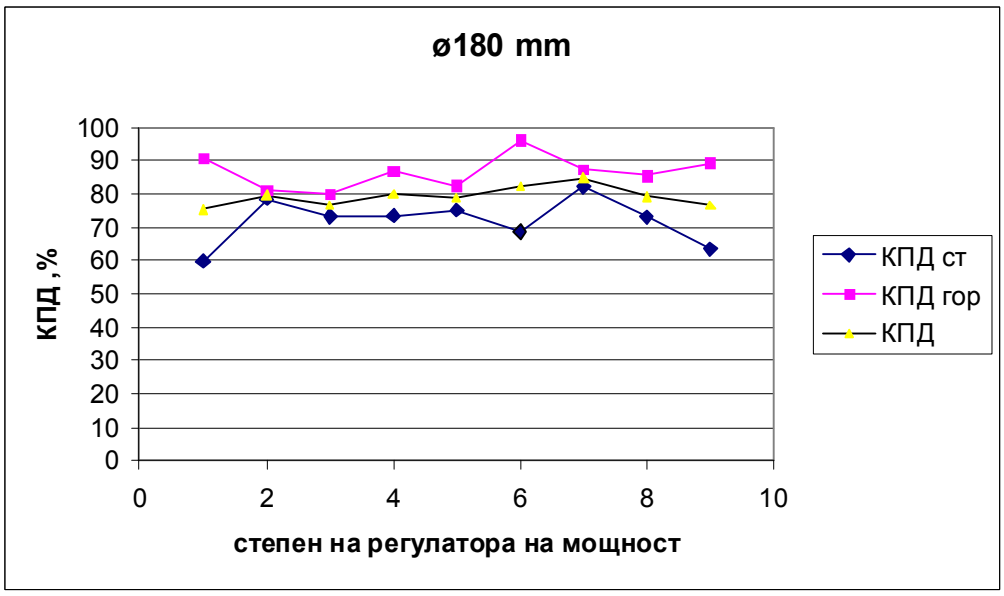
Плотът има четири нагревателни зони, като две са с диаметър - ø145 mm и мощност по 1200 W, а другите две съответно ø180 mm и 1700 W.

Резултатите от експерименталните изследвания за двете нагревателни зони ø145 mm и ø180 mm за всички степени са показани на фиг. 1и фиг.2.

За определянето на КПД на стъклокерамичния плот стандартният алуминиев блок може да се замени с алуминиеви съдове [2]. Изпитването се провежда като върху нагревателната повърхност е поставен съд, предварително напълнен със студена вода. За провеждане на изпитването се нагрява определено количество вода, което трябва да съответства на стойностите, посочени в стандарта за електричесли нагревателни плочи[2]. Този вид стандартен експеримент позволява да се разработят и нестандартни варианти, свързани с експлоатацията на плота. За целта са планирани и проведени експериментални изследвания за оценка на влиянието на диаметъра на използвания съд, различен от стандартния диаметър, върху КПД на стъклокерамичния плот. Определеният КПД може да се приеме като условен (УКПД), тъй като се провежда съгласно методиката на БДС [2], но не отговаря на стандартните изисквания. Експериментите са проведени за двете нагревателни зони - ø145 mm и ø180 mm, при работата им за всички степени на регулатора на мощност. Получените резултати за УКПД са показани на фиг. 3 и фиг. 4.

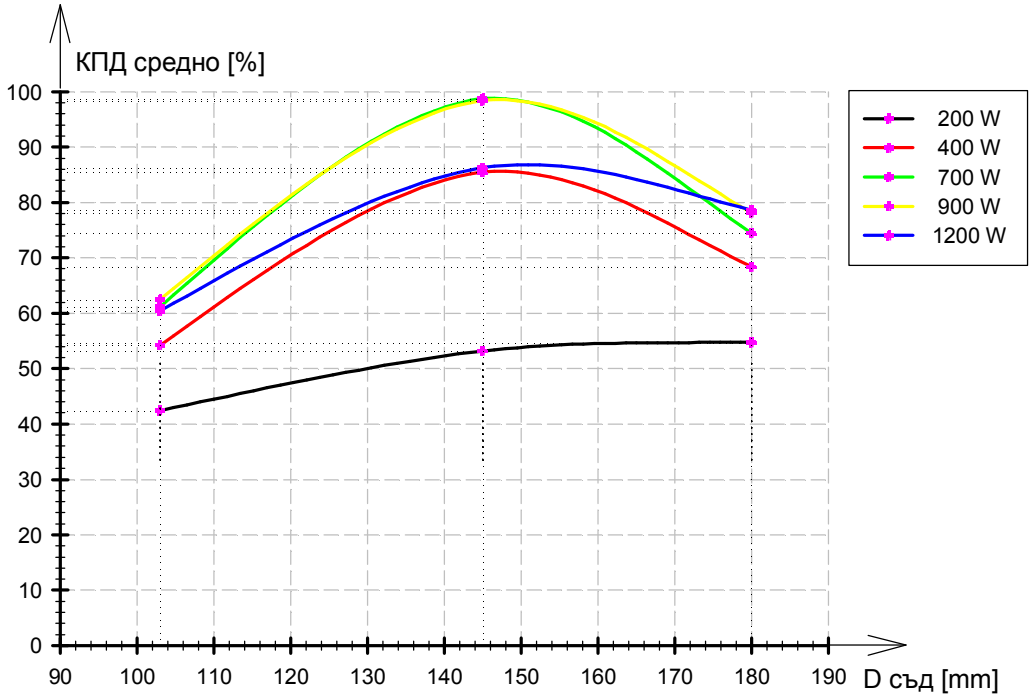


Фиг. 1. Зависимост на КПД от степента на регулатора на мощност за нагревателна зона ø145 mm.

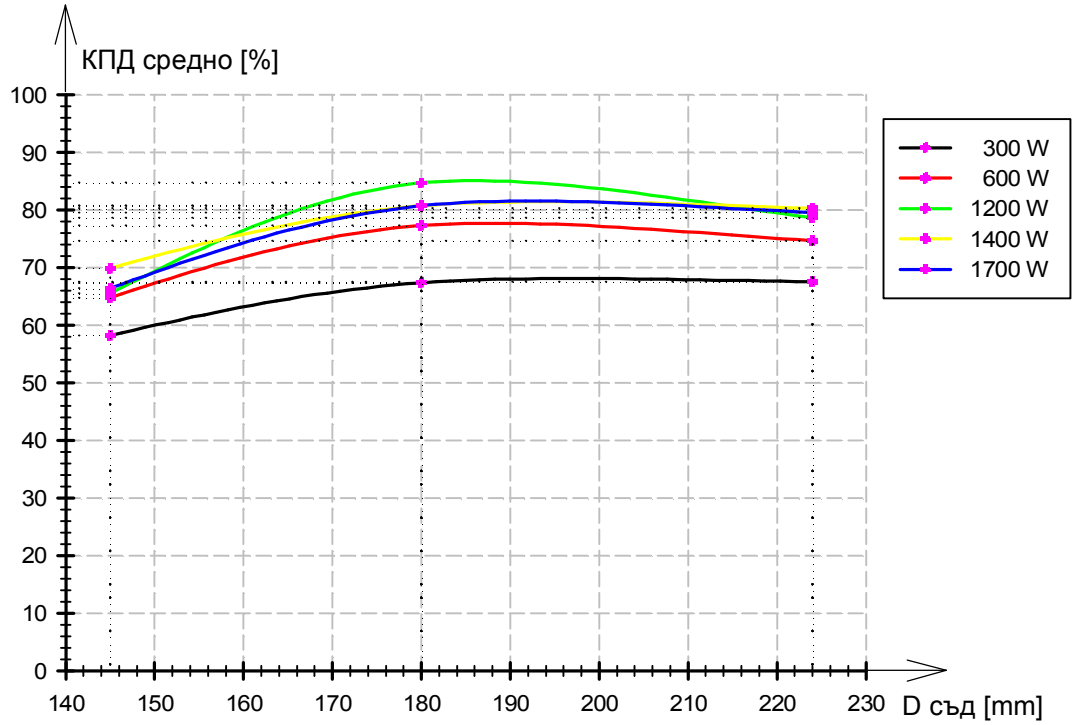


Фиг. 2. Зависимост на КПД от степента на регулатора на мощност за нагревателна зона ø180 mm.

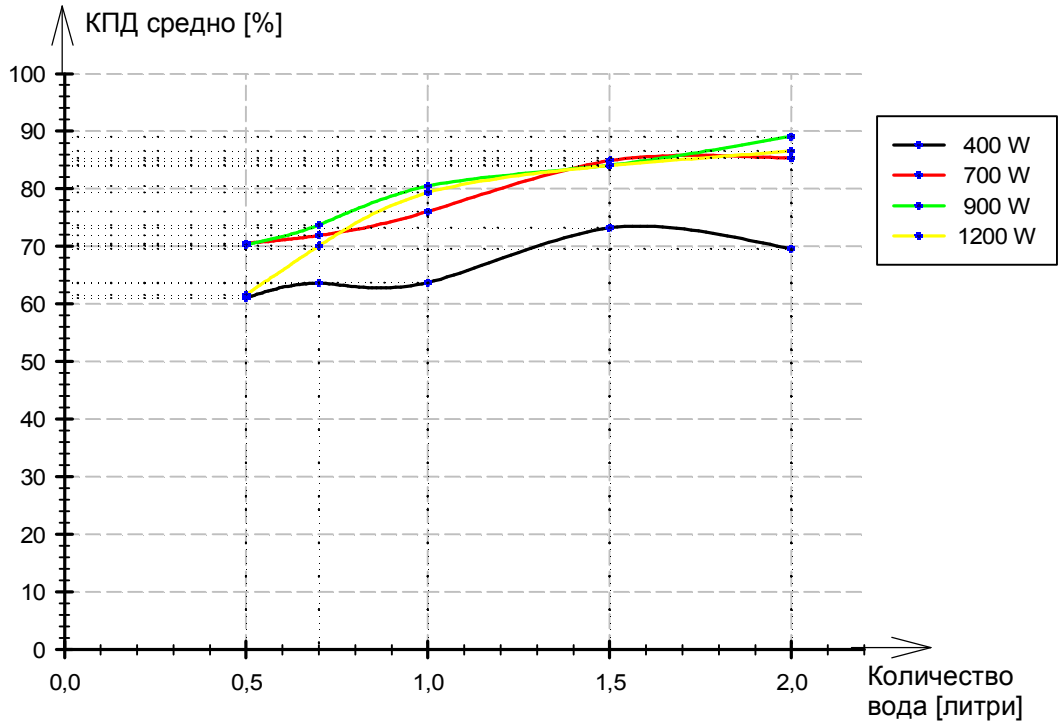
Експериментално е оценено и влиянието на количеството нагрявана течност. За целта освен със стандартното количество течност, което е 0,7 *l* за ЕНП ø145 mm и 1,0 *l* за ø180 mm [2], са проведени и експерименти с 0,5 *l*, 1,0 *l*, 1,5 *l* и 2,0 *l* вода за ЕНП ø145 mm, както и с 0,5 *l*, 0,7 *l*, 1,5 *l*, 2,0 *l* и 2,5 *l* – за ЕНП ø180 mm. За всички експерименти са определени условни КПД, на базата на данни за стойността им от студено и горещо състояние. Получените резултати са представени графично на фиг. 5 за нагревателна зона ø145 mm, а за нагревателна зона ø 180 mm на фиг. 6.



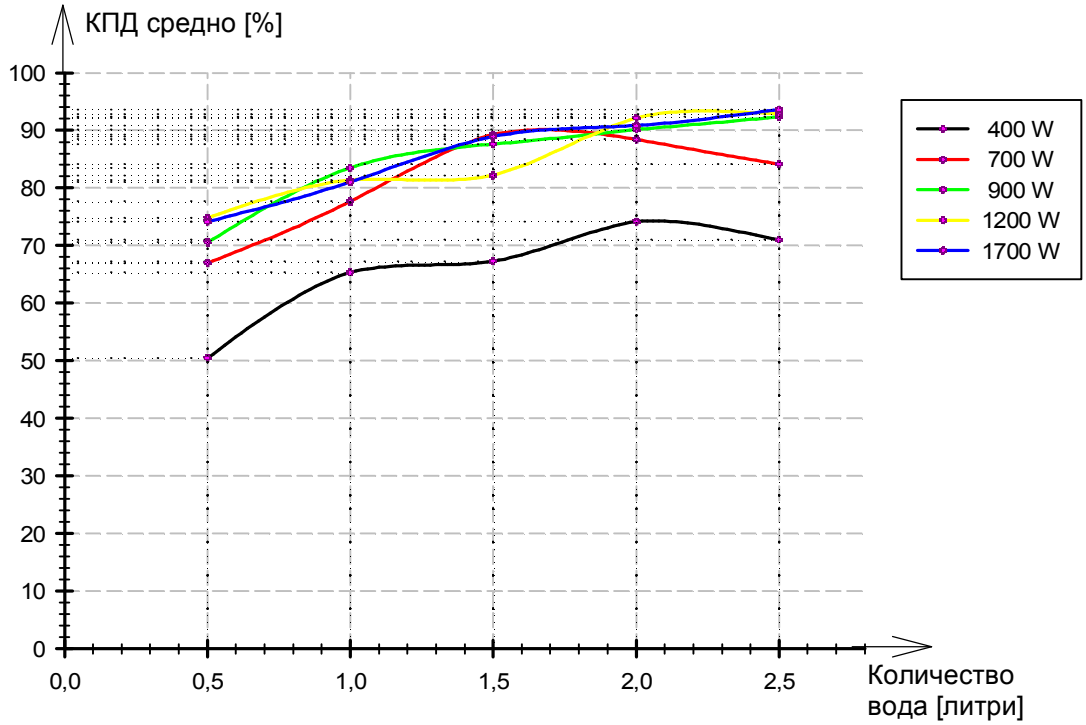
Фиг. 3. Зависимост на условния КПД от диаметъра на съда за нагревателна зона ø145mm, стандартно количество нагрявана течност 0,7 *l* .



Фиг. 4. Зависимост на условния КПД от диаметъра на съда за нагревателна зона ø180mm, стандартно количество нагрявана течност 1,0 *l*.



Фиг. 5. Зависимост на условния КПД от количеството нагрявана течност за нагревателна зона ø145 mm, стандартен диаметър на съда 145 mm.



Фиг. 6. Зависимост на условния КПД от количеството нагрявана течност за нагревателна зона ø180 mm, стандартен диаметър на съда 180 mm.

Получените експериментални резултати могат да дадат само една сравнителна оценка, но не и реална представа за въздействието на комплекса от фактори върху КПД на стъклокерамиен плот. Предварителното

им анализиране показва, че тяхното практическо изследване е затруднено, тъй като много трудно може да се осигури едновременното им въздействие. Експериментално може да се оцени коефициентът на полезно действие при различни действащи фактори, но не може да се отчете кое въздействие е най силно и какъв е неговият характер.

III. ИЗВОДИ

От проведените експериментални изследвания могат да се направят следните изводи:

1.Най – високият КПД се получава при ø180 mm – 85%, за средна мощност 1200 W и за ø145 mm – 81,7% при средна мощност 700 W.

2.С увеличаване на диаметъра на съда за нагревателна зона ø145 mm с 24 %, условният КПД намалява с 7,65% за P2=1200 W, а за P1=300 W намалява с 17,12%, а за нагревателната зона ø180 mm с 24 % по-голям съд от стандартния диаметър, условният КПД намалява с 2,64 % - за P1=300 W и с 1,2 % за P2=1700 W.

3.С намаляване на диаметъра на съда с 29 % при зона ø145mm, условният КПД намалява с 31,25% - за P1=300 W и с 25,84 % за P2=1200 W, а за нагревателна зона ø180 mm - с намаляване на диаметъра с 20 %, условният КПД намалява с 12,5 % - за P1=300 W и с 15 % - за P2=1700 W.

4. С увеличаване на количеството нагрявана течност при нагревателна зона ø145 mm, условният КПД се увеличава средно с 5,16 % за P3=400 W, а при P2=1200 W – с 13,2 %. За зона ø180 mm, условният КПД се увеличава средно 5,48 % за P1=300 W, а за P2=1700 W се увеличава с 10,1%.

5. С намаляване на количеството нагрявана течност при нагревателна зона ø145 mm, условният КПД се намалява с 2,6 % за P3=400 W, а при P2=1200 W – с 8,47%. За зона ø180 mm, условният КПД се намалява 14,88% за P1=300 W, а за P2=1700 W се намалява с 6,87%.

6.За нагревателна зона ø180 mm КПД се изменя приблизително много малко (приблизително 8%), при промяна на приведената мощност 7,5 пъти -от 300 W (min) до 1700 W (max). За ø145 mm – се променя 25%, а мощноста- 6 пъти от 200 W (min) до 1200 W (max). Оптималните режими на работа са при степен на регулатора 7 т.е. при приведена мощност 1200 W за ø180 mm и 700 W за ø145 mm.

В заключение от получените експериментални резултати следва, че влиянието на експлоатационните фактори върху КПД на стъклокерамичния плот е много съществено и с разнообразен характер на въздействие. От направения анализ на работата на стъклокерамичния плот следва, че трябва да се намери оптималния КПД не само от енергийна гледна точка но и така, че при процеса на готвене да се запазят полезните вещества в приготвяната храна. Тези оптимални режими би трябвало да влязат в инструкцията за експлоатация на самия уред. Получените резултати биха могли да послужат за по–нататъшно моделиране на влиянието на експлоатационните и конструктивните фактори върху ефективността на стъклокерамичен плот и оптимизиране на техническите характеристики при неговата експлоатация.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. БДС 63/1-90, Уреди електрически битови – общи електрически изисквания за безопасност и методи на изпитване.

[2]. БДС 1732-85, Печки готварски и котлони електрически битови.

За контакти:

инж. Мария Маринова, доцент д-р. в Катедра”Електротехника и електротехнологии” при ЕФ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 835Е, e-mail: m_i_m@abv.bg

инж. Янита Славова, старши асистент в Катедра”Електротехника и електротехнологии” при ЕФ на -Варна , ул. Студентска № 1, 835Е, e-mail: slaw_jan@abv.bg

Рецензент: доц. д-р инж. Марин Панайотов

СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ НА ВЕТРОГЕНЕРАТОРИ

OPERATION AND MAINTENANCE OF WIND FARM

Розалина Димова, Венцислав Вълчев

Резюме: Статията представя система за мониторинг и наблюдение на ветрогенераторен парк с използване на телекомуникационна технология с многократен достъп с разделяне по време (TDMA) по протоколи GSM/GPRS. Статията представя идея за използване на комуникациите за оценка на потенциални възможности на източниците на енергия и за подходяща инфраструктура за предаване на данни за наблюдение и контрол. Представена е хардуерната и софтуерната част от системата за предаване на данни.

Ключови думи: вятърна енергия, контрол и управление

Abstract: The paper presents an operation and maintenance wind park system, using time division multiple access communication technology and standards GSM/GPRS. The idea of using telecommunications technologies for potentials evaluation of energy sources is presented and as an infrastructure for control data transmission. Data transmission system is proposed.

Keywords: wind energy, Wind Park, maintenance

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Пред бъдещото развитие на енергийния сектор стоят големите предизвикателства на нарастващия дефицит на енергоресурси и проблемът с увеличаването на отделяните парникови газове. Възобновяемите енергийни източници са ефективно решение и на двете предизивикателства. В сравнение с другите видове възобновяеми източници ветроенергийните инвестиции имат най-бърза възвращаемост[1,2].

Ефективното преобразуване на вятърна енергия чрез вятърни електрогенератори и турбини, работещи самостоятелно или обединени във вятърен парк, задължително изисква професионален анализ на ветроусловията. Електроцентралите като система следва да отговарят едновременно на различни критерии - групова ефективност на съставляващите ги ветроагрегати, механична и енергийна устойчивост и надеждност на централата. Тези изисквания се залагат още в стадия на избиране на агрегатите за проекта, за топологичната им конфигурация на терена и оптимизацията на бъдещото електропроизводство[3]. Във всеки ветрогенератор има вграден контролер, който следи за правилната работа на цялото електромеханично съоръжение, като в него е заложен алгоритъм за управление на генератора при определени обстоятелства: скорост и посока на вятъра, ток и напрежение по намотките на генератора, контролни температури коефициент на загубите от реактивна енергия и други.

II. МЕТОДИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТТА НА ВЕТРОПАРКОВЕТЕ

2.1. Производителност на ветропарк

При изграждане на ветропарковете се прави енерготехнически проект и инвестиционно-икономическа оценка на различни, но конкурентни помежду си варианти на технически решения. Всяка неточност при ветроенергийния одит и при последващия анализ на данните, а в крайна сметка при избора на подходящи турбини, може да доведе до значителни отклонения при оценката за годишната електропроизводителност и показателите за енергийна ефективност, поради натрупваната грешка на различните етапи от проучването и проектирането. Ефективността на вятърните електроцентрали е комплексен показател,

включващ взаимното влияние на турбините на електроцентралата като единна система, част от обществената електросистема[4].

За всеки ветроенергиен проект, както за единична вятърна турбина, така и за вятърен парк, са нужни продължителни измервания на вятъра и други климатични характеристики.

Използват се сензори и софтуер за непрекъснато наблюдение на перките на ветрогенератора, което е стъпка към повишаване ефективността на турбините в условията на променливи ветрови условия Измерването на условията – температура, слънчева радиация и консумирана енергия са база за проектиране. Използването на захранвани с батерии data logger устройства са мощно средство за непрекъснато наблюдение на широк диапазон вътрешни и външни параметри през избрани интервали.

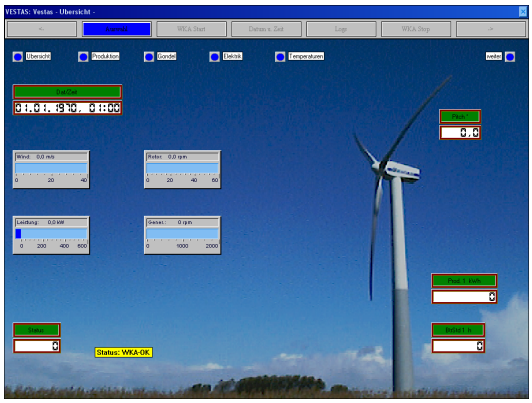
Така се наблюдава енергийната ефективност, качество на въздуха, температура, скорост на вятъра и др.

2.2. Система за наблюдение на парк с ветрогенератори

Системните настройки на всеки контролер са достъпни през терминал с функционална тастатура и дисплей (най - често 4-редов). Устройството разполага с параметър, позволяващ на всяка турбина да се посочи уникален номер в рамките на общата информационна мрежа в парка. Така софтуерът разпознава за кой контролер, респективно генератор са текущите данни, които обработва.

SCADA системите служат за наблюдение на всякакви параметри - вътрешни процеси като температура, налягане и импулсни отброявания; външни данни като позиция на перки, клапани (винтили) и команди за стартиране на перките на ветрогенераторите и др. Тези системи следят и за набора от точки за процесов контрол и параметри за настройки(фиг.1).

В разглеждания случай софтуерът SCADA е базиран на работа през локална мрежа с безжичен достъп(WLAN). За достъп се използва мобилна мрежа с GPRS



Фиг.1 Система за наблюдение

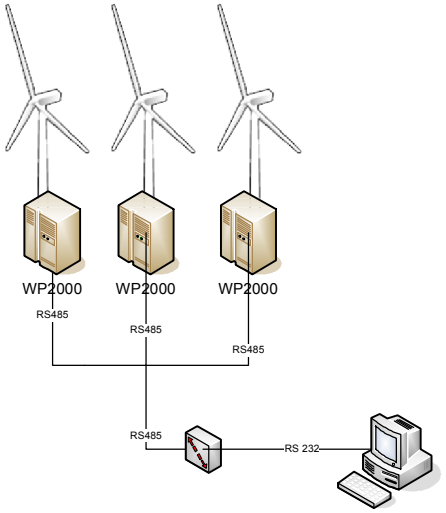
технология за пренос на данни от обектите до сървъра. Комуникаторът осигурява възможност за комуникация както по GPRS технология, така и по стандарт RS422/485/232, какъвто е заложен в локалните контролери на ветрогенераторите.

Софтуерният пакет поддържа комуникация по сериен канал, модемна комутируема линия; модемна арендована линия; комуникация през LAN/WAN мрежа; GPRS комуникация с до 256 устройства през един сървър; формиране на SMS съобщения за възникнали събития; поддържа векторна и растерна графика за визуапизация; формиране и отпечатване на отчетни форми, журнали, трендове и др.

Модулът е надстроен допълнително с приложен софтуер, позволяващ конвертиране на протокола на операторската станция в тези на предвидените два типа генератори.

Терминалът комуникира с устройствата, включени към него и формира собствена база данни. В зависимост от мястото от където получава запитванията (RS канала или GPRS) мрежата предава данните по този канал. При работа по GPRS технология за всеки параметър или само за някои от тях се дефинира зона на нечувствителност. В случай, че контролираните параметри излязат от зададената зона или променят състоянието си терминалът изпраща уплътнен кадър към сървъра, инсталиран на операторската станция. Зоната е спрямо

последната изпратена стойност и е свободно задаваема за всеки отделен параметър. При измерване на температура това би могло да бъде 1°C и докато параметърът не се отклони с тази стъпка от последната изпратена за него стойност, той няма да предизвика изпращане на уплътнен кадър към операторската станция. По този начин се оптимизира трафика, особенно при процеси с не особенно голяма динамика.



Фиг.2 Мрежа за дистанционен контрол

През серийния канал RS232 на комуникатора, след конвертиране в RS422 за връзка с контролера на генератора и в RS485 за връзката със защитата, комуникаторът се свързва през зададен интервал с контролерите на генератора и защитата за получаване стойностите на измерваните параметри, за регистрирани аларми или операторски действия извършени на място и актуализира базата с данни съдържаща се в него(Фиг.2). При установяване на промяна, която трябва да се отрази в сървъра, се формира уплътнен кадър, който се излъчва към указаната локална операторска станция. Той може да не е един и същ за всички генератори. Такова събитие, което да инициализира предаване на кадър са и алармените съобщения и съобщенията за операторски действия през пулта на полевите контролери.

На всеки час се изпраща кадър с отчетените за периода данни. Ако не е имало промяна, която да предизвика предаване на данни от определено устройство, се изпраща служебно информационен кадър с цел да се констатира, че няма разпадане на комуникационния канал.

Тъй като промяната на данните при тези съоръжения в рамките на няколко минути понякога е незначително малка, то е допустимо определено забавяне на информацията по мрежата.

Данните, събирани в локалната операторска станция за конкретния парк се препредават до районният диспечерски сървър. През този канал всяка получена информация от контролерите на генераторите се предава и в районния център. Така паркът с ветрогенератори се наблюдава от най-малко от 2 места.

Броят на работни станции има ограничение, произтичащо от операционната система, която позволява техния брой да е до 9, като една от тях се използва за съхранение на данни.

За описване на комуникационната среда в приемната станция се дефинират последователно всички необходими параметри и се осигурява тяхното единно интерпретиране във всички йерархични нива на локалните устройства на обекта. В настройките на софтуера се въвежда телефонен номер за получаване на съобщения в случай, че се включи някоя от защитите и се създаде алармена ситуация.

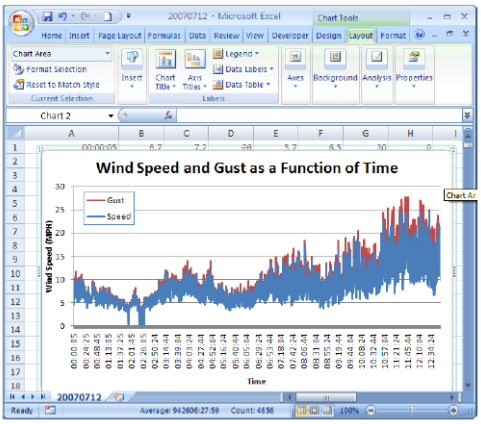
III.ДИСТАНЦИОННО НАБЛЮДЕНИЕ НА ПАРК С ВЕТРОГЕНЕРАТОРИ

Наблюдаван е ветрогенераторен парк, чиято система за наблюдение е организирана при използване на мобилна мрежа с многократен достъп с разделяне по време (TDMA) и GPRS комуникационен протокол.

Дейта логерите са измервателни устройства, които се състоят от микропроцесор, памет и сензори за измерване и запис във времето на една или повече променливи. За конфигуриране на логерите (избор на честота на отчитане, синхронизация с компютъра за обработка на данните и др) и анализ на данните се

използва специализиран софтуер. записите се регистрират в променлива вътрешна памет дори при липса на захранване и без обслужване. Те поддържат аларма при промяна на параметрите на сензорите, изтощаване на батериите и други проблеми .Интервалите на отчитане параметрите на вятъра могат да се регулират, но по подразбиране интервала за запис на дани в паметта е 60 секунди, но може да се променя.

Софтуерът за контрол е пригоден за активен(on-line) режим на наблюдение, визуализира текущото състояние на входно-изходните интерфейси на контролерите за всеки ветрогенератор, като едновременно с това архивира постъпващите за последващ технологичен или статистически анализ данни.



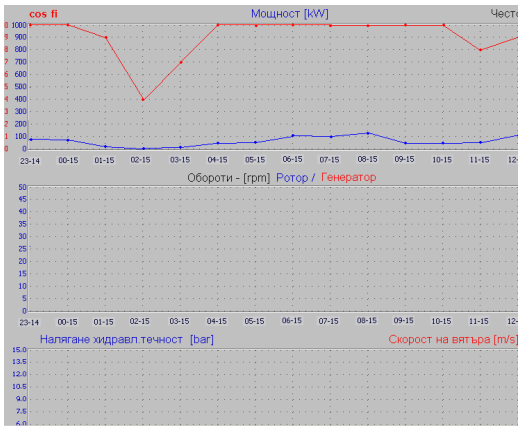
Фиг.3 Софтуер за контрол на данни

След изграждане на мрежата и конфигуриране на софтуера може да се наблюдават ветрогенераторите в реално време (фиг.3).

Представени са данни за период от 14 часа, за да се визуализира следенето на работата на една от турбините (Фиг.4).

IV. ИЗВОДИ

Системата за наблюдение и контрол в комбинация със SCADA система може да се използва за контрол и управление на различни системи, които имат вграден интерфейс за серийна комуникация. Това е възможно тъй като изграждането и инициализацията на мрежата позволява тя да предава данни от и към описаните сериини връзки.



Фиг.4 Параметри на турбините

Разположението на ветрогенераторните паркове на голямо разстояние от населени места, липсата на добра инфраструктура, както и големите инвестиции за радиопредаване са предпоставки за високи месечни разходи и недостатъчна надеждност на сигнала. Представената система спестява разходи по поддръжка, осигурява ниски месечни такси и мобилност, позволяваща предаване на сигнал до която и да е точка. Благодарение на нейната гъвкавост тя осъществява комутация през различни стандарти за пренос на данни по Интернет и позволява да се използват системите за достъп до глобалната мрежа.

Този доклад е разработен в рамките на научно-изследователски проект № Д002-48/10.12.2008, ‘Развитие на специализирана научна инфраструктура за изследване потенциала на слънце и вятър’, Фонд ‘Научни Изследвания’, МОН

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Demeo E.A., G.Joran Accomodating wind natural behavior, IEEE Power Energy, vol 5,No.6,2007,pp 59-67

[2]. Emst B, B.Oaklaf Predicting the wind, IEEE Power Energy, vol.5,No.6, Nov/Dec.2007, pp 78-89

[3]. California ISO, Integration of the renewable resourses, Nov.2007

[4]. Tentzerakis S.T., An investigation of the Harmonic Emissions of Wind Turbines, TEC, March 2007, pp. 150-158.

За контакти:
инж.Розалина Димова, доцент д-р в Катедра”Съобщителна техника” при ФЕ на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 311Е, e-mail: rdim@abv.bg

Рецензент: гл. ас. д-р Борислав Найденов

УСЪВЪРШЕНСТВАН АЛГОРИТЪМ ЗА АНАЛИЗ НА ПРЕЦИЗЕН НЕЛИНЕЕН МОДЕЛ НА АВТОТРАНСФОРМАТОРЕН ДИСКРЕТЕН РЕГУЛАТОР НА НАПРЕЖЕНИЕ С ПОЛУПРОВОДНИКОВИ КОМУТИРАЩИ ЕЛЕМЕНТИ

A REFINED ALGORITHM FOR ANALYSIS OF PRECISE NON-LINEAR MODEL OF DISCRETE AUTOTRANSFORMER STEP-VOLTAGE AC REGULATOR WITH SEMICONDUCTOR COMMUTATORS

Емил Панов, Емил Барудов, Стефан Барудов

Резюме: Представен е усъвършенстван алгоритъм за анализ на автотрансформаторен дискретен регулатор на променливо напрежение с тиристорни комутатори. Той позволява да се избегнат редица от съществуващите трудности, който възникват поради особеностите на матричните уравнения, описващи електрическото равновесие на изследвания тип устройства. Матриците на тези уравнения са разредени, имат матрично клетъчна структура и са почти особени. Това води до натрупване на грешки при използване на стандартните подходи за тяхното решаване. Предложеният алгоритъм води до разбиването на големите матрици на подматрици, които са неособени и участват в групи уравнения, чиито решения се заместват последователно едно в друго. Получените решения са с малко натрупване на грешката от изчисленията и са с голяма стабилност във времето.
Ключови думи: дискретен регулатор, полупроводникови комутиращи елементи, тиристор

Abstract: A refined algorithm, for analysis of discrete autotransformer step-voltage AC regulator with thyristor commutators is presented. It enables some of the existing difficulties, arising because of the peculiarities of the matrix equations, which describe the electrical equilibrium of the explored types of devices, to be avoided. The matrices of these equations are sparse, they have cell structure and they are close to the singular matrices, as well. The usage of the standard approaches for their solution is followed by accumulation of substantial error. The proposed algorithm breaks the big matrices into sub-matrices, which are not singular; they participate in small groups of equations, which solutions are used consequtively one after the other. The received solutions are with a small accumulated error and they are very stable in the time domain.
Keywords: discrete AC regulator, semiconductor commutator, thyristor

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Проектирането и конструирането на съвременни автотрансформаторни дискретни регулатори на променливо напрежение (АДРПН) с полупроводникови комутиращи елементи (ПКЕ) изисква използването на модерни средства за компютърен анализ и симулация на сложните процеси, възникващи в този клас устройства [1,2,3,4]. Основен е проблемът за разработката на адекватни прецизни модели и алгоритми за анализ, които да позволяват точни решения и верни симулации на реакциите на АДРПН при различните работни режими и аварийни ситуации [5,6,7]. Всичко това води до реализацията на икономия на средства и време при инженерните разработки и производството на този клас изделия.

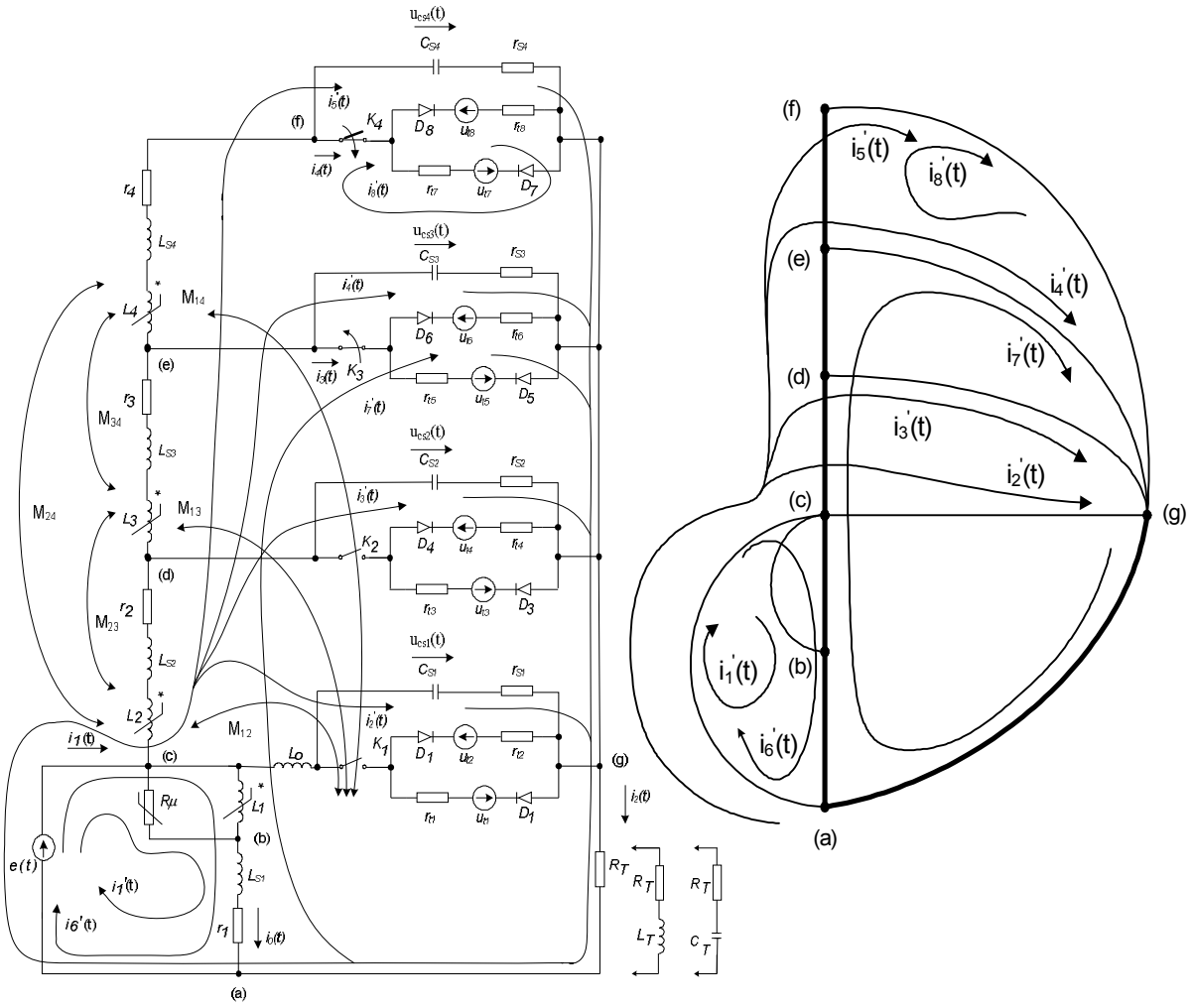
II. АНАЛИЗ

На фиг. 1 е представена заместващата схема на един от използваните видове АДРПН с четири ПКЕ. Схемата включва параметрите на магнитната верига, комутиращите групи, гасящите групи, параметрите на отделните секции на намотката и отчита съществуващите нелинейности. Създаденият модел позволява да се отчитат произволни във времето комутации на последователно превключвани съседни ПКЕ. Комутационните процеси имат три времеви интервала, като най-тежък е случая, при който ключът K_3 се отваря, а ключът K_4 се затваря, т. е. преминава се към граничния режим на регулиране с най-ниско напрежение на входа на АДРПН.

В публикация [5] вече бе разглеждан общия вид на системите уравнения за трите времеви интервала на комутационния процес. В първия интервал АДРПН все още работи при установен променливотоков режим, като електрическото равновесие се описва посредством метода с контурните токове в комплексна форма. Броят на независимите контури е седем и системата уравнения се състои от седем уравнения със седем неизвестни. Общият вид на системата има следната матрична форма:

$$[Y_1].[\dot{I}'] = [\dot{E}], \qquad (1)$$

където $[Y_1]$ е комплексна проводимостна матрица на АДРПН с размерност 7 реда и 7 колони (т.е. 7x7); $[\dot{I}']$ е матрицата стълб на контурните токове $\dot{I}_1'; \dot{I}_2'; ...\dot{I}_7'$ с размерност 7x1; $[\dot{E}]$ е матрицата-стълб на комплексите на контурните е.д.н. с размерност 7x1. В настоящата публикация независимите контури са избрани по друг начин, различен от представения в публикация [5]. Това не води до някакви проблеми при анализа на АДРПН в първия интервал, понеже числениият метод, който е избран за решаването на уравнение (1) е метода на Гаус-Джордан, а матрицата $[Y_1]$ не е особена, при какъвто и да е вариант на избор на независимите контури на веригата. Така, че не съществуват някакви особени трудности по определяне на изходната реакция на АДРПН до момента, в който ключът K_4 не се затвори. Графът на изследваната верига е представен на фиг.2.



Фиг.1 Замества схема на ДРПН с четири ПКЕ.

Фиг. 2 Граф на веригата.

Във втория интервал се наблюдава първия преходен процес в АДРПН при положение, че ключовете $К_3$ и $К_4$ са затворени. Анализът се извършва посредством метода с променливите на състоянието, като осем от променливите на състоянието са контурните токове $i_1'(t);i_2'(t);...;i_7'(t);i_8'(t)$, а останалите четири са напреженията върху гасящите конденз-атори $u_{cs1}(t);\ldots;u_{cs4}(t)$. Анализът се провежда във временната област като системата уравнения съдържа дванадесет уравнения с дванадесет неизвестни. При предишния подход [5], матрицата на системата уравнения се явяваше почти особена, а методът за интегриране беше директния метод Ойлер. Всичко това бе предпоставка за натрупването на грешка при изчисленията за някои конкретни стойности на фазата на комутацията на ключа $К_4$. Смяната на независимите контури при различните варианти не доведе до подобряване на типа на матрицата на системата уравнения, т.е. тя си остава почти особена. Независимо от това независимите контури бяха променени във вида представен на фиг.1 и фиг.2. При тази ситуация общият матричен вид на системата уравнения е следният:

$$[A_2]\frac{d}{dt}[x(t)]=[B_2].[x(t)]+[e_2(t)], \qquad (2)$$

където матриците $[A_2]$ и $[B_2]$ са с размерности 12x12 и се състоят от девет подматрици

$$[A_2]=\left[\begin{array}{c|c|c} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ \hline A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ \hline A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{array}\right],\ [B_2]=\left[\begin{array}{c|c|c} B_{11} & B_{12} & B_{13} \\ \hline B_{21} & B_{22} & B_{23} \\ \hline B_{31} & B_{32} & B_{33} \end{array}\right]. \qquad (3)$$

Матриците $[x(t)]$ и $[e_2(t)]$ са с размерности 12x1 и се състоят от по три подматрици:

$$[x(t)]=\left[\begin{array}{c} X_{11}(t) \\ \hline X_{21}(t) \\ \hline X_{31}(t) \end{array}\right],\ [e_2(t)]=\left[\begin{array}{c} E_{11}(t) \\ \hline E_{21}(t) \\ \hline E_{31}(t) \end{array}\right]. \qquad (4)$$

Тук матрицата $[x(t)]$ съдържа променливите на състоянието в изброения по-горе ред, а матрицата $[e_2(t)]$ съдържа входното е.д.н. e(t) и падовете върху тиристорните ключове $К_3$ и $К_4$ u_{t5}, u_{t6}, u_{t7} и u_{t8} в наситено състояние.

Размерите на подматриците са както следва:

$[A_{11}]$ и $[B_{11}]$ са 5x5; $[A_{12}]$ и $[B_{12}]$ са 5x3; $[A_{13}]$ и $[B_{13}]$ са 5x4;

$[A_{21}]$ и $[B_{21}]$ са 3x5; $[A_{22}]$ и $[B_{22}]$ са 3x3; $[A_{23}]$ и $[B_{23}]$ са 3x4;

$[A_{31}]$ и $[B_{31}]$ са 4x5; $[A_{32}]$ и $[B_{32}]$ са 4x3; $[A_{33}]$ и $[B_{33}]$ са 4x4;

$[X_{11}(t)]$ и $[E_{11}(t)]$ са 5x1; $[X_{21}(t)]$ и $[E_{21}(t)]$ са 3x1;

$[X_{31}(t)]$ и $[E_{31}(t)]$ са 4x1.

Матриците $[A_2]$ и $[B_2]$ са разредени, т. е. имат над 30% нулеви елементи, като нулеви се явяват и следните подматрици: $[A_{13}]$; $[A_{23}]$; $[A_{31}]$; $[A_{32}]$; $[B_{23}]$; $[B_{31}(:,1)]$; $[B_{32}]$; $[B_{33}]$; $[E_{31}(t)]$. Освен това подматриците $[A_{33}]$, $[B_{13}]$, $[B_{31}]$ са диагонални. Подматриците на променливите на състоянието имат следния вид:

$$[x_{11}(t)]=\begin{bmatrix} i_1'(t) \\ i_2'(t) \\ ..... \\ i_5'(t) \end{bmatrix};\ [X_{21}(t)]=\begin{bmatrix} i_6'(t) \\ i_7'(t) \\ i_8'(t) \end{bmatrix};\ [X_{31}(t)]=\begin{bmatrix} u_{cs1}(t) \\ u_{cs2}(t) \\ u_{cs3}(t) \\ u_{cs4}(t) \end{bmatrix}. \qquad (5)$$

Алгоритъмът който се прилага, за да се избегне факта, че матрицата $[A_2]$ е почти особена, се състои в разбиването на уравнение (2) на три матрични уравнения, съдържащи по-гореизброените подматрици, като решенията се добиват в поредна последователност. При всяка времева стъпка напред се решават следните матрични уравнения:

$$1)\ [A_{22}]\frac{d}{dt}[X_{21}(t)]=[B_{22}].[X_{21}(t)]+[E_{21}(t)], \qquad (6)$$

като уравнение (6) се умножава в ляво и дясно с обратната матрица $[A_{22}]^{-1}$ и след това приблизителните стойности на първите производни $\frac{d}{dt}[X_{21}(t)]$ се заместват в следващото матрично уравнение:

$$2)\ [A_{11}]\frac{d}{dt}[X_{11}(t)]=[B_{11}|B_{12}|B_{13}].\ .[X(t)]-[A_{12}]\frac{d}{dt}[X_{21}(t)]+[E_{11}(t)], \qquad (7)$$

като уравнение (7) се умножава в ляво и дясно с обратната матрица $[A_{11}]^{-1}$ и след това се прилага метода на Рунге-Кута-4. Полученото решение се замества в следващото матрично уравнение:

3) $$[A_{33}]\frac{d}{dt}[X_{31}(t)]=[B_{31}(:,2:5)].[X_{11}(t)], \quad (8)$$

като уравнение (8) се умножава в ляво и дясно с обратната матрица $[A_{33}]^{-1}$ и след това се прилага метода на Рунге-Кута-4. Полученото решение се замества в последното матрично уравнение:

4) $$[A_{22}]\frac{d}{dt}[X_{21}(t)]=-[A_{21}]\frac{d}{dt}[X_{11}(t)]+ [B_{21}|B_{22}].\begin{bmatrix}X_{11}(t)\\ \overline{X_{21}(t)}\end{bmatrix}+[E_{11}(t)], \quad (9)$$

като уравнение (9) се умножава в ляво и дясно с обратната матрица $[A_{22}]^{-1}$ и след това се прилага метода на Рунге-Кута-4. Полученото решение се замества в уравнение (6), за да се изпълни следващата стъпка напред във времето, а след това отново в уравнения (7), (8) и (9), докато приключи втория интервал и ключа K_3 не се отвори.

Изчислителната процедура оперира с неособените подматрици $[A_{22}]$, $[A_{11}]$ и $[A_{33}]$ и получените решения не натрупват грешка във времето на втория подинтервал.

В третия интервал се наблюдава втория преходен процес, като от всички ключове затворен е само K_4. Анализът се провежда отново посредством метода с променливите на състоянието във времевата област. Броят на променливите на състоянието е вече единадесет, понеже тук отпада контурния ток $i_7'(t)$ от групата неизвестни от предния интервал. Системата уравнения в третия интервал има следния вид:

$$[A_3]\frac{d}{dt}[x(t)]=[B_3].[x(t)]+[e_3(t)], \quad (10)$$

където матриците $[A_3]$ и $[B_3]$ са с размерност 11x11 и се състоят от по три подматрици

$$[A_3]=\begin{bmatrix}a_{11}|\ a_{12}|\ a_{13}\\ \hline a_{21}|\ a_{22}|\ a_{23}\\ \hline a_{31}|\ a_{32}|\ a_{33}\end{bmatrix},\quad [B_3]=\begin{bmatrix}b_{11}|\ b_{12}|\ b_{13}\\ \hline b_{21}|\ b_{22}|\ b_{23}\\ \hline b_{31}|\ b_{32}|\ b_{33}\end{bmatrix}. \quad (11)$$

Матриците [x(t)] и $[e_3(t)]$ са с размерности 11x1 и се състоят от по три подматрици:

$$[x(t)]=\begin{bmatrix}x_{11}(t)\\ \overline{x_{21}(t)}\\ \overline{x_{31}(t)}\end{bmatrix},\quad [e_3(t)]=\begin{bmatrix}e_{11}(t)\\ \overline{e_{21}(t)}\\ \overline{e_{31}(t)}\end{bmatrix}. \quad (12)$$

Матрицата [x(t)] съдържа променливите на състоянието в реда, изброен за втория интервал без тока $i_7'(t)$, а матрицата $[e_3(t)]$ съдържа входното е.д.н. e(t) и падовете върху тиристорния ключ K_4 u_{t7} и u_{t8} в наситено състояние.

Размерностите на подматриците са като следва:
$[a_{11}]$ и $[b_{11}]$ са 5x5; $[a_{12}]$ и $[b_{12}]$ са 5x2;
$[a_{13}]$ и $[b_{13}]$ са 5x4;
$[a_{21}]$ и $[b_{21}]$ са 2x5; $[a_{22}]$ и $[b_{22}]$ са 2x2;
$[a_{23}]$ и $[b_{23}]$ са 2x4;
$[a_{31}]$ и $[b_{31}]$ са 4x5; $[a_{32}]$ и $[b_{32}]$ са 4x2;
$[a_{33}]$ и $[b_{33}]$ са 4x4;
$[x_{11}(t)]$ и $[e_{11}(t)]$ са 5x1;
$[x_{21}(t)]$ и $[e_{21}(t)]$ са 2x1;
$[x_{31}(t)]$ и $[e_{31}(t)]$ са 4x1.

Матриците $[A_3]$ и $[B_3]$ са разредени, като матрицата $[A_3]$ е почти особена. Нулеви се явяват и следните подматрици: $[a_{13}]$; $[a_{23}]$; $[a_{31}]$; $[a_{32}]$; $[b_{23}]$; $[b_{32}]$; $[b_{33}]$; $[e_{31}(t)]$. Освен това подматриците $[a_{33}]$, $[b_{13}]$, $[b_{31}]$ са диагонални. Подматриците на променливите на състоянието имат следния вид:

$$[x_{11}(t)]=\begin{bmatrix}i_1'(t)\\ i_2'(t)\\ .....\\ i_5'(t)\end{bmatrix};\quad [x_{21}(t)]=\begin{bmatrix}i_6'(t)\\ i_8'(t)\end{bmatrix};$$

$$[x_{31}(t)]=\begin{bmatrix}u_{cs1}(t)\\ u_{cs2}(t)\\ u_{cs3}(t)\\ u_{cs4}(t)\end{bmatrix}. \quad (13)$$

Алгоритъмът, позволяващ да се избегне факта, че матрицата $[A_3]$ е почти особена, се състои в разбиването на уравнение (10) на три матрични уравнения, съдържащи гореизброените подматрици, като на всяка стъпка напред във времето се решават следните матрични уравнения:

$$1)\ [a_{22}]\frac{d}{dt}[x_{21}(t)]=[b_{22}].[x_{21}(t)]+[e_{21}(t)], \quad (14)$$

като уравнение (14) се умножава в ляво и дясно с обратната матрица $[a_{22}]^{-1}$ и след

това получените приблизителни стойности за първите производни $\frac{d}{dt}[x_{21}(t)]$ се заместват в следващото матрично уравнение:

$$2)\quad [a_{11}]\frac{d}{dt}[x_{11}(t)] = [b_{11}|b_{12}|b_{13}].[x(t)] - [a_{12}]\frac{d}{dt}[x_{21}(t)] + [e_{11}(t)], \qquad (15)$$

като уравнение (15) се умножава в ляво и дясно с обратната матрица $[a_{11}]^{-1}$ и след това се прилага метода Рунге-Кута-4. Полученото решение се замества в следващото матрично уравнение:

$$3)\quad [a_{33}]\frac{d}{dt}[x_{31}(t)] = [b_{31}].[x_{11}(t)], \qquad (16)$$

като уравнение (16) се умножава в ляво и дясно с обратната матрица $[a_{33}]^{-1}$ и след това към нормализираното уравнение се прилага метода Рунге-Кута-4. Полученото решение се замества в последното матрично уравнение:

$$4)\quad [a_{22}]\frac{d}{dt}[x_{21}(t)] = -[a_{21}]\frac{d}{dt}[x_{11}(t)] + [b_{21}|b_{22}].\left[\frac{x_{11}(t)}{x_{21}(t)}\right] + [e_{21}(t)], \qquad (17)$$

като уравнение (17) се умножава в ляво и дясно с обратната матрица $[a_{22}]^{-1}$ и след това се прилага метода Рунге-Кута-4.

Процедурата може да се повтори за следващата стъпка напред, като отново се използват уравнения (14), (15), (16) и (17) в същата последователност.

В третия интервал изчислителната процедура оперира с неособените матрици $[a_{22}]$, $[a_{11}]$ и $[a_{33}]$, като получените решения не натрупват изчислителна грешка във времето.

Алгоритъмът във втори и трети интервал е идентичен по своя смисъл. Той започва с приблизително изчисляване на група от първите производни на променливите на състоянието (уравнения (6) и (14)) и след това точните решения се получават след последователно решаване на три подгрупи от уравнения (съответно уравнения (7), (8), (9) и (15), (16), (17)), които са получени след разбиването на части на общите системи на АДРПН (уравнения (2) и (10)), които не бива да се решават директно, понеже матриците на системите ($[A_2]$ и$[A_3]$) са почти особени. Стабилността на решенията, получени по този алгоритъм, не зависят от фазата на комутацията на ключовете K_3 и K_4.

В таблица 1 са представени данните от експерименталното изследване и компютърните симулации с помощта на предложения алгоритъм и програмата AVTO за конкретен АДРПН при входно напрежение 160V и три различни резистивни товара.

Данните сочат много добро съвпадение с висока точност на изчислената реакция на АДРПН спрямо резултатите от физическите измервания.

Таблица 1

	Резултати от физическия експеримент					***Резултати от компютърните симулации***				
Товар	U_1	I_1	I_0	$I_2 \equiv I_T$	$U_2 \equiv U_T$	U_1	I_1	I_0	$I_2 \equiv I_T$	$U_2 \equiv U_T$
№	V	A	A	A	V	V	A	A	A	A
1	160	2,69	0,81	1,9	220	160	2,6674	0,7934	1,8865	218,436
2	160	4,94	1,42	3,56	220	160	4,9232	1,3990	3,5313	218,230
3	160	8,45	2,38	6,16	219	160	8,4757	2,3551	6,1247	217,740

III. ИЗВОДИ

Направените разглеждания на изследвания проблем водят до следните изводи:

1) Предложен е подробен алгоритъм за решаване на системите уравнения, описващи електрическото равновесие в АДРПН, който позволява преодоляването на особеността на матриците на системите във втори и трети интервал от действието на регулатора на напрежение.

2) Представена е съпоставката между данните от компютърните симулации и физическите експерименти, които сочат много добро съвпадение на получените резултати.

3) Алгоритъмът е съставна част от компютърната програма AVTO, позволяваща симулационни изпитания и проектиране на АДРПН.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Barudov S., Barudov E., Discrete alternating current regulators and stabilizers, PENSOFT Sofia-Moscow 2006.

[2] Harlow James H., Transformers. The electric power engineering handbook, Ed. L. L. Grigsby Boca Raton: CRC Press LLC, 2001.

[3] Barudov E., Barudov S., Panov E., Switching processes in a step voltage regulator, Acta Universitatis Pontica Euxinus, Volume 4, Number 1, 2005, p. 21÷25.

[4] Barudov S., Panov E., Study of the loading of the switching elements in a step voltage regulator, Annual Proceedings of Technical University of Varna, Varna, 2004, p. 117÷122.

[5] Барудов Е., Панов Е., Барудов С., Изследване на прецизен нелинеен модел на автотрансформаторен дискретен регулатор на напрежение с полупроводникови комутиращи елементи, Годишник на ТУ-Варна, 2007, стр. 91÷96.

[6] Barudov E., Barudov S., Panov E., Study of the transient process length in step voltage regulator, Acta Universitatis Pontica Euxinus, Volume 3, Number 1, 2004, p. 91÷96.

[7] Барудов С., Панов Е., Барудов Е., Параметри на комутационния процес в стъпален регулатор на променливо напрежение. СПБ: ПЭПИК, Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования, Вып. 25, 2005, с. 67÷76.

Адрес за контакти: Технически Университет – Варна 9010, ул. “Студентска” №1, катедра „ТИЕ”, e-mail: eipanov@yahoo.com

Рецензент: проф. д.т.н. инж..мат. Крум Герасимов

АВТОМАТИЗИРАНА КОМПЮТЪРНА ПРОГРАМА AVTO ЗА СИМУЛИРАНЕ НА ПРОЦЕСИТЕ В АВТОТРАНСФОРМАТОРНИ ДИСКРЕТНИ СТЪПАЛНИ РЕГУЛАТОРИ НА ПРОМЕНЛИВО НАПРЕЖЕНИЕ

AUTOMATED COMPUTER PROGRAMME AVTO FOR SIMULATION OF THE PROCESSES IN DISCRETE AUTOTRANSFORMER STEP – VOLTAGE AC REGULATORS

Емил Панов, Емил Барудов, Стефан Барудов

Резюме: Разработена е автоматизирана компютърна програма AVTO за симулиране на процесите в автотрансформаторни дискретни стъпални регулатори на променливо напрежение в средата на MATLAB. Програмата работи с параметрите на намотките на автотрансформатора, параметрите на феромагнитната сърцевина, параметрите на тиристорните ключове и тези на гасящите групи. Програмата анализира и трите интервала, съпътстващи комутационния процес и представя последователно поведението на отделните величини във времето. На тази база се определят ефективните стойности на входните и изходните величини на веригата. Представени са експериментални данни, доказващи възможността на компютърната програма за качествено симулиране на процесите в изследваните регулатори.
Ключови думи: дискретен регулатор, софтуер, MATLAB, комутационен процес

Abstract: An automated computer programme AVTO for simulation of the processes in discrete autotransformer step – voltage AC regulators is developed by the help of MATLAB. The programme uses all the parameters of the coils of the autotransformer, the ferromagnetic core, the thyristor switches and the spark groups. The programme analyses all the three time intervals, following the commutation process and it presents consecutively the behavior of the electrical quantities in the time domain. The RMS of the input and the output quantities are calculated on that base. Experimental data is presented too proving the possibility of the computer programme for qualified simulation of the process in the explored regulators.
Keywords: discrete AC regulator, software, MATLAB, commutation process

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Създаването на модерни автотрансформаторни дискретни регулатори на променливо напрежение (АДРПН) с полупроводникови комутиращи елементи (ПКЕ) е невъзможно без използването на специализирани компютърни програми за симулиране на сложните процеси, наблюдавани в тези устройства [1,2,3]. Те изискват предварителна разработка на моделите на изследваните устройства, избор на прецизни алгоритми за анализ и добри възможности за визуализация на изследваните величини във временната област [4,5,6]. Подобни програми позволяват да се предвидят последствията от работните режими на АДРПН и най-вече аварийните ситуации, които могат да настъпят при определени условия.

II. АНАЛИЗ

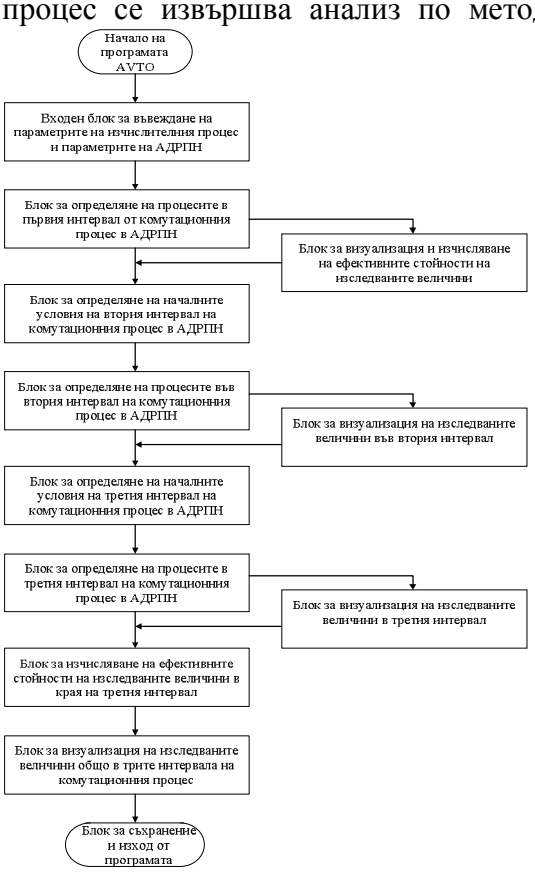
Автоматизираната компютърна програма AVTO е разработена за симулиране процесите в АДРПН с ПКЕ в следата на компютърната програма MATLAB с оглед на нейната пригодност за извършване на сложни математически изчисления в матричен вид и възможностите й за пространна визуализация в графична форма на получените числени резултати на изследваните величини. На фиг.1 е представена блок-схемата на програмата AVTO, а на фиг.2 – моделът на конкретен тип АДРПН, за който се извършва съответна компютърна симулация.

Компютърната програма AVTO съдържа входен блок за въвеждане на параметрите на изчислителния процес и параметрите на изследвания АДРПН. Тук се задават продължителностите на първия и

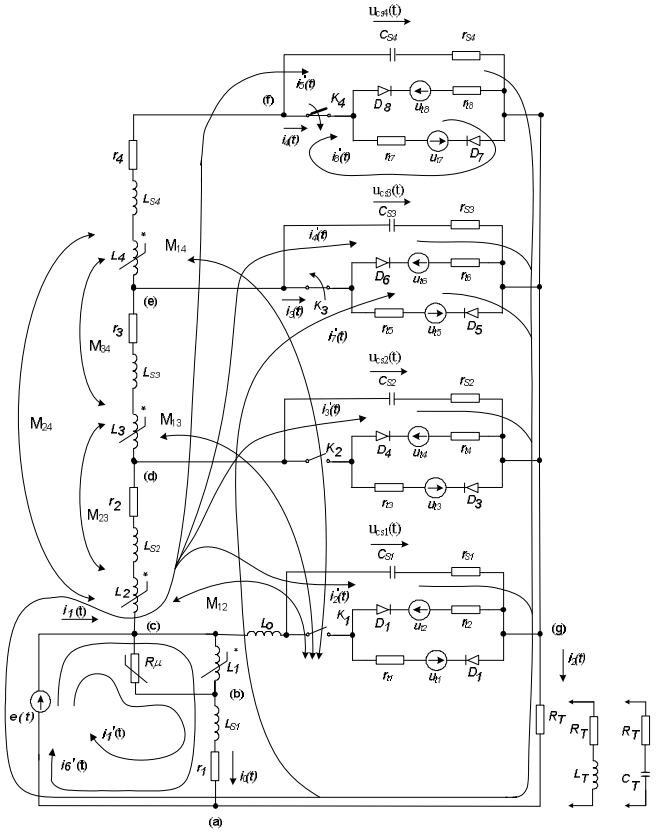
третия интервал от комутационния процес, големината на изчислителната стъпка, ефективната стойност на входното напрежение, а така също параметрите на намотките, феромагнитната сърцевина, комутиращите елементи, гасящите групи и товара. Задава се и фазата на желаната комутация и се изчисляват съпътстващите параметри на комутационния процес.

В блока за определяне на процесите в първия интервал на комутационния процес се извършва анализ по метода с контурните токове в комплексна форма, като се прилага и метода на Гаус-Джордан. Следва определяне на ефективните стойности на изследваните величини и тяхната визуализация във временната област.

В блока за определяне на началните условия на втория интервал на комутационния процес се използва коректна постановка на задачата за първия преходен процес в АДРПН.



Фиг.1 Блок-схема на програмата AVTO.



Фиг.2 Замества схема на АДРПН с четири ПКЕ.

Следва блока за определяне на процесите във втория интервал на комутационния процес или т.н. първи преходен процес. Тук анализът се провежда с помощта на метода с променливите на състоянието във временната област, като да се прилага и специализиран алгоритъм за преодоляване на факта, че матрицата на системата управления на АДРПН е почти особена. В изчислителните процедури се използва директния метод на Ойлер като предиктор и метода Рунге-Кута-4 като коректор на решенията. Същевременно общата система управления се разбива на три подсистеми, които се решават последователно [4].

Следва блок за визуализация на изследваните величини във втория интервал и блок за определяне на началните условия на третия интервал от комутационния процес. В блока за определяне на процесите в третия интервал се изследва т.н. втори преходен процес. Тук анализът се провежда чрез метода с

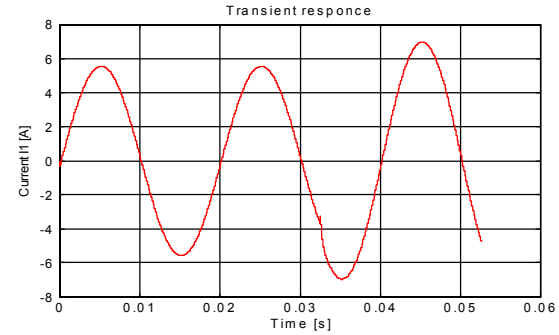
променливите на състоянието във временната област с помощта на алгоритъм, подобен на използвания за анализ на първия преходен процес. Причината отново е факта, че матрицата на системата е почти особена. Прилага се разбиване на системата уравнения на подсистеми, а така също метода на Ойлер като предиктор и метода Рунге-Кута-4 като коректор на решенията. Следват визуализация на решенията в третия интервал, изчисляване на ефективните стойности на изследваните величини след стихването на втория преходен процес и визуализация на изследваните величини общо в трите интервала на комутационния процес.

Накрая се извършва съхранение на получените числени и графични резултати и се преминава към изход от програмата.

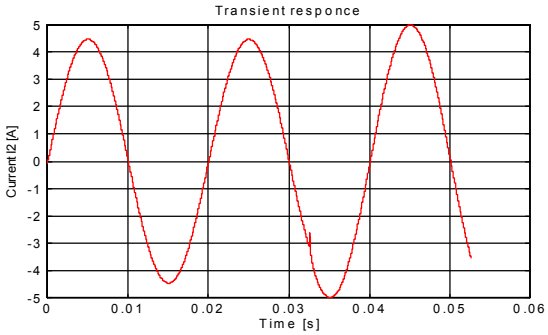
На фиг.3 са представени графиките на изследваните величини в трите интервала на комутационния процес на АДРПН с резистивен товар с мощност 0,78 kW. Фазата на комутацията на ключа $К_4$ е избрана да бъде $\varphi=225^\circ$. На фиг. 3а е представен входния ток $i_1(t)$ във функция на времето; на фиг.3б е показан изходния ток $i_2(t)$; на фиг.3в – токът $i_0(t)$ в основната секция на АДРПН; на фиг.3г – токът $i_3(t)$ през ключа $К_3$; на фиг.3д – токът $i_4(t)$ през ключа $К_4$; на фиг.3е – напрежението $u_{cs3+rs3}(t)$ върху третата гасяща група $C_{S3}+r_{S3}$; на фиг.3ж – напрежението $u_{cs4+rs4}(t)$ върху четвъртата гасяща група $C_{S4}+r_{S4}$; на фиг.3з – токът $i_{cs3+rs3}(t)$ през третата гасяща група; на фиг.3и – токът $i_{cs4+rs4}(t)$ през четвъртата гасяща група.

На фиг.4 е представена зависимостта на продължителността на първия преходен процес от фазата на комутацията на ключа $К_4$. Резултатите са получени за три резистивни товара с мощности: 0,42 kW – означени със звездички; 0,78 kW – означени с кръгчета; 1,35 kW – означени с хиксове.

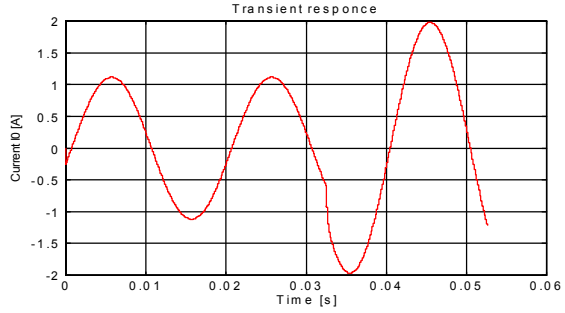
На фиг.5 са представени диаграмите на зависимостите на амплитудните стойности на изследваните величини в АДРПН по време на първия преходен процес от фазата на комутацията на ключа $К_4$ и същите три резистивни товара с идентични означения. На фиг.5а е представена зависимостта на входния ток i_{1max}; на фиг.5б е показан изходния ток i_{2max}; на фиг.5в – тока i_{0max} в основната секция на АДРПН; на фиг.5г – тока i_{3max} през ключа $К_3$; на фиг.5д – тока i_{4max} през ключа $К_4$.



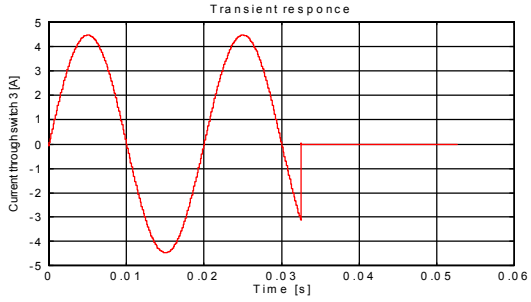
а)



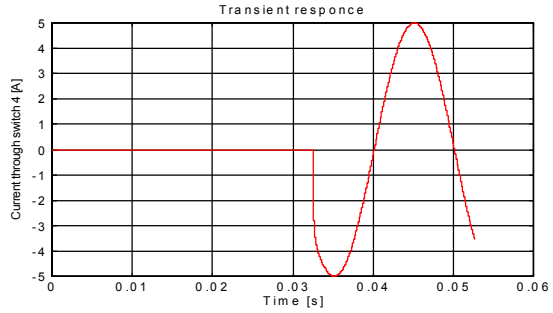
б)



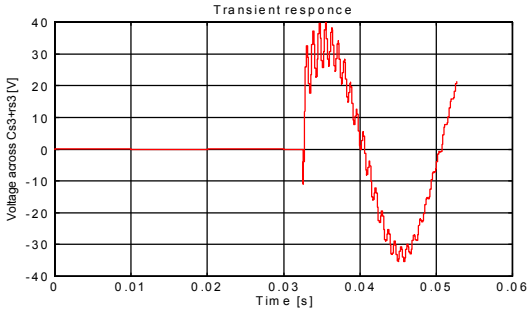
в)



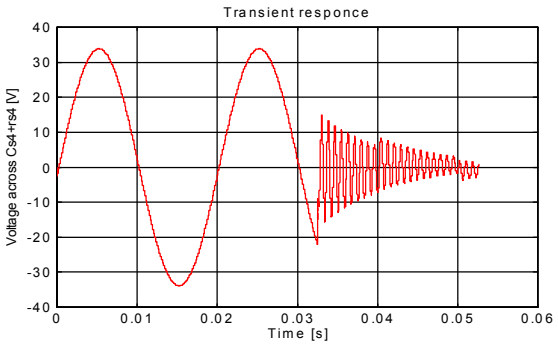
г)



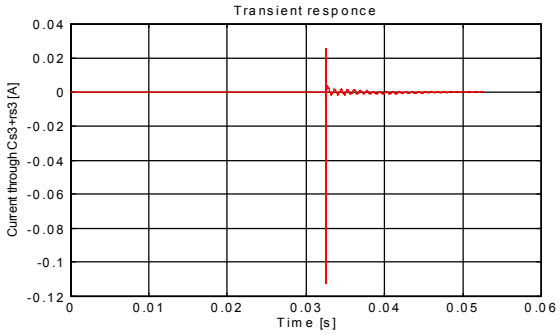
д)



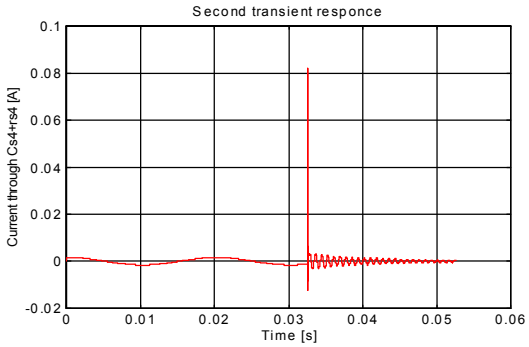
е)



ж)

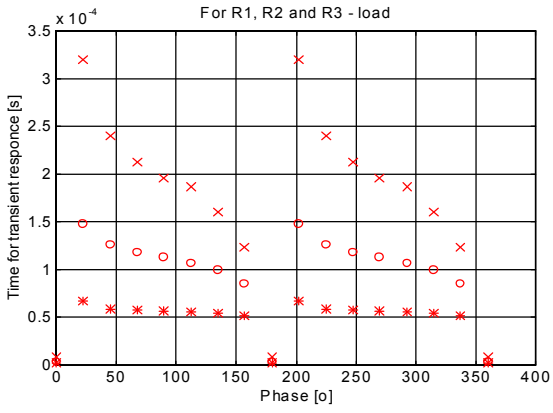


з)

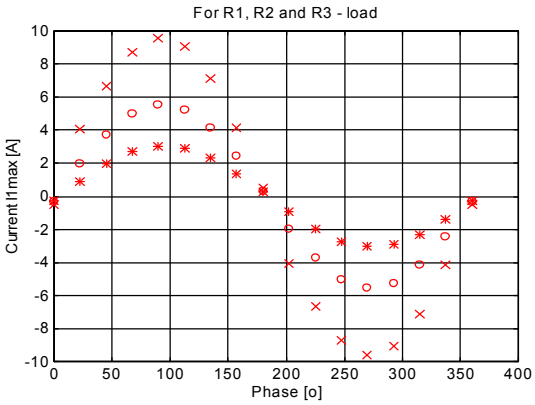


и)

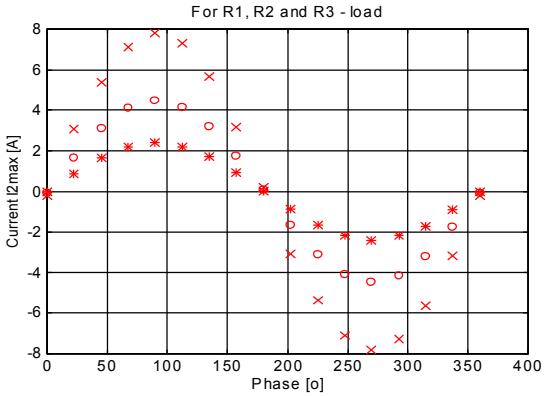
Фиг.3 Графики на изследваните величини в АДРПН с резистивен товар за трите интервала на комутационния процес.



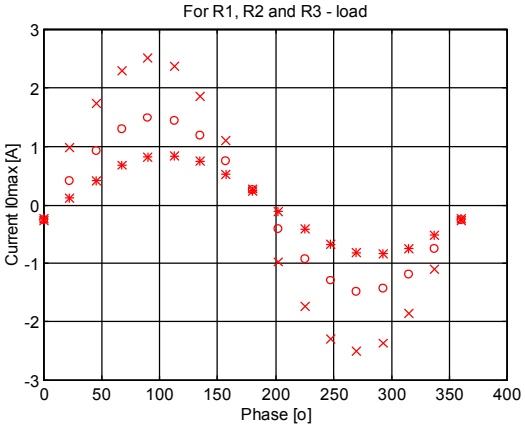
Фиг.4 Диаграма на зависимостта на продължителността на първия преходен процес от фазата на комутацията на ключа $К_4$ и мощността на товара.



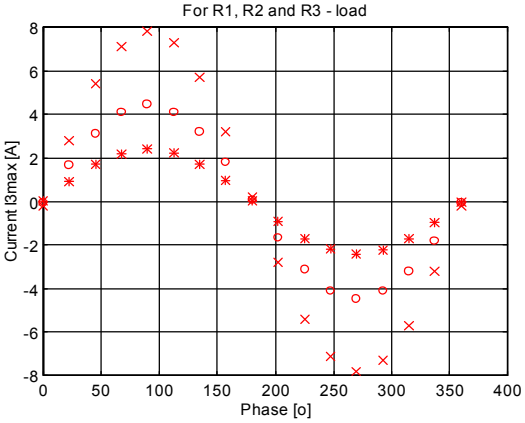
а)



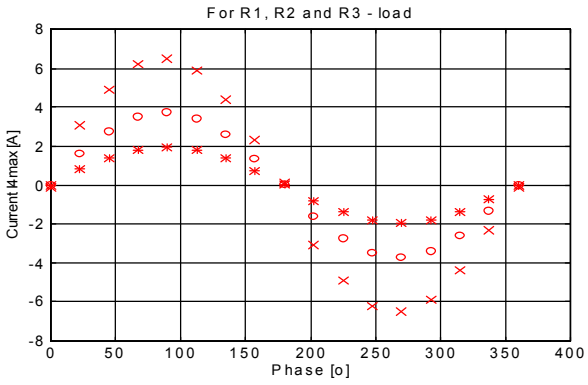
б)



в)



г)



д)

Фиг.5 Диаграми на зависимостите на амплитудните стойности на величините в АДРПН през първия преходен процес от фазата на комутацията на ключа K_4 и мощността на товара.

Получените графични резултати много добре съответстват на експерименталните данни от физическите експерименти, проведени с АДРПН с четири ПКЕ и същите три резистивни товара [4].

III. ИЗВОДИ

В заключение на направеното изложение може да се направят следните изводи:

1) Разработена е програма AVTO за компютърна симулация на сложните процеси, възникващи в АДРПН по време на комутационните процеси, която позволява обстоен анализ на въпросните устройства.

2) Получено е много добро съвпадение на резултатите от компютърните симулации и физическите експерименти за широк набор от товари.

3) Компютърната програма може да подпомогне реално процеса на проектиране и конструиране на АДРПН, като нейното приложение може да доведе до ускоряване на тези процеси и спестяването на материални средства в процеса на разработката на тези устройства.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Барудов С., Барудов Е., Дискретни регулатори и стабилизатори на променливо напрежение, ТУ-Варна, 2005г.
[2] Чуа Л., Лин П., Машинный анализ електронных схем (алгоритмы и вычислительные методы), Москва, Енергия, 1980г.
[3] Hambley A., Top-Down Approach to Computer – Aided Circuit Design, Prentice Hall, Englewood Chiffs, New Jersey, 1994.
[4] Панов Е., Барудов Е., Барудов С., Усъвършенстван алгоритъм за нализ на прецизен нелинеен модел на автотрансформаторен дискретен регулатор на напрежение с полупроводникови комутиращи елементи, Годишник на ТУ-Варна, 2009г., под печат.
[5] Comer D., Computer Analysis of Circuits, International Textbook Company, 1971.
[6] Барудов Е., Панов Е., Барудов С., Изследване на прецизен нелинеен модел на автотрансформаторен дискретен регулатор на напрежение с полупроводникови комутиращи елементи, Годишник на ТУ-Варна, 2007г., стр.3-9.

Адрес за контакти: Технически Университет – Варна 9010, ул. „Студентска” №1, катедра „ТИЕ”, e-mail: eipanov@yahoo.com

Рецензент: проф. д.т.н. инж. мат. Крум Герасимов

IMPROVEMENT THE OPERATION OF STATIC VAR COMPENSATOR (SVC) USING ADAPTIVE SCALAR STABILIZER

ПОДОБРЯВАНЕ НА РАБОТАТА НА СТАТИЧЕН УПРАВЛЯЕМ КОМПЕНСАТОР (СУК) ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА АДАПТИВЕН СКАЛАРЕН СТАБИЛИЗАТОР

N. Djagarov, M. Kolcun, Zh. Grozdev, M. Bonev, P. Valkov, L. Beňa, D. Hlubeň

Abstract: Static Var Compensators (SVC) has an essential role in improving the stability of system at weak transient disturbances in the interconnected electric power systems. Furthermore, the introduction of adaptive control into managing controllers led to significantly improve the operation of power systems subjected to various disturbances such as three phase short circuit, voltage sags, change of the load, switching of powerful inductive or capacitive loads, etc. This article presents the development of a new type adaptive stabilizer for SVC as presented detailed results of the simulation of system means with adaptive stabilizer. To prove the effectiveness of the work results are compared with the identical system but with a conventional PI-regulator.
Keywords: Adaptive Control, FACTS, STATCOM, SVC, TCR, TSC.

Резюме: Статичните управляеми компенсатори (СУК) имат съществена роля при подобряване на стабилността при слаби смущения и преходни процеси във взаимосвързани електроенергийни системи. Освен това въвеждането на адаптивно управление в контролерите за управление довежда до значително подобряване работата на електроенергийната система подложена на различни смущения като трифазно късо съединение, провал на напрежението, изменение на товара превключване на мощни индуктивни или капацитивни товари и др. Тази статия представа разработване на нов тип адаптивен стабилизатор за СУК като се представят подробни резултати от симулацията на работата на системното средство заедно с адаптивния стабилизатор. За доказване на ефективността на работа резултатите са сравнени с идентична система, но с конвенционален ПИ-регулатор.
Ключови думи: Адаптивно управление, FACTS, СТАТКОМ, СУК, ТРР, ТПК

I. INTRODUCTION

Thyristor-controlled static compensators are widely used in both industry and electricity transmission systems. In power industrial manufacturing (e.g. electric arc furnaces) static var systems are well established means of reactive power control and reduce the voltage fluctuations caused electric arc furnaces [1]. These static compensators applied in the distribution network are able to provide voltage regulation, regulation of reactive power and improve the natural characteristics of the electric transmission line as a whole [2, 3]. Another important reason for their deployment is damping of system fluctuations, which plays an important role not only in improving the transmission capability, but also in stabilizing the system in critical emergency situations, particularly in poorly connected systems.

In practice many configurations of static Var systems are possible. The choice of configuration depends on several factors: reactive power requirements; harmonic generation and cost [4]. Most of static var compensators fall into one of the following categories:

- Thyristor–controlled reactor (TCR);
- Thyristor–switched capacitor (TSC);
- Thyristor–controlled reactors and thyristor–switched capacitors.

The specification of a particular SVC (static VAR system) and its control system characteristics requires careful evaluation of both voltage steady-state and transient response characteristics for all the possible configurations as well as power factor requirements [5].

For any SVC configuration, the firing angle control of the thyristor banks determines the equivalent shunt admittance presented to the power system. The input signals to the SVC controller are the bus voltage change and auxiliary signals such as speed, or other

measurable signals at the voltage controlled bus of the system.

With the conventional SVC controllers, the gains and time constants and various regulator parameters are designed by a trial and error method. Further as the system operating conditions change, these parameters need to be updated to ensure the effectiveness of the SVC controller.

This article proposes an adaptive modal stabilizer, which identifies control system in real time based on estimated parameters and variables of model than calculates control signal.

II. STUDIED SYSTEM

In the paper is presented Static Var Compensator (SVC) realized from one module module thyristor controlled reactor and three modules thyristor switched capacitor (1TCR-3TSC) – Fig.1. The thyristor controlled reactor continuously regulates reactive energy by adjusting magnitude of current controlling thyristor firing angle. In this way the inductivity of reactor is controlling. The firing angle can be change from 90º to 180º relation to voltage of compensator, thereby it has possibility to fully change during one period from main frequency. On this way is ensuring very fast and smooth regulation of absorbed or injected energy from or to power system. The effective capacitive impedance of the compensator is varying according to number of parallel connected condenser groups. The thyristor controlled reactor as thyristor switched condenser are connected in delta as in such manner the harmonics which is multiple to three remain closed in delta decreasing inserting of higher harmonics into network.

III. ALGORITHM FOR ADAPTIVE CONTROL

The basic function of the adaptive control is continuously identifying in real time control object by linear model from low order and creation of control signal. In studied system is used conventional PI-regulator and scalar modal adaptive stabilizer. On the inputs of adaptive stabilizer is feeding discrete sample from output of PI-regulator and voltage vector from measuring point. The scalar adaptive modal stabilizer identifies in real time control object on the basis of estimated parameters and variables of the

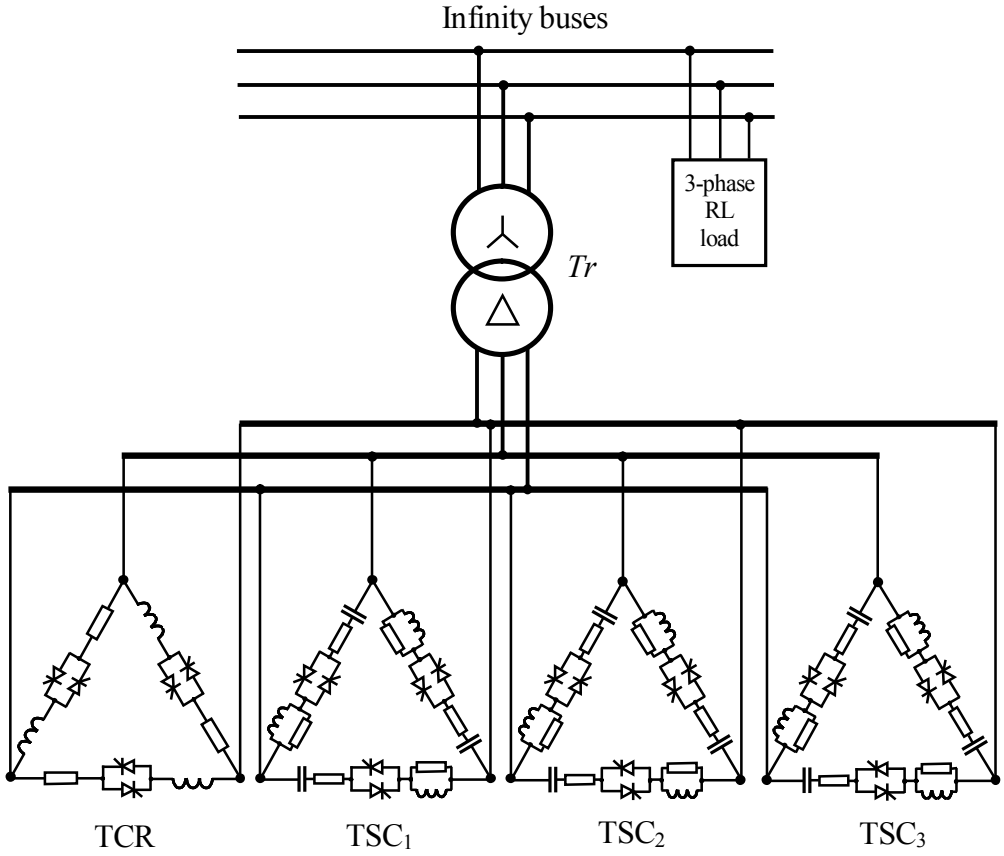


Fig.1. Diagram of the studied system.

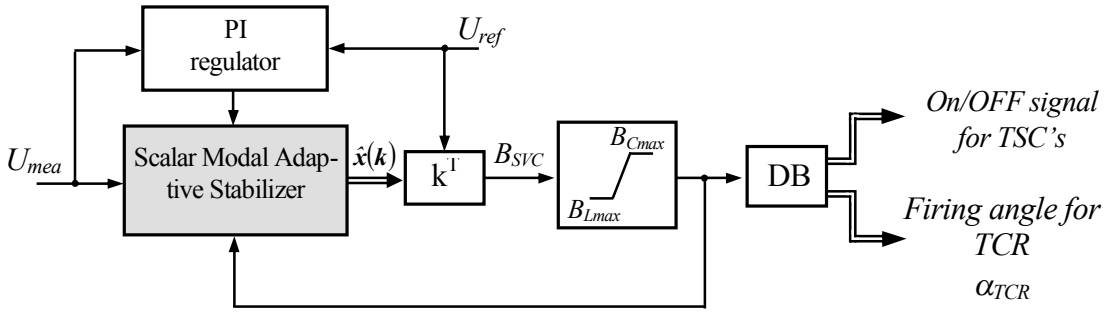


Fig.2. Block diagram of adaptive control for SVC

model and create control signal. This obtained signal control thyristor regulated reactor. On Fig.2 is illustrated a block-diagram of the adaptive stabilizer.

The observed system might be present by a following type of a linear model in the state space describing from following differential equations [6,7]:

$$x(k+1) = \boldsymbol{A}.x(k) + \boldsymbol{b}.v(k) \quad (1)$$

$$y(k) = \boldsymbol{c^t}.x(k) \quad (2)$$

$$v(k) = u(k) + z(k)\ \ x(0)=x_0,\ k=0,1,2,\ldots;$$

where: $x(k)$, $x(k+1)$ are an unknown current state vector in two neighbor moments of sample; $x(0)$ is an unknown initial state vector; $u(k)$ is an input signal; $z(k)$ is a limited input sequence for identification;

On the equations (1) and (2) corresponds following difference equation *''input-output"*

$$W(z)=\frac{Y(z)}{V(z)}=\frac{h_1z^{n-1}+h_2z^{n-2}+\ldots+h_{n-}z+h_n}{z_n-a_nz^{n-1}-\ldots-a_2z-a_1} \quad (3)$$

$\boldsymbol{A}$, $\boldsymbol{b}$ and $\boldsymbol{c}$ are unknown matrices and vectors of the following type:

$$\boldsymbol{A}=\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ a_1 & a_2 & a_3 \end{bmatrix};\ \boldsymbol{b^t}=[0,0,1];\ \boldsymbol{c^t}=[1,0,0] \quad (4)$$

The input/output data are shaped in following matrices and vectors.

$$\boldsymbol{Y_1}=\begin{bmatrix} y(0) \\ y(1) \\ y(2) \end{bmatrix};\ \boldsymbol{Y_2}=\begin{bmatrix} y(3) \\ y(4) \\ y(5) \end{bmatrix};\ \boldsymbol{V_1}=\begin{bmatrix} v(0) \\ v(1) \\ v(2) \end{bmatrix};$$

$$\boldsymbol{Y}_{12}=\begin{bmatrix} y(0) & y(1) & y(2) \\ y(1) & y(2) & y(3) \\ y(2) & y(3) & y(4) \end{bmatrix}$$

The vector estimate $\hat{\boldsymbol{a}}$ is calculating by following expression:

$$\boldsymbol{Y_{12}}.\hat{\boldsymbol{a}} = \boldsymbol{Y_2} - \boldsymbol{V_1} \quad (5)$$

The initial steady state vector $\hat{x}(0)$ estimation is calculated by the optimal estimator of following type:

$$\hat{\boldsymbol{x}}(0) = \boldsymbol{Y_1} \quad (6)$$

The current state vector is estimated by full optimal singular adaptive (OSA) observer

$$\hat{\boldsymbol{x}}(k+1) = \hat{F}.\hat{\boldsymbol{x}}(k) + \boldsymbol{b}.v(k) + \boldsymbol{g}.y(k) \quad (7)$$

$$\hat{\boldsymbol{x}}(0) = \hat{\boldsymbol{x}}_0;\ k=0, 1, 2, \ldots,$$

where:

$$\hat{\boldsymbol{F}} = \hat{\boldsymbol{A}} - \boldsymbol{g}.\boldsymbol{c^T} \quad (8)$$

$$\boldsymbol{g^T} = [g_1, g_2, \ldots g_n] \quad (9)$$

The determination of formulate problem with the help of suggested algorithm exist only if matrix $\boldsymbol{Y_{12}}$ is singular

$$det\boldsymbol{Y_{12}} \neq \boldsymbol{0} \quad (10)$$

The stabilizing signal B_L is calculates by using of astatic scalar modal stabilizer with scale factor k_0 from following type:

$$\boldsymbol{k}(k) = [k_1(k), k_2(k), \ldots k_n(k)] \quad (11)$$

$$\hat{\boldsymbol{A}}_z = \hat{\boldsymbol{A}} - \hat{\boldsymbol{b}}(k-1).\boldsymbol{k}(k) \quad (12)$$

$$k_0(k) = \left[\boldsymbol{c^T}\left(\boldsymbol{I_n} - \hat{\boldsymbol{A}}_z\right)^{-1}.\hat{\boldsymbol{b}}(\boldsymbol{k}-1)\right]^{-1} \quad (13)$$

$$B_L(k) = k_0(k).y_{ref} + \boldsymbol{k}(k).\hat{\boldsymbol{x}}(k-1) \quad (14)$$

where: y_{ref} is reference signal given from the operator.

IV. CONTROL OF CONDENSER MODULES ABD YHYRISTOR REGULATED REACTOR.

Switching of the condenser groups is performed by distributing block (Fig.2.) by definite methodic characterized by parameters of compensator [8]:

1. Determination of quantity - B_{pu}:

$$B_{pu} = \frac{B_{SVC}}{1 + \frac{B_{SVC}.X_s}{P_{tnom}}} \quad (15)$$

where: X_s and P_{tnom} are losses and nominal power of associated transformer *Tr*.

2. Determination of next parameters:

$$B_m = \frac{1}{3}\frac{P_b}{U_{SVC}^2} \quad (16)$$

B_m is relative conductivity of compensator, bended to common basis power of system; P_b – basis power of system; U_{SVC} – nominal voltage of compensator.

$$B_{pu_L} = -\frac{1}{\omega.L.B_m} \quad (17)$$

B_{pu_L} is relative conductivity of reactor from compensator bended to common basis power of system:

$$B_{pu_C} = \frac{1}{\frac{1}{\omega.C}.B_m} \quad (18)$$

B_{pu_C} e is relative conductivity of the condensers from compensator, bended to common basis power of system;

3. In each time the calculated quantity B_{pu} is feeding in inputs of comparing devices of all condenser groups which connected / disconnected by following dependence:

$$C_{i_on} = (i-1).B_{pu_C}; \quad (19)$$

$$C_{i_off} = -1.h_{cp} + (i-1).B_{pu_C}\ ;\ i = \overline{1,3} \quad (20)$$

where: h_{cp} is necessary hysteresis of switching devise.

4. Calculation of signal B_L, present the necessary conductivity of reactor:

$$B_L = \begin{cases} 0 & \Rightarrow B_L > 0 \\ B_{pu} - i.B_{pu_C} & \Rightarrow B_{pu_L} < B_L < 0 \\ B_{pu_L} & \Rightarrow B_L < B_{pu_L} \end{cases} \quad (21)$$

After determination of control signal for SVC reactors B_L follow transformation of specific values of B_L into values of firing angle α_{TCR} for thyristors in degrees. This transformation is performed by next expression:

$$B_L = (2 - 2\alpha/\pi + sin(2\alpha)/\pi).B_{Lnom}. \quad (22)$$

where: B_{Lpu} - values of B_L converted into real system in per units (p.u.); B_{Lnom} – nominal value of B_L.

V. EXPERIMENTAL RESULTS

For proving effectiveness of the investigated system was created computer model in *Matlab* space. The results from performed investigations are compared with system with identical parameters witch the control of compensator is performed from conventional PI-regulator [9]. Different disturbances causing transient processes have been simulated. On the figures below are illustrated part of parameters of system and static var compensator as in steady-state mode as in dynamic mode. On figures with solid line are illustrated parameters with adaptive control and with dotted line – with conventional PI - control.

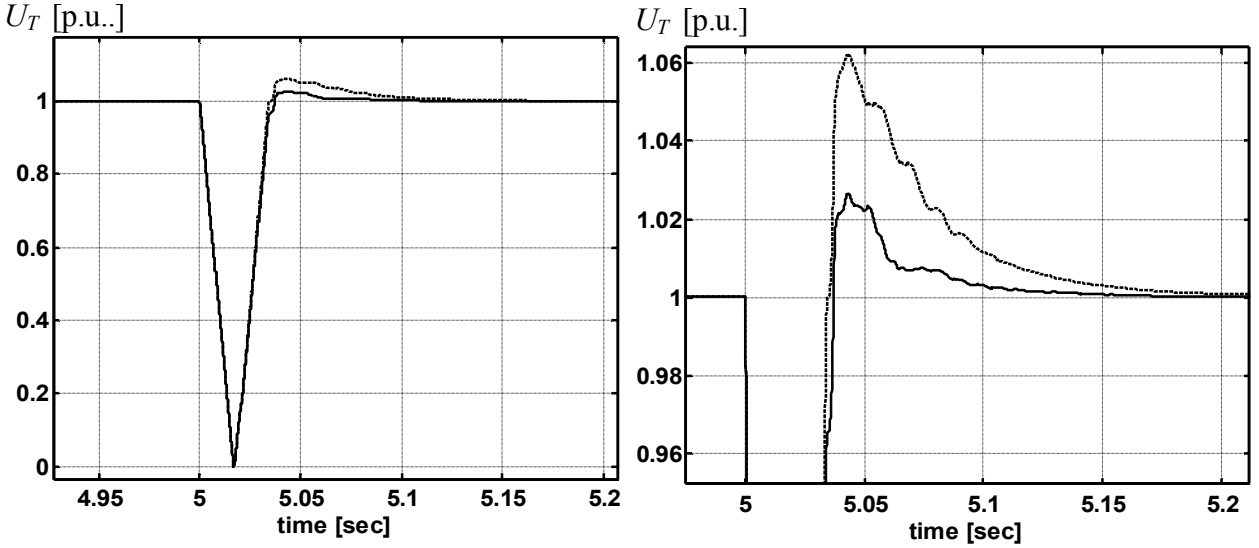


Fig.3. Voltage of busses in connection node of SVCat three-phase short circuits in time 5,00 sec and it's disconnection from protection in 5,16 sec.

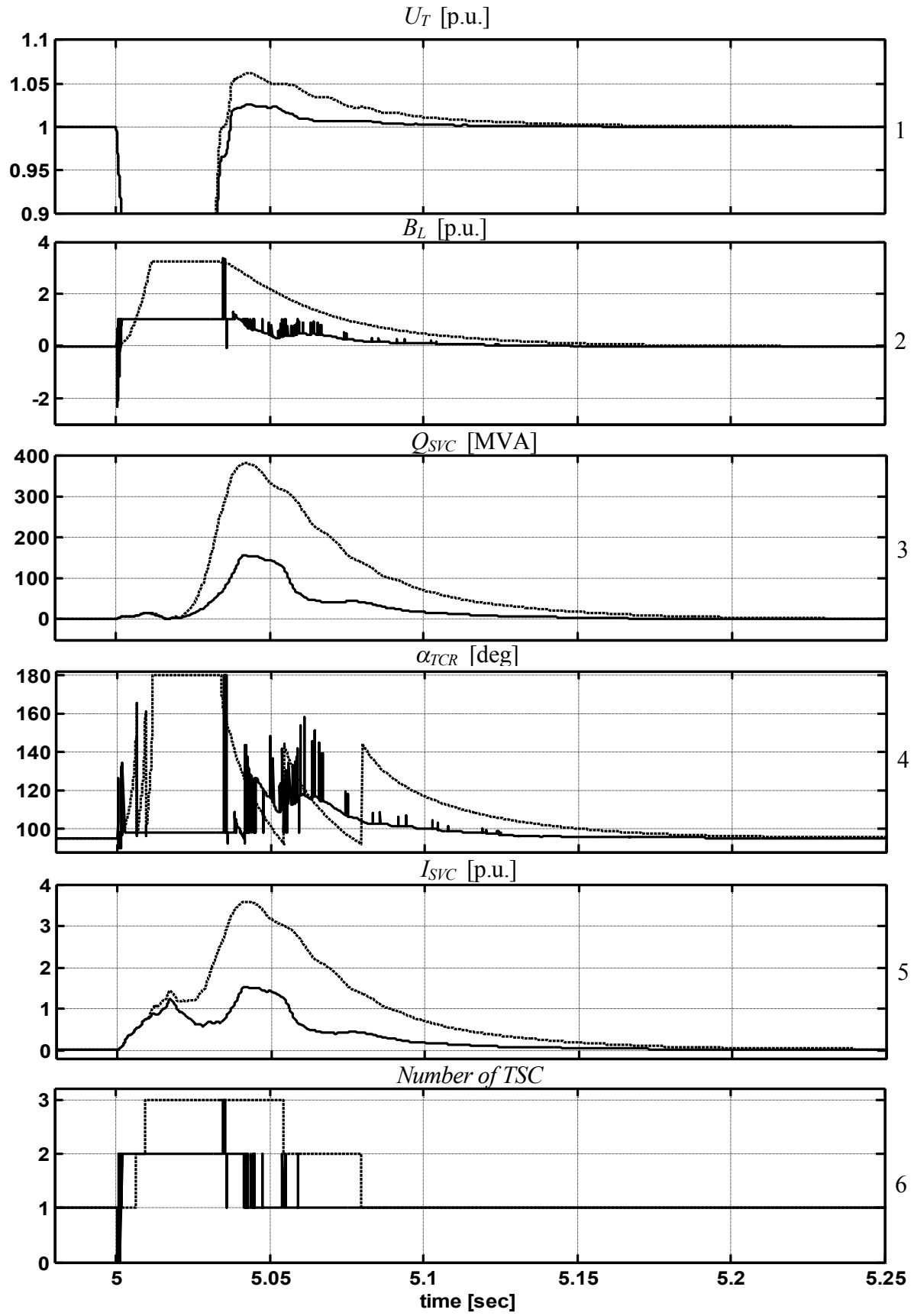


Fig.4. Basic parameters of SVC at three-phase short circuit and it's disconnection from protection: 1 – System voltage; 2 – conductivity of SVC; 3 – Reactive power of SVC; 4 – Firing angle of TCR; 5 – SVC current; 6 – Number of connected TSC

VI. CONCLUSION

The suggested fast scalar modal adaptive stabilizer which calculates control signal for SVC on the basis of estimated parameters and variables of identification model allows to effectively controlling of parallel system compensator.

Thanks to use of minimal and direct methods for identification and calculation is obtained quickly and effectively manage, resulting in a improving the stability of work of the power systems as improving the quality of transitional processes in comparison with conventional regulators.

LITERATURE

[1]. R.L. Hauth, Human, T., Newell, R.J., "Applications of a static VAR compensator in Western Nebraska," IEEE Trans, on PAS, Vol PAS-97, No. 5, 1978, pp. 1955-64.
[2]. R.J. Newell et al., "Staged field testing of Victory Hill static VAR control, IEEE Trans, on PAS, Vol. PAS-101, No. 10, pp. 3761-3769.
[3]. Olwegard, A.L., Ahligron and H. Frank, "Thyristor controlled shunt capacitors for improving system stability, CIGRE paper 32 20, Sept. 1976.
[4]. R.T. Byerley, D.T. Pennariak, and E.R. Taylor, "Static reactive compensation for power transmission systems", IEEE Trans, on PAS, Vol. 101, No. 10, pp. 3997-4006.
[5]. L. Gyugi, and R. Otto, "Static shunt compensation for voltage flicker reduction and power factor correction, Proc. American Power Conference, 1976, pp. 1271-86.
[6]. Сотиров Л.Н., Избрани глави от съвременната теория на управлението. ТУ-Варна, 1998, 281 с.
[7]. Nikolov N., Algorithm for Synthesis of Modal Adaptive State Controller, International Conference 'Automatics and Informatics' 07, proceedings vol.1, pp.I-13÷I-16, oct. 3÷6, Sofia, 2007.
[8]. Girox P., Sybille G., SVC controller, Power System Laboratory, IREQ Hydro-Quebec, www.mathworks.com, 2006
[9]. Matlab & Simulink, Sim Power Systems Toolbox 4, Reference, The MathWorks, 2006

ACKNOWLEDGEMENT:
This publication is the result of the implementation of Join Research Project: TU-Varna – TU-Košice: Utilization of FACTS devices in electrical power system.
For Contacts: Research Team Bulgaria – Slovakia:
Nikolay Djagarov, Zhivko Grozdev, Milen Bonev, Petar Valkov, Georgi Georgiev, Rumen Kirov, Michal Kolcun, Jozef Rusnāk, Lubomir Beňa, Daniel Hlubeň, Alexander Meszarős

Рецензент: доц. д-р инж. Росен Василев

POWER SYSTEM OSCILLATION DAMPING USING NEW ADAPTIVE CONTROL FOR STATCOM

ДЕМПФИРАНЕ НА КОЛЕБАНИЯТА В ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНИТЕ СИСТЕМИ ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА НОВО АДАПТИВНО УПРАВЛЕНИЕ НА СТАТКОМ

N. Djagarov, M. Kolcun, Zh. Grozdev, M. Bonev, P. Valkov, L. Beňa, D. Hlubeň

Abstract: In the present report is presented new adaptive control for multi-level STATCOM. The adaptive regulator is identifying in real time on the basis of estimated parameters and variables of identification model as creates a controlling signal for STATCOM. The presented adaptive control is compared with conventional control for STATCOM as from results below can observe effectiveness of work for the adaptive control.
Keywords: Adaptive Control, FACTS, STATCOM, SVC.

Резюме: В статията се предлага ново адаптивно управление за много раменен СТАТКОМ**.** Адаптивният регулатор се идентифицира в реално време на базата на оценените параметри и променливи на идентификационният модел и след това изработва управляващ сигнал за СТАТКОМ. Представеното адаптивно управление е сравнено с конвенционално управление като от представените резултати може да се забележи ефективността на работа на адаптивното управление.
Ключови думи: Адаптивно управление, FACTS, СТАТКОМ, СУК.

I. INTRODUCTION

Development of power systems is inevitably confronted with the problem of ensuring stable and reliable operation of the entire system in the presence of economic and technical constraints. Progress in power electronics and digital technology made it possible to better manage the energy system, adding to the basic elements adjustable generators and loads and distribution system. The introduction of so-called flexible distribution systems (FACTS) allows processes in power systems to be managed better - more optimal and more reliable.

Static synchronous compensator (STATCOM) represents a FACTS device connected parallel to the distribution network [1]. Its output current can be fully controlled in both the capacitive and inductive range, independently of AC network voltage. It is basically constituted by a Voltage Source Inverter (VSI), a coupling transformer with leakage reactance x_l shuntly connected with the network, and a DC capacitor [2]. A STATCOM draws, at the point of common coupling, a practically sinusoidal current, which amplitude is fully controllable, and kept almost in quadrature with respect to network voltage. It therefore acts as a controllable shunt capacitive or inductive reactance, thus allowing regulation of network voltage which is its main function. A supplementary feedback controller can be added in order to enhance damping of system's oscillations. Reactive power depends on the relative values of converter output voltage U_i and network voltage U_{ac}. When magnitude of the converter voltage is lower than network voltage, the STATCOM acts as an inductor drawing reactive power from the network. On the other hand, when converter voltage is higher than network voltage the STATCOM operates as a capacitor injecting capacitive reactive power into the network [3].

Reactive power exchange achieved by the STATCOM is independent from network voltage, differently from compensation achieved with capacitor's banks or switched capacitor based compensator such as the Static VAR, thus reactive power support can also be provided at low voltages, when it is most required [4].

STATCOM is used for voltage control in network, for reactive compensation, for compensation of harmonics and asymmetry. The article is delivered using it to strengthen the stability of the work of power systems and improve the quality of transitional processes in various disorders. The authors present an adaptive controller realized by means of optimal adaptive singular observer.

II. STUDIED SYSTEM

The proposed smulti-level STATCOM is shown in Fig.1. The four basic converter mcdules are connected in parallel and coupled to the power system through transformer primaly windings. The transformers are used for voltage matching, but the wye/wye (modules C_1 and C_3) and wye/delta (modules C_2 and C_4) also provide a 30° phase-shift which eliminates the 5th and 7th harmonics on the ac side and the 6th harmonic on the dc side. Using the transfomler dot convention, one sees that there is a 180° phase difference in the secondary voltages between modules C_1 and C_3 and between module C_2 and C_4 (Fig.3). The modules C_1 and C_2 form the "*positive set*" and their 3th dc harmonic cuments are eliminated by the injection of equal and opposite 3th harmonic currents from the "*negative set*" made up from modules C_3 and C_4. The notation in the subscript i = 1, 2, 3, 4 refers to the voltages and currents of the four modules.

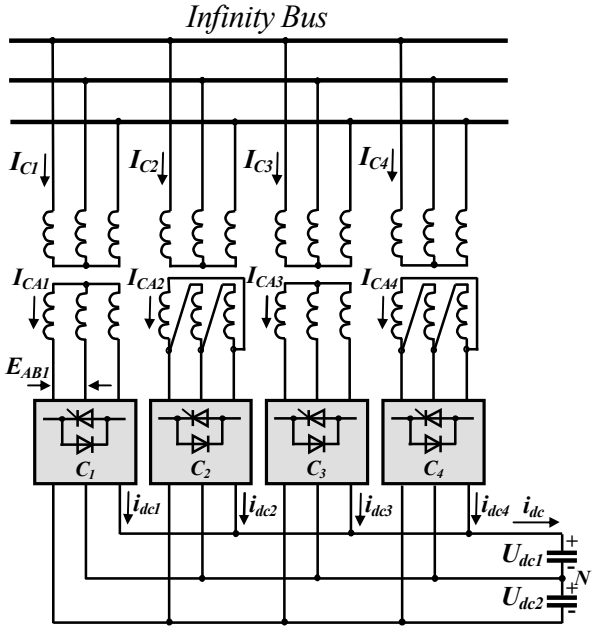


Fig.1. Multi–level STATCOM.

The circuit diagram of one 3-level bridge converter module, with limbs *A*, *B* and *C*, is shown in Fig.2. With the capacitor center tap *N* connected through diodes, each ac node has three voltage levels, $+0,5U_{dc}$, *0*, and $-0,5U_{dc}$. The capacitor voltages is regulated and equalized at $0,5U_{dc}$ by anouter dc voltage feedback regulation loop and an inner dc

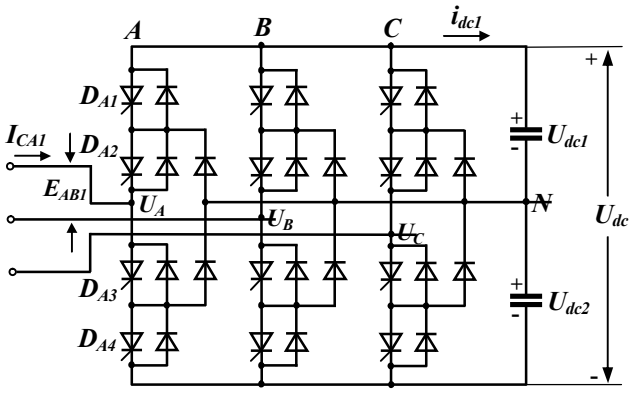


Fig.2. Three level diode - clamped converter.

voltage equalization feedback loop [5]. The phase voltage at the ac terminal *A*, E_{AN1} with respect to the capacitor center tap, is determined by the *ON* and *OFF* states of the four switches D_{A1}, D_{A2}, D_{A3} and D_{A4}.

Atypical pattern of the four gating logic signals to the switches is shown in Fig.3(a). Logic state 1 signals the turning - *ON* and logic O signals the turning – *OFF*. The gating pattern is designed to produce the quarter wave symmetrical wavefoml in the ac terminal voltage E_{AN1} shown in Fig.3(b). The path for the flow of the ac current I_{CA1} is

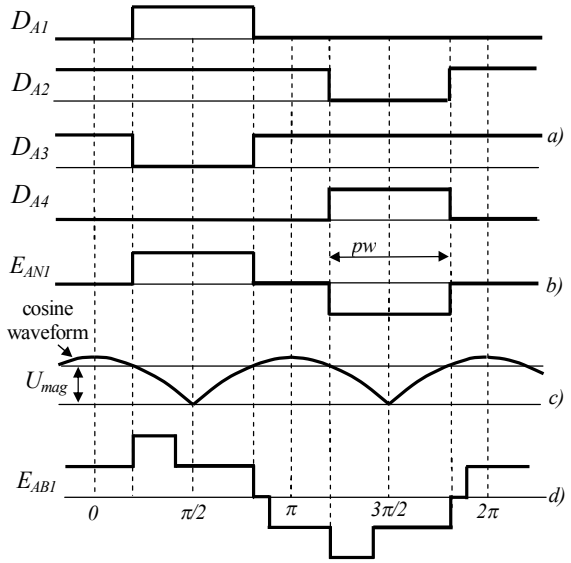


Fig.3. Three-level converter waveforms.

defined by the same gating pattern.

The pulse width "*pw*" in Fig.3(b) determines the magnitude of the fundamental Fourier component of the waveform. The STATCOM control is designed to have a linear relationship between the fundamental Fourier component of the ac voltage with respect to the control signal U_{mag} as is illus-

trated in Fig.4. For U_{mag}=1,0 p.u. and larger, the pulse width "*pw*" in Fig.3(*b*) is 180°. For other values, the output is proportional to U_{mag} from Fig.4.

The linear relations obtained by the scheme of producing the gating logic signals based on tie intersections between the cosine waveform and U_{mag} as is illustrated in Fig.3(*c*).

The converter output line-line voltage, is obtained by subtracting two phase voltages. A typical line voltage E_{ABi} (E_{ABi}=E_{ANi} - E_{BNi}) is shown in Fig.3(*d*).

III. STATCOM CONTROL.

On the Fig.4 is shown block-diagram of the STATCOM control, consisting from current regulator (conventional PI-regulator) and adaptive regulator. Control of STATCOM is consists from three contours for regulating: adaptive regulator; current regulator; DC regulator (but its not shown on the figure below). The basic idea for the STATCOM control is keeping the voltage magnitude close to reference point, which is given from the operator. The adaptive regulator creates control signal $I_{q.ref}$ which identified control object by

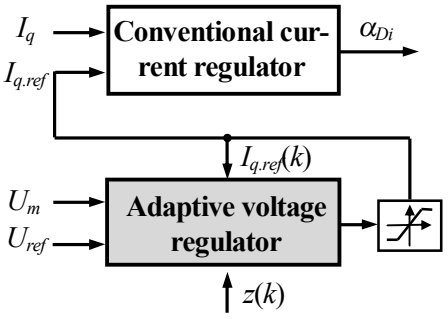


Fig.4. Block-diagram of STATCOM adaptive control

optimal singular adaptive observer (OSAO). The obtained signal after adaptive regulator $I_{q.ref}$ is feed on the input on the current regulator. After that the current regulator creates firing signal α_{Di} for GTO thyristors.

The observed system might be present by a following type of a linear model in the state space describing from following differential equations [7,8]:

$$x(k+1) = \boldsymbol{A}.x(k) + \boldsymbol{b}.\boldsymbol{v}(\boldsymbol{k}), \quad (1)$$

$$y(k) = \boldsymbol{c}^{\boldsymbol{t}}.x(k), \quad (2)$$

$$\boldsymbol{v}(\boldsymbol{k}) = \boldsymbol{u}(\boldsymbol{k}) + \boldsymbol{z}(\boldsymbol{k}), \boldsymbol{x}(0)=\boldsymbol{x}_0, k=0,1,2,$$

where: $\boldsymbol{x}(k)$, $\boldsymbol{x}(k+1)$ are an unknown current state vector in two neighbor moments of sample; $\boldsymbol{x}(0)$ is an unknown initial state vector; $\boldsymbol{u}(k)$ is an input signal; $z(k)$ is a limited input sequence for identification;

The investigation [6] shows that for STATCOM control regulator could be used minimal models from 3rd order, which ensures high rapidity and sufficient accuracy.

A, ***b*** and ***c*** are unknown matrices and vectors of the following type:

$$\boldsymbol{A} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ a_1 & a_2 & a_3 \end{bmatrix}; \boldsymbol{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix}; \boldsymbol{c} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad (3)$$

The input/output data are shaped in following matrices and vectors.

$$Y_1 = \begin{bmatrix} y(0) \\ y(1) \\ y(2) \end{bmatrix}; Y_2 = \begin{bmatrix} y(3) \\ y(4) \\ y(5) \end{bmatrix}; Y_3 = \begin{bmatrix} y(6) \\ y(7) \\ y(8) \end{bmatrix};$$

$$\overset{\Delta}{\boldsymbol{U}} = \begin{bmatrix} u(0) & 0 \\ u(1) & u(0) \end{bmatrix}; \boldsymbol{U}_{11} = \begin{bmatrix} u(2) & u(1) & u(0) \\ u(3) & u(2) & u(1) \\ u(4) & u(3) & u(2) \end{bmatrix};$$

$$\boldsymbol{U}_{21} = \begin{bmatrix} u(5) & u(4) & u(3) \\ u(6) & u(5) & u(4) \\ u(7) & u(6) & u(5) \end{bmatrix};$$

$$\boldsymbol{Y}_{12} = \begin{bmatrix} y(0) & y(1) & y(2) \\ y(1) & y(2) & y(3) \\ y(2) & y(3) & y(4) \end{bmatrix};$$

$$\boldsymbol{Y}_{22} = \begin{bmatrix} y(3) & y(4) & y(5) \\ y(4) & y(5) & y(6) \\ y(5) & y(6) & y(7) \end{bmatrix}. \quad (4)$$

The vectors estimate $\hat{\boldsymbol{h}}$ *u* $\hat{\boldsymbol{a}}$ is calculating by following expression:

$$\begin{bmatrix} \hat{h} \\ \cdots \\ \hat{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{K}^{-1} & \vdots & -\boldsymbol{K}^{-1}\boldsymbol{Y}_{12}\boldsymbol{Y}_{22}^{-1} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ -\boldsymbol{Y}_{22}^{-1}\boldsymbol{U}_{21}\boldsymbol{K}^{-1} & \vdots & \boldsymbol{Y}_{22}^{-1} + \boldsymbol{Y}_{22}^{-1}\boldsymbol{U}21\boldsymbol{K}^{-1}\boldsymbol{Y}_{12}\boldsymbol{Y}_{22}^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_2 \\ \cdots \\ Y_3 \end{bmatrix}$$

where: $\boldsymbol{K} = \boldsymbol{U}_{11} - \boldsymbol{Y}_{12}\boldsymbol{Y}_{22}^{-1}\boldsymbol{U}_{21}$ (5)

After that is creating

$$\overset{\Delta}{\boldsymbol{A}} = \begin{bmatrix} \hat{a}_3 & 0 \\ \hat{a}_2 & \hat{a}_3 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Recurrent vector is calculated

$$\bar{\bar{b}} = \begin{bmatrix} \hat{b}_2 \\ \hat{b}_3 \end{bmatrix} \quad (7)$$

with the help of following equation system

$$\bar{\bar{b}} = \bar{\bar{h}} + \overset{\Delta}{A}\bar{b} \quad (8)$$

The initial steady state subvector $\hat{x}(0)$ estimation

$$\bar{\bar{x}}^{T}(0) = [x_2(0) \quad x_3(0)] \quad (9)$$

is calculated by optimal subestimator from following type:

$$\hat{x}(0) = Y_1 - \overset{\Delta}{U}\bar{b} \quad (10)$$

However:

$$\hat{x}_1(0) = y(0) \quad (11)$$

The current state vector is estimated by degenerative optimal singular adaptive (OSA) observer:

$$\hat{x}(k+1) = \hat{A}.\hat{x}(k) + b.u(k), \hat{x}(0) = x_0 \quad (12)$$

The regulating signal $I_{q.ref}$ calculates by using of astatic modal state regulator with scale factor k_0 from following type:

$$k(k) = [k_1(k), k_2(k), \ldots . k_n(k)] \quad (13)$$

$$\hat{A}_z = \hat{A} - \hat{b}(k-1).k(k) \quad (14)$$

$$k_0(k) = \left[c^T \left(I_n - \hat{A}_z\right)^{-1}.\hat{b}(k-1)\right]^{-1} \quad (15)$$

$$I_{q.ref}(k) = k_0(k).y_{ref} + k(k).\hat{x}(k-1) \quad (16)$$

where: y_{ref} is reference signal given from the operator.

IV. EXPERIMENTAL RESULTS.

For proof of rightness and effectiveness of the new adaptive control for multi – level STATCOM a computer model in MATLAB space have been created. The performed numerous investigations proof rightness of the new adaptive control. The present results show the transient processes at three-phase short circuit (in time 5,00sec.) and it's disconnected from the protection (in time 5,025sec.). The suggested adaptive control is compared with conventional PI-controller by identical parameters and processes for the studied power system [9]. On the following figures with solid line are illustrated the parameters of STATCOM with adaptive control and with dotted line – with conventional PI-control.

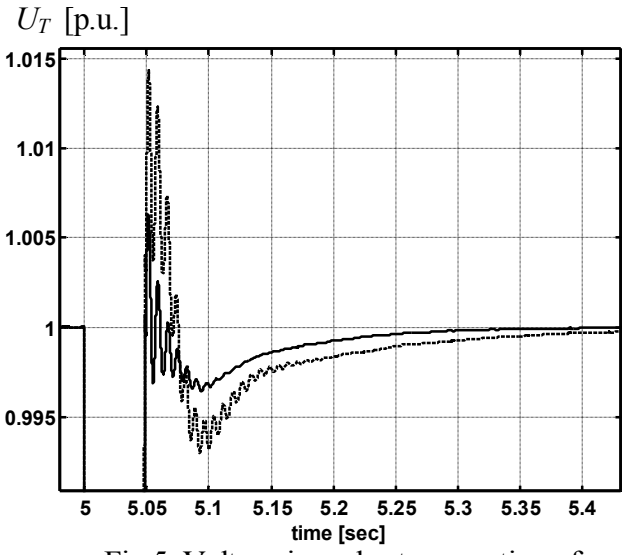


Fig.5. Voltage in node at connection of STATCOM

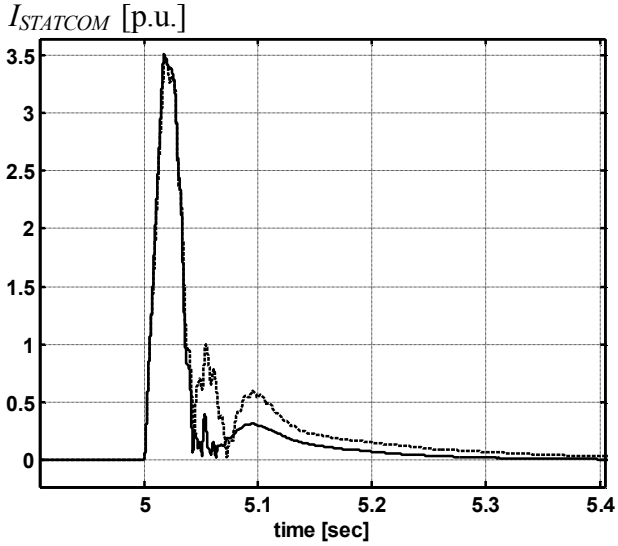


Fig.6. STATCOM current

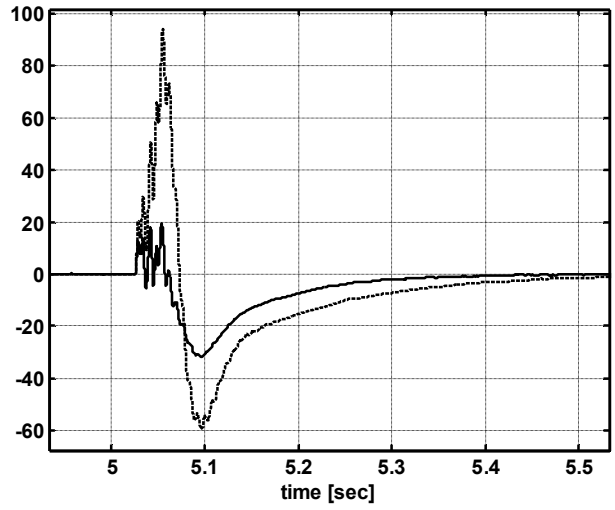


Fig.7. Reactive power of STATCOM

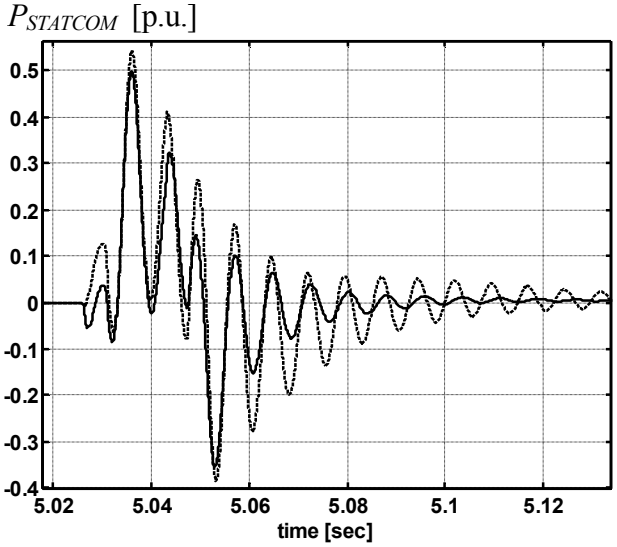


Fig.8. STATCOM active power

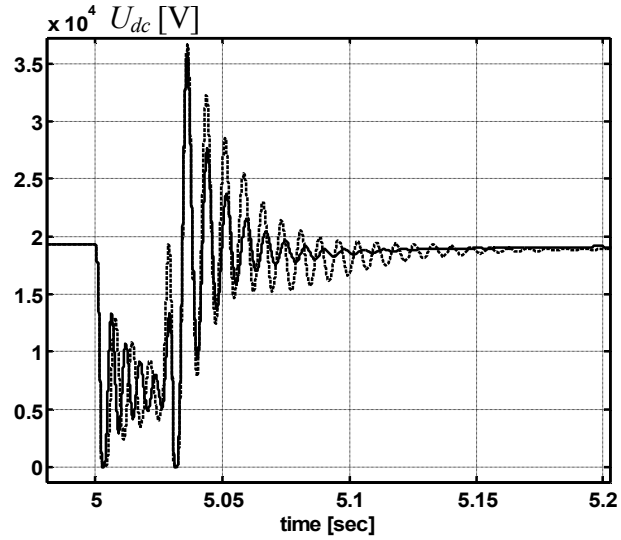


Fig.9. Capacitor voltage

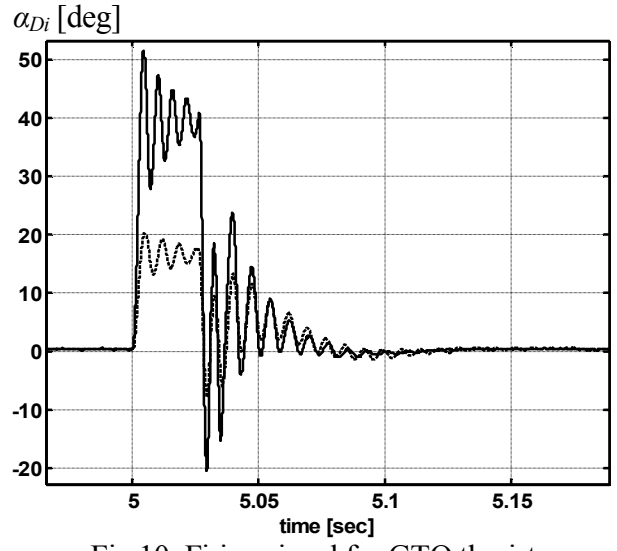


Fig.10. Firing signal for GTO thyristors

V. CONCLUSION

It is suggested new adaptive modal regulator for multi – level STATCOM control.

The 48-pulse STATCOM using a Voltage-Sourced Converter built of four 12-pulse three-level GTO converters is used in the present study.

The obtained experimental results show that the proposed adaptive control allows damping of oscillations of parameters in the power system, as shortens the transition process, reduces the maximum deflection of the regime parameters and reduces the number of fluctuations during the transitional regime. Thereby is demonstrated the effectiveness of using this type adaptive control for STATCOM.

LITERATURE:

[1]. C. Schauder, M. Gernhardt, E. Stacey, T. Lemak, L.Gyugyi, T.W. Cease, A. Edris and M. Wilhelm, "TVA STATCOM Project: Design, Installation, and Commissioning", CIGRE Paper 14-106, Paris Session, 1996.

[2]. El-Moursi M. S. and Sharaf A. M., "Novel Controllers for the 48-Pulse VSC STATCOM and SSSC for Voltage Regulation and Reactive Power Compensation", IEEE of Power Systems, Vol. 20, No. 4, Nov. 2005.

[4]. H.-C. Tsai, C.-C. Chu, and S.-H. Lee, "Passivity-based Nonlinear STATCOM Controller Design for Improving Transient Stability of Power Systems", IEEE/PES Transmission and Distribution Conference & Exhibition: Asia and Pacific 2005, Dalian, China.

[5]. Y. Chen, B, Mwinyiwiwa, Z. Wokmski and B.T. Ooi, "Regulating and Equalizing DC Capacitance Voltages in Multilevel STATCOMs", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.12, No.2. April 1997, pp.901-907.

[6]. N. Djagarov and M. Bonev, "Multi Input Adaptive Stabilizer of the Excitation of Synchronous Generator", Power Engineering, №6/7, 2000, pp.28-33.

[7]. Сотиров Л.Н., Избрани глави от съвременната теория на управлението. ТУ-Варна, 1998, 281 с.

[8]. Nikolov N., "Algorithm for Synthesis of Modal Adaptive State Controller", International Conference 'Automatics and Informatics' 07, proceedings vol.1, pp.I-13÷I-16, oct. 3÷6, Sofia, 2007.

[9]. Matlab & Simulink, Sim Power Systems 4, Reference, The MathWorks.

ACKNOWLEDGEMENT:

This publication is the result of the implementation of Join Research Project: TU-Varna – TU-Košice: Utilization of FACTS devices in electrical power systems.

For Contacts: Research Team Bulgaria – Slovakia:
Nikolay Djagarov, Zhivko Grozdev, Milen Bonev, Petar Valkov, Georgi Georgiev, Rumen Kirov, Michal Kolcun, Jozef Rusnāk, Lubomir Beňa, Daniel Hlubeň, Alexander Meszarõs

Рецензент: доц. д-р инж. Росен Василев

ПРОБЛЕМИ НА РАЗВИТИЕТО НА САМООРГАНИЗИРАЩИ СЕ КОМУНИКАЦИОННИ МРЕЖИ

SELFORGANIZED COMMUNICATION NETWORKS DEVELOPMENT

Розалина Димова, Златко Станчев

Резюме: Статията представя видовете самоорганизиращи се комуникационни мрежи, особености на архитектурата им и техологии за обслужване на трафика. Разгледане са проблеми на стандартизирането на сензорни мрежи и методи за оптимизация на алгоритмите за маршрутизация. Обобщени са насоките на развитие на сензорните комуникационни мрежи.
Ключови думи: самоорганизиращи мрежи, сензорни мрежи

Abstract: The paper presents types of self organized communication networks, their architecture and technologies for traffic services. Standardization problems are presented and methods for routing algorithm optimization. Conclusions for trends in sensor networks development are proposed.
Keywords: self organized networks, sensor network

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременното развитие на телекомуникационните мрежи се свързва с теорията на конвергенцията и хармонизиране на услугите, които са база за формиране на концепцията за следващо поколение мрежи (Next Generation Network). С развитието на пакетната комутация на клиента се предоставят все повече интегрирани услуги. Услугите, заедно с изпреварващото развитие на телекомуникациите и информационните технологии изисква ново направление на развитие на информационното общество и съобщителните мрежи.

Глобалният отговор на въпроса за по-нататъшното обществено развитие е създаването на така нареченото всепроникващо общество (ubiquitous) или е-общество[1]. Основна разлика в сравнение с настоящето се състои във факта, че като терминални устройства се разглеждат механизми, конструкции, биомаса и др. Мрежата вече не притежава устойчива структура или архитектура, а се преобразува в така наречената самоорганизираща се мрежа (self-organizing)[2]. Самоорганизиращите се мрежи в зависимост от изискванията към скоростта на самоорганизация, възможността за участие на човека и редица други фактори се разделят на целеви (Ad-Hoc) и клетъчни(Mesh) мрежи.

II. САМООРГАНИЗИРАЩИ СЕ МРЕЖИ

При самоорганизиращите се мрежи броят на терминалите и възлите е случаен. Връзката между терминалите или възлите е също случайна. Всеки терминал или възел се намира в границите на зоната на действие на мрежата неопределено време. Като пример за такава мрежа се дава мрежа за взаимовръзка между автомобилите на магистрала. При организиране на подобна мрежа е необходимо да се решават редица нетривиални задачи. Изследвайки функционирането на конкретна мрежа се установява, че броя терминали и броя възли на мрежата са случайни и се променят във времето. Взаимовръзката между терминалите и възлите е също случайна, като всеки терминал и възел се намира в зоната на действие на мрежата за случаен по продължителност интервал време. При тези мрежи терминалите и възлите е необходимо не само да заявят за влизането си на територията на мрежата, но и да организират взаимодействието си с други терминали или възли, например най-близките в определен момент. Така във всеки момент мрежата се самоорганизира със случаен брой терминали и възли и случайно взаимодействие помежду им. Основна разлика между целевите (Ad-Hoc) и клетъчни(Mesh) мрежи е, че Ad-Hoc се отнасят към терминални, а Mesh към

транзитни мрежи, въпреки че това е условно прието, но е целесъобразно да се отчита при разработване на системни решения по внедряване на мрежи с безжичен достъп.

2.1. AD-HOC МРЕЖА НА ОСНОВАТА НА СТАНДАРТА 802.11X

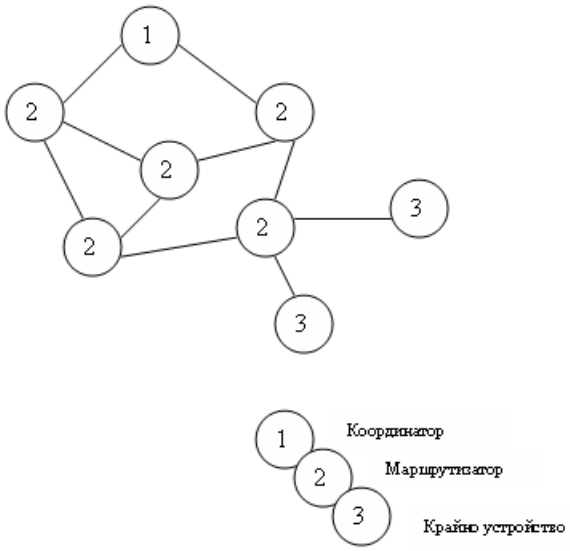
Безжичните локални мрежи WLAN (Wireless Local Area Network) на основата на стандарта 802.11x работят в няколко режима, един от които е без точка за достъп (AP – Access Point). В този режим терминалите се свързват помежду си без наличие на устойчива инфраструктура на мрежата, което позволява да се реализира принципа на моментна връзка, т.е. целева мрежа (Ad Hoc)[3]. Това става възможно в следствие на широколентов достъп към MAC (Medium Access Control). Предавателят изпраща информация, която съдържа адреса на приемника и времето, необходимо за предаване на информационния кадър от предавателя до приемника. Информацията достига до всички терминали в границите на достъпност, но се приема само от този терминал, който притежава съответния адрес.

За предотвратяване на възникването на колизии в IEEE 802.11x се използва процедурата за множествен достъп с детектиране на носещата и предотвратяване на колизиите CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance). Така се реализират Ad Hoc мрежи на базата на технологията на стандарта IEEE 802.11x.

2.2. MESH МРЕЖА НА ОСНОВАТА НА СТАНДАРТА ZIG BEE

Протоколът Zig Bee е разработен на основата на стандарта IEEE 802.15.4 на организацията Zig Bee Aliance, която обединява водещи производители на оборудване и програмно осигуряване за безжични сензорни мрежи.

Мрежата на базата на протокола Zig Bee може да включва в себе си три типа логически устройства – координатор, маршрутизатор и крайно устройство. Свързването на не по-малко от две устройства, едното от които е Zig Bee координатор, образува Zig Bee мрежа. Мрежовото ниво на протокола Zig Bee поддържа архитектура звезда, клъстерно дърво и клетъчна архитектура. Клетъчните мрежи(Фиг.1) използват еднорангова връзка. Маршрутизацията в тези мрежи се осъществява децентрализирано. Сензорната мрежа се самоорганизира като след включване на координатора на мрежата и избор на първични настройки, всички останали устройства могат да се включват самостоятелно.



Фиг.1. Клетъчна мрежа

Клетъчната маршрутизация се поддържа на нивото на координатора и маршрутизаторите. Крайните устройства не осигуряват клетъчна маршрутизация, те нямат маршрутизиращи таблици и предават пакетите с данни само на своите възли-родители. Маршрутизаторите, получавайки пакет с данни, който не е предназначен за негов възел-наследник или възел-родител, и при липса на запис в маршрутизиращата таблица, инициират процедура за откриване на път. Тя започва с разпращане на съответни команди до всички маршрутизатори в зоната на радио достъп. Всички маршрутизатори на мрежата, които приемат командата, създават временни записи за приетото запитване и по случаен принцип (това се

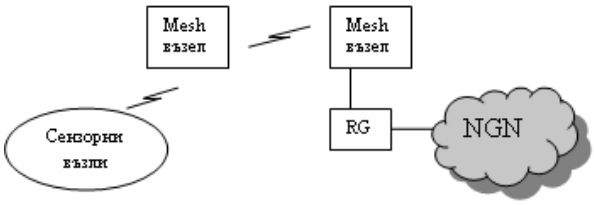
реализира с таймер със случайно избрана задръжка) ретранслират командата по-нататък в зоната на радиодостъп.

Възможни са много маршути на преминаване на пакетите до възела, за който са предназначени, но всеки маршрутизатор по пътя отхвърля и не ретранслира пакети с команди за намиране на маршрути, имащи по-голяма стойност на пътя, отколкото регистрираните от този маршрутизатор предишни пакети. Ако пакетът има стойност на пътя, която вече е фиксирана от маршрутизатора, то той обновява данните в маршрутизиращата си таблица. Приоритет се дава на последния. Стойността на пътя се съдържа в самия пакет и се обновява всеки път, когато пакетът се ретранслира от маршрутизатора.

Има няколко варианта за изчисляване стойността на пътя. Най-обикновения се оценява с броя на ретранслациите по маршрута. По-сложния е изчисляване на стойността на пътя по сумата от параметрите на качеството на обслужване(QoS) между възлите. Най-точния и труден за реализация метод е изчисляване функцията от вероятността за преминаване на пакети между възлите, която се определя на базата на статистически данни.

Разгледаният алгоритъм на клетъчна маршрутизация предвижда създаване на еднопосочен път. В протокола Zig Bee се предвижда процедура на използване на същия път и за обратно предаване, за да не се активира алгоритъма за маршрутизация при намиране на обратен път. Обратният път може да не съвпада с правия даже при определяне на стойността по най-обикновения метод, тъй като разклоненията по маршрута се избират на базата на генератор на случайни числа.

Перспективите за развитие на безжичен достъп са толкова големи, че се изследва възможността за предване на разговорен сигнал по протокола Zig Bee [4]. На фиг.2 е показан сценарий на развитие на домашна Ad Hoc мрежа и връзката и с Обществена телекомуникационна мрежа.



Фиг.2. Архитектура на домашна Ad Hoc мрежа

В домашната Ad-Hoc мрежа влизат телефон, компютър, телевизор, които са с възможност за връзка с точката за достъп Wi-Fi, както и различни безпроводни сензорни възли, осигуряващи контрол и експлоатационни характеристики на жилището.

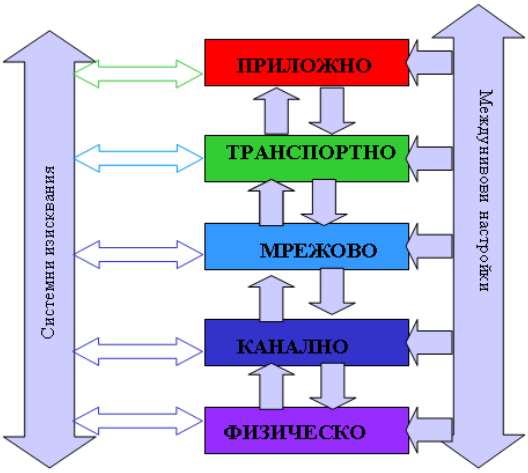
Домашните Ad-Hoc мрежи са обединени с помощта на Mesh маршрутизатори в мрежата на областта, която има изход към съответните жилищни и експлоатационни служби, а също чрез абонатен шлюз (RG - Residental Gateway) към обществената мрежата и доставчиците на услуги.

III. АРХИТЕКТУРА НА СЕНЗОРНИ МРЕЖИ

Сензорните мрежи (WSN) са самоорганизиращи се мрежи. Архитектурата им зависи от метода на предаване – непосредствено или multihop, както и от тяхното приложение. Едно от изискванията при разработване на архитектура е компонент, създаден за една система да се използва и в други системи. Това води до определяне на общи компоненти на архитектурата и инфраструктурата, необходими за изграждане на определен клас приложения. Трябва да се вземе под внимание, че системата трябва да решава конкретни задачи – получаване на информация за топологията на мрежата, управление на топологията, маршрутизация, подвижност и др. При безжичните сензорни мрежи стои за решаване въпроса с разработването на архитектура с малко енергопотребление и мащабируемост.

Традиционният подход при разработване на мрежови протоколи е основан на многонивовия модел OSI, при което проектирането и функционирането на всяко ниво в модела е изолирано, а интерфейса между нивата е статичен и независим за сметка на индивидуалните ограничения на мрежата и приложенията. Затова използването на този модел води до неефективна работа на мрежата, в която такива ресурси като енергия, ширина на честотната лента, памет и скорост на централния процесор са силно ограничени. Ограничаването на ресурсите на безжичните мрежи води до необходимост от оптимизация на алгоритмите. Целта на оптимизацията се състои в намаляване на енергопотреблението или на използваната RAM памет.

Една от възможностите за такава оптимизация е взаимодействието между слоевете (cross-layer взаимодействие), при което нивата си взаимодействат по-тясно. Обобщена архитектура с cross-layer оптимизация е показана на фиг.3. Междунивовите взаимодействия дават възможност за достъп до определени свойства на безжичните мрежи, които не са достъпни при мрежи със стандартна архитектура. Затова в сензорните мрежи се използва компонентна архитектура, при която междунивовите взаимодействия са по-лесно изпълними.



Фиг.3 Архитектура с взаимодействие между слоевете

Изискванията за междунивовите взаимодействия са все още неясни. Затова е необходимо да се изследват съществуващите приложения на сензорните мрежи и да се изясни къде могат ефективно да се използват, за да се идентифицират общи шаблони.

Междунивовото взаимодействие включва всички взаимодействия на компоненти на логически отделени нива, излизащи извън рамките на тесните функционални интерфейси на традиционната архитектура. Въпреки, че не съществуват никакви традиционни нива в cross-layer архитектурата, основана на компоненти, последните могат да бъдат класифицирани с определена степен на абстракция. Тези абстракции могат да се интерпретират като нива. Конкретната форма на такива концептуални нива е едно от решенията, приемано от приложните специалисти, което може да се мени в зависимост от приложенията. В такива архитектури неявно са възможни cross-layer взаимодействия, тъй като никакви ограничения по отношение на използвания компонент няма. Така cross-layer взаимодействията не са ограничени от мрежови протоколни нива и могат да възникват между които и да са компоненти на системата или приложения. Управлението на топологията на сензорната мрежа (topology control) се състои в координиране на решенията и възможностите на възлите относно далечината на връзката. Целта е създаване на мрежа със зададени свойства (например степен на свързаност) чрез намаляване потреблението на енергия от възлите или увеличаване пропускателната способност на мрежата.

При сензорните мрежи отделните възли могат да наблюдават единствено явление. Затова една от основните функции на сензорните мрежи е обединяване на разпределени наблюдения в единна оценка на наблюдаваното явление, което е известно като сливане на данни (data fusion).

Обикновено сензорните мрежи се използват за извличане на данни от

околната среда. Данните от няколко източника (например сензори, разположени около обект) се изпращат през междинни възли (multi-hop) към единствения възел, за който са предназначени. Понякога сведенията, получени от съседни сензори са излишни и подобни. Тогава се налага да се прилага сливане на данни (data fusion). Вместо всички данни да се предават в централен възел за обработка, данните се обработват локално и съкратеното комбинирано съобщение се отправя към приемника. Така чрез намаляване на количеството обменяни пакети се подобрява използваемостта на канала и се намалява изразходваната енергия.

Ефективността на сливането на данни зависи от много фактори – протокола за маршрутизация, управлението на достъпа до съобщителния канал, надеждността на архитектурата. Топологията на мрежата и плътността на възлите играят важна роля за подобряване работата на схемите. Реализирането на тази стратегия само на отделно ниво на протоколния стек не е оптимално. Перспективно е реализирането на подход с взаимодействие между слоевете за сливане на данни, включващи канално и мрежово ниво. Положителен ефект има и включването на транспортното ниво[5], което ще доведе до намаляване на вероятността за претоварване на мрежата.

IV. ИЗВОДИ

Дефицита на радиочестотен диапазон определя факта, че съществуващите стандарти за безжични сензорни мрежи използват много ефективно този ресурс. Но най-важен за сензорните мрежи е ресурса от енергия, т.е функционирането на мрежата при малка мощност на енергопотребление. Това изисква разработването на методики за формиране и обработка на сигналите, за управление на източниците на енергия. Важни направления за изследване в сензорните мрежи са подвижността на сензорите, ограниченията на пропускателната способност на мрежата, както и съвместното предаване на данни.

Този доклад е разработен в рамките на научно-изследователски проект №ДО-02-135/2008„Оптимизиране на разпределянето на телекомуникационни ресурси с отчитане на взаимодействието между слоевете в мрежата”

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Koucheryavy Y., Jakubiak J. Research Challenges in Vehicular Ad Hoc Networks, IEEE CCNC 2008, Proceedings, Las Vegas, USA, January 10-12, 2008
[2]. Dikayakos M.D. Location-Aware Services over Vehicular Ad Hoc Networks using car-to-car Communication, IEEE journal on selected Areas in Communications, October 2007, Vol.25, №8
[3]. IEEE 802.11e: Medium Access Control(MAC) Quality of Service Enhancements, 2005
[4]. Wang C. Voice Communications over Zig Bee Networks, IEEE Communications Magazine, December 2007
[5]. Akan O.B., Akyildiz I.F. ESRT: Event to Sink Reliable Transport for Wireless Sensor Networks, IEEE ASM Transactions on Networking, October 2005

За контакти:
инж.Розалина Димова, доцент д-р в Катедра”Съобщителна техника” при ФЕ на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 311Е, e-mail: rdim@abv.bg
инж.Златко Станчев, докторант в Катедра ”Съобщителна техника” при ФЕ на ТУ-Варна, ул. Студентска№1,312^{a}Е

Рецензент: доц. д-р инж. Илия Атанасов

ЕДНА ВЪЗМОЖНОСТ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ЕЛЕКТРОСЪПРОТИВИТЕЛНИ ПЕЩИ С ПРОГРАМИРУЕМИ КОНТРОЛЕРИ

A POSSIBILITY TO CONTROL ELECTRICAL RESISTANCE FURNACES VIA PROGRAMMABLE CONTROLLERS

Борислав Димитров

Резюме: В статията се разглежда управлението на електросъпротивителни пещи (ЕСП) посредством програмируеми контролери (PLC), работещи в режим на терморегулатор. Акцентува се на характерните особености на ЕСП, свързани с регулирането на температурата и необходимостта те да бъдат анализирани при употребата на PLC. Данни за тяхното програмното осигуряване се обезпечават от възможността за употреба на математичен модел на пещта, реализиран чрез система диференциални уравнения. Резултатите от изчислителната процедура се използват за въвеждане на необходимите параметри на функционалните блокове в PLC. По този начин се съчетават процесите на моделиране и анализ на електротермични установки с работата на апаратното осигуряване за контрол и управление.
Ключови думи. Електросъпротивителна пещ, програмируем контролер, регулиране.

Summary: This article looks at the control of electrical resistance furnaces (ERF) by means of programmable logic controllers (PLC), operating in a thermal regulation mode. Emphasis is placed on the specific characteristics of ERF, associated with temperature control and on the need for analyzing them via PLC. The possibility to use a mathematical model of the furnace, realized through a system of differential equations, furnishes data for their software. The results from the computing procedure are used to input the required parameters of the functional blocks in PLC. In this way, the processes of modeling and analysis of electro-thermal installations are combined with the functions of the controlling hardware.
Key words. Electrical resistance furnace, programmable controller, control.

I. ВЪВЕДЕНИЕ.

Употребата на електронни апарати – програмируеми логически контролери (PLC), за контрол и управление на термични процеси, е подробно описана от производителите [6,7,8,9]. В документацията се разглежда предимно приложението им в общи случаи – начин на програмиране, необходима периферия, въвеждане в експлоатация и т.н. Работата с редица електротермични установки – електросъпротивителни пещи (ЕСП), индукционни пещи, устройства за директно съпротивително и инфрачервено нагряване, и др., изискват изучаване на характерните им особености на работа и управление. Осигуряването на конкретен технологичен нагревен процес налага провеждане на предварителен анализ на работния режим. Той се извършва чрез модел на пещта, съставен чрез система диференциални уравнения [3,4], като получените от него данни се предоставят като критерий за избор, настройка и програмиране на PLC. Независимо от избрания начин на регулиране – позиционен (ON-OFF), непрекъснат – ПИД с широчинно-импулсна модулация (ШИМ) или фазово-импулсна модулация (ФИМ), коректното въвеждане на апарата в експлоатация налага употребата на данни за топлотехническите параметри на установката. За последните е характерна зависимост от множество фактори: функционална зависимост от температурата, масо-габаритни характеристики на използваните материали, външни смущаващи въздействия и др. В този смисъл, уточняването на приложен подход на работа за анализ на комплекса регулатор–

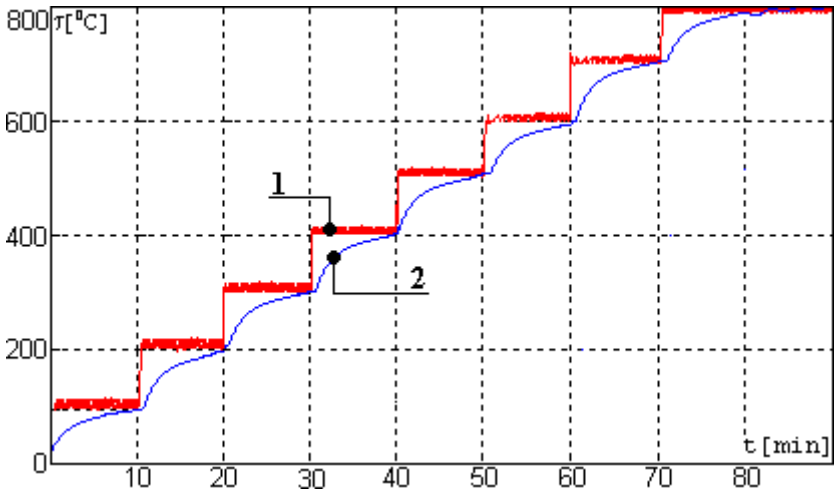
пещ–товар е актуален въпрос, подлежащ на изследване. Предложена е следната последователност:

- Съставяне на математичен модел на комплекса пещ–товар [1,2,3,4] и реализацията му чрез изчислителна процедура. Моделът може да се смята за коректен след уточняването му с експериментални данни, получени за един или няколко процеса, след което може да се прилага за множество допустими режими.
- Анализ на преходния процес на нагряване. На този етап се работи с технологичния процес, подлежащ на изследване, като уравненията, описващи регулиращия орган (ПИД, ON-OFF) се въвеждат в изчислителната процедура [3,4]. Така се създава възможност за изследване влиянието на коефициентите на ПИД регулатора, времената на работа и пауза при позиционно регулиране и др.
- На база реализираната компютърна симулация се уточняват и коригират параметрите на системата до получаване на желани резултати.
- Съставяне на програма за PLC, като въведените в нея параметри се базират на получените данни от изчислителната процедура [3].
- В зависимост от конкретното задание се провежда експеримент и при необходимост се извършва корекция на модела и програмата.
- Уточненият математичен модел на установката и пакет от програми за PLC се предоставят в документацията на пещта. С това се постига разширяване приложимостта на ЕСП, изразяващо се в проверка на приложението и за технологични процеси, за които пещта не е проектирана и липсват данни за тях.

Независимо, че описаната задача може да се реши чрез специализирани терморегулатори, употребата на PLC и предложения подход на работа предлагат редица предимства.

II. АНАЛИЗ.

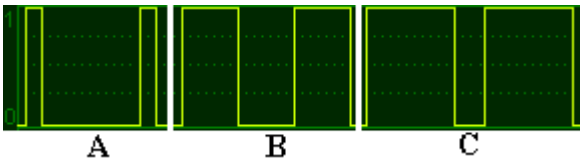
Фиг.1 показва желан преходен процес на нагряване в камерна ЕСП, получен от изчислителна процедура на модел, съставен чрез система диференциални уравнения [1,2,3,4,]. В случая е поставен критерий – допустима скорост на нарастване на температурата на повърхността на товара (графика 2 – 10 ^{o}C/min), според който температурата на нагряване от 800^{o}C се достига за 80 min. Както се вижда от температурата на нагревателя (графика 1), избран е подход, според който температурата се задържа на всеки 100^{o}C за необходимото време за нормализация. В конкретния случай, изискването касае контрол на температурната разлика повърхност–център на товара.



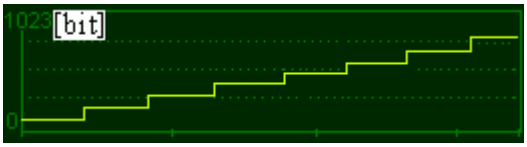
Фиг.1. Симулационна процедура – термичен процес на нагряване в ЕСП.
1 – нагревател, 2 – повърхност на нагрявания товар.

За експерименталната реализация са избрани PLC на фирма Moeller [6,7] – Easy821DC-TC, Easy822DC-TC. Въпреки това, разгледаната последователност на работа може да се отнесе до контролери на други фирми [8,9], т.е. не зависи от избрания производител.

Фиг.2 показва импулси за управление на крайното стъпало (полупроводниково) с ШИМ. Изходната величина се получава на един от транзисторните изходи Q1-Q4 [5], като правоъгълни импулси с различен коефициент на запълване. С това консумираната мощност се управлява в зависимост от времето на нагряване: фиг.2(А) – 10% от инсталираната мощност, което отговаря на задръжка на 100^{o}C – фиг.1, аналогично фиг.2В – 50% - 500^{o}C и фиг.2С – 80% - 800^{o}C.



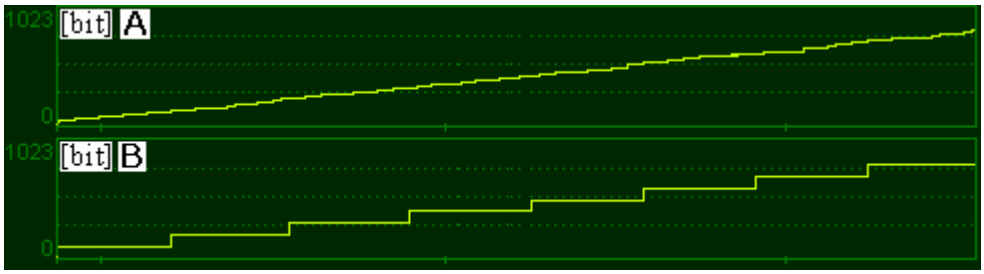
Фиг.2. Терморегулатор с широчинна импулсна модулация; А,В,С – съответно 10, 50, 80 % от инсталираната мощност



Фиг.3. Терморегулатор с фазова модулация. Аналогов изход на PLC.

Управлението по аналогов изход (AI) позволява реализация на ФИМ. Фиг.3 показва стъпаловидното изменение на изходната величина, чрез което се получава желания термичен процес от симулацията на фиг.1. Тъй като графиката е получена от фирмения софтуер [5,6,7] за работа с продуктовата гама на Moeller, скалата е разграфена в битове, които отговарят на изходно напрежение 0-10V. За избрания апарат аналоговите входове допускат същия диапазон на напрежение. Тарирането на сигналите на PLC – аналогов и импулсен на входове и изходи, с параметрите на измервателните звена (термодвойките) и силовото крайно стъпало, е една от основните настройки при реализацията на терморегулатора. Тя се извършва за всеки конкретен случай и зависи от използваната периферия, параметрите на управляваната ЕСП и термодатчиците, и др. Обикновено се използват възможностите за манипулация на входно-изходните аналогови стойности чрез коефициенти на усилване. Така на практика се осигурява пълния температурен (динамичен) диапазон на електротермичните установки. Експериментално, посредством PLC са реализирани процеси на управление в нискотемпературни конвективни сушилни, средно- и високотемпературни топилни пещи със силитни нагреватели. Тъй като съпротивителните пещи са съоръжения със сравнително продължителен работен режим и активен товар, няма съществени технически проблеми към обезпечаването на PLC регулатори. Експерименталните резултати показват, че точността на реализирания процес зависи главно от прецизността на съставения модел и грешката от първоначално получените данни.

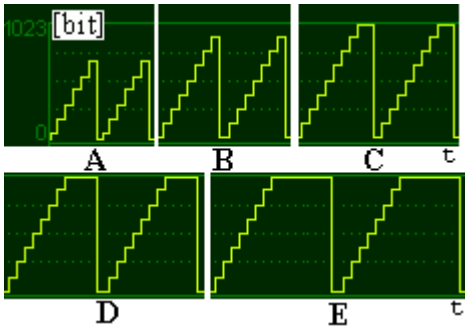
Реализираният процес използва данни от симулационната процедура, които са въведени в програмата на PLC. Както е подчертано по-горе, работата на ЕСП зависи от множество фактори, като описанието им в математическия модел е затруднено. Също така, в една установка с общо предназначение трудно може да се реализира последователност от еднакви нагревни процеси. Това налага контрол по време на работа, чрез употреба на измервателни звена – термодатчици, в частност термодвойки. Фиг.4А показва контролираната температура от аналогов вход (IA1) и аналогичния процес на управление по аналогов изход фиг.4В.



Фиг.4. Регулиране на температурата. A – измерена температура от термодвойка - аналогов вход. B – управляващ сигнал – аналогов изход.

Принципно, съставянето на програма за *Easy 822 DC-TC* е тривиален процес, описан в документацията на производителя [5] и няма да бъде излаган в детайли. За реализация на разглежданите инженерни задачи, по предложената последователност на работа, се използват въведените в софтуера функционални блокове. Основните, приложими при регулиране на термични процеси, са DC, PW, A, T:

- DC – ПИД регулатор. Коефициентите на усилване на звената се получават от изчислителната процедура на модела на ЕСП.
- PW – ШИМ. Използва се за получаване на модулацията, най-често при непосредственото му управление от DC. Получените резултати се сравняват с тези от модела, като с това се предоставя възможност за контрол на точността му и определяне на необходимите корекции.
- A – компаратор на аналогови стойности. Сравнява измерената стойност от термодвойка (аналогов вход) с желаната стойност (константа) съобразена с данните на модела.
- T – реле за време. Тъй като симулационната процедура предоставя информация за времевите параметри на преходния процес, те могат да бъдат използвани чрез употребата на функционални блокове за време. Приложението им се свежда до сработване след определено време, за което предварително се очаква достигане на определена температура. Съчетаването на тази възможност с контрола по време на работа, предоставя данни за допуснатата грешка експеримент–модел.



Фиг.5. Управляващи импулси при обработване на стоманени блокове с различна маса. A – 50 кг., B – 80 кг., C – 110 кг., D – 150 кг., E – 200 кг.

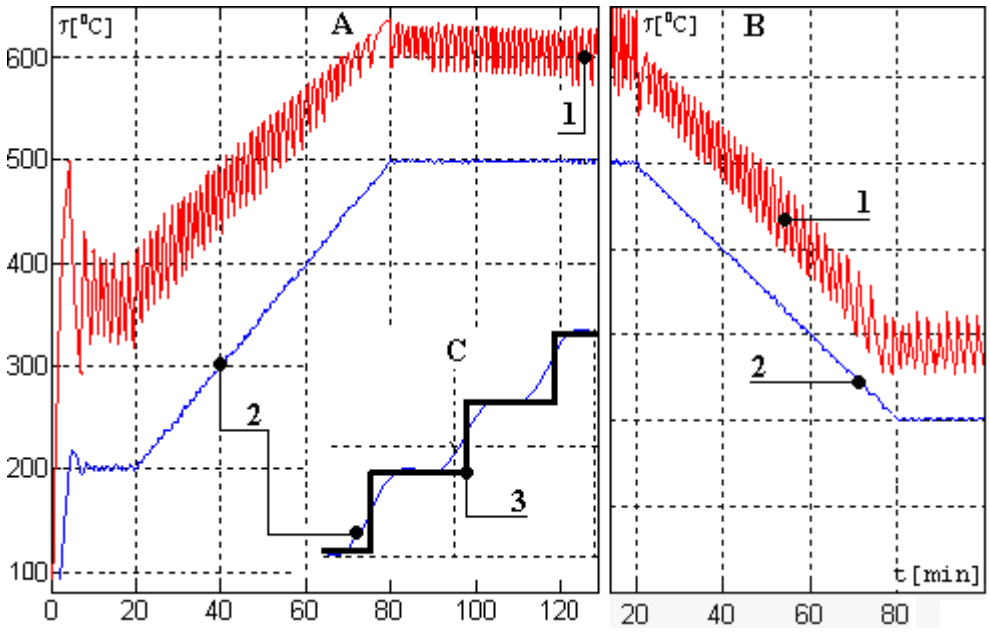
Избраният апарат предлага и други функционални блокове, чрез които се получават програмни решения с богати възможности. Една съществена особеност на софтуерното осигуряване [5] за изготвяне на програма за Easy програмируеми релета е невъзможността за симулация на някои от функциите. Това налага експерименталното изследване на съставените решения. Експерименталните изследвания потвърждават предложените графики (фиг.2,3,4,5,7) чрез допълнителна измервателна апаратура.

Зависимостта на програмното осигуряване на PLC от параметрите на установката пещ-нагряван товар, може да се илюстрира чрез реализация на терморегулатор за обработване на детайли с различни топлотехнически характеристики. Аналитичното изследване допълнително се затруднява от функционалната зависимост на коефициента на топлопроводност и специфичната топлина от моментната температура, което оказва влияние върху време-константите на процеса. Фиг.5 показва управляващи импулси на PLC

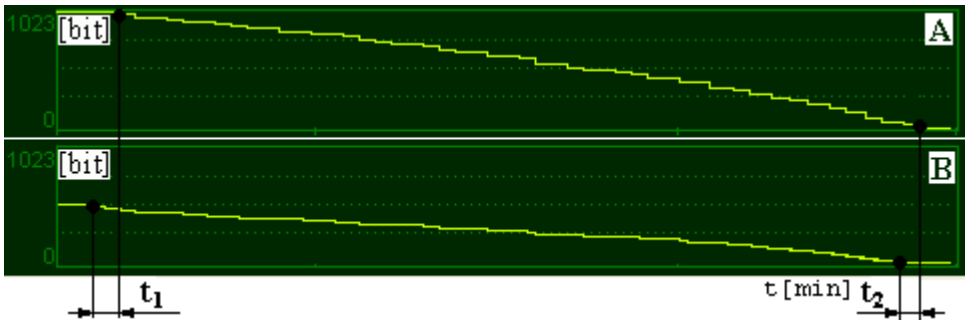
при нагряване на стомана с различна маса в камерна ЕСП. Коефициентите на ПИД функционалния блок са въведени по данни от изчислителната процедура на модела [4]. Както се вижда от получения резултат, характеристиките време на нагряване (t_1 – фиг.5) и време на задръжка (t_2 – фиг.5) в камерата, са различни в зависимост от масата на товара. Установяването им от модел съкращава, а в някои случаи напълно изключва, необходимостта от предварителни експерименти с цел идентификация на обекта.

Фиг.6 показва симулация на два процеса, реализирани чрез модел на ПИД регулатор:

- Фиг.6А – контролирано нагряване на товар (графика 2) 500°C за 80 min. Предварително получените данни за коефициентите на пропорционално, диференциално и интегралното звено се въвеждат във функционалния блок DC. Наблюдаваната температурна разлика нагревател (графика 1) - товар може допълнително да бъде следена чрез аналоговите входове на PLC. Възможността за следене на няколко параметъра се използва за контрол на нагревния процес и гарантиране на желаното качество на продукцията.
- Фиг.6В – контролирано охлаждане от 500°C на 200°C за 60 min. Подходът към реализация на програмен ПИД регулатор за контролирано охлаждане принципно не се различава от описания по-горе, т.е. PLC се програмира на база данни от симулацията. По този начин се извършва проверка на приложимостта на оборудването за конкретния технологичен процес, като за режима на охлаждане това е от особено значение. Приложението на PLC в случая позволява управление на допълнителни съоръжения: вентилатори, водни ризи и др. На фиг.7 е показан реализиран процес на охлаждане: А – реакция на термодатчика, монтиран за повърхността на товара; В – управляващ сигнал. Времената t_1 и t_2 се получават от топлинната инертност на установката и зависят от нейните параметри и коефициентите на усилване на ПИД регулатора.
- Фиг.6С – температура на товара. Апроксимираната стъпаловидна крива (графика 3), зависи от топлотехническите му характеристики.



Фиг.6. Контролиран преходен процес на ЕСП: 1–нагревател; 2–товар.
А – нагряване и В – охлаждане за зададено време.
С – температура на товара: 3 – крива на стъпаловидно изменение.



Фиг.7. Управление на процес на охлаждане в камерна ЕСП.
А – термодатчик (аналогов вход на PLC); В – управляващ сигнал (аналогов изход на PLC);
t_1, t_2 – времеви интервали на топлинна инертност.

Получаването й се използува като критерий за избор на вид и характеристики на регулатора – ПИД, позиционен (ON-OFF), вид на модулацията и т.н. Заедно с това се съобразява класът на PLC, обезпечаващ процеса – необходими функционални блокове, транзисторен или релеен изход и др.

III. ИЗВОДИ.

Резултатите от изчислителната процедура на модела на ЕСП, са приложими при реализация на програмното осигуряване за регулатор изпълнен с PLC. С това се улеснява определянето на коефициентите на звената на ПИД функционалния блок, параметрите на ШИМ и др. Препоръчително е моделът на ЕСП и програмното осигуряване за конкретен PLC, да бъдат включени в техническата документация на пещта. Създават се условия за проверка на възможността за реализация на технологичен процес в конкретна пещ, като се съкратят експерименталните изследвания и разходите, свързани с тях. Тази възможност е особено полезна за пещите с общо предназначение, лабораторни пещи и др., при които се реализират множество процеси с различни времеви и температурни характеристики, за различни товари. Тяхната реализация изисква самостоятелен анализ на необходимия режим на регулиране. Предложеният подход на работа позволява манипулацията на коефициентите на регулатора да се извършва и от неспециалисти в тази област – оператори на пещно оборудване и др.

Авторски разработки, по предложените в статията въпроси, са достъпни на [10,11].

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Димитров Б. Относно анализа на изчислителния процес за един математически модел на съпротивителни електропещи. Списание “Електротехника и Електроника” 2005 78-83 стр.
[2]. Димитров Б, Тахрилов Хр. Съпоставка на числените методи за решаване на преходни процеси в съпротивителна електропещ. Списание “Електротехника и Електроника” 2005 26-31 стр.
[3]. Димитров Б, Тахрилов Хр. Модел на управление на съпротивителни електропещи. Годишник ТУ Варна 2006 7-12 стр.
[4]. Димитров Б, Тахрилов Хр. Относно моделирането на преходни процеси в съпротивителна електропещ при непрекъснато регулиране. Годишник ТУ Варна 2006 13-18 стр.
[5]. Документация към програма Easy Soft Pro.
[6]. http://www.moeller.net/
[7]. http://www.moeller.bg/
[8]. http://w1.siemens.com/entry/cc/en/
[9]. http://abb.com
[10]. http://processmodeling.org
[11]. http://processmodeling.org/theory/electronics/plc.html

За контакти:
гл. ас. д-р инж. Борислав Христов Димитров – преподавател в катедра “Електротехника и Електротехнологии“, ТУ–Варна (836Е, тел 383 323). Работи в областите на електротехнологии, електрически апарати, системи за управление на термични процеси в съпротивителни и индукционни пещи.
E-mail: bdimitrov@processmodeling.org

Рецензент: доц. д-р. инж. Христофор Тахрилов

АНАЛИЗ НА НЯКОИ ПРОБЛЕМИ ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЯТА ЕЛЕКТРОСЪПРОТИВИТЕЛНИ ПЕЩИ И РЕШЕНИЕТО ИМ ЧРЕЗ СИСТЕМИТЕ ЗА УПРАВЛЕНИЕ

ANALYSIS OF SOME PROBLEMS DURING OPERATION OF ELECTRICAL RESISTANCE FURNACES AND THEIR SOLUTIONS VIA CONTROL SYSTEMS

Борислав Димитров

Резюме: Анализът на някои технологични или аварийни проблеми, възникващи в процеса на работа на електросъпротивителните пещи (ЕСП), се извършва от гледна точка на осигуряване на желания нагревен процес. В статията се разглежда възможността, определени нежелани режими да бъдат компенсирани от системата за управление. Регулаторът е изпълнен чрез PLC - програмируем контролер, реле и др., програмното обезпечаване на който се изработва по данни от изчислителна процедура. Последната се реализира чрез модел на системата пещ-товар-регулатор, в който чрез уравнения и логически функции са отразени разглежданите въздействия върху технологичния режим.
Ключови думи: електросъпротивителни пещи, PLC, метод на крайните елементи система за управление, системи диференциални уравнения.

Summary: The analysis of some technological or break-down problems, occurring in the process of operation of electrical resistance furnaces (ERF), is made with a view to ensuring the desired heating process. This article discusses the possibility for certain unwanted modes to be compensated by a control system. The control is carried out through a PLC (programmable logic controller), a relay or another similar device, the software of which is based on a computing procedure. The computing procedure in turn is realized through a model of the furnace-charge-control system, in which, by means of equations and logical functions, are reflected the studied impacts on the technological mode.
Key words: electrical resistance furnaces, PLC, control system, system of differential equations, finite element method,.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Проблемни режими на работа на електросъпротивителните пещи представляват някои аварийни ситуации, при които е възможно работният режим да продължи, но за осигуряване на желания технологичен процес е необходимо да се въздейства чрез системата за регулиране. Това най-често са:

- *Нарастване на съпротивлението на нагревателите.* Наблюдава се при високотемпературни пещи със силитни нагреватели вследствие на тяхното стареене. То води до намаляване на инсталираната мощност, като проблемът може да се реши чрез предварително презапасяване.
- *Дефектиране на нагревател.* Най-често нагревните системи на ЕСП се изграждат от определен брой паралелно свързани нагреватели, като изгарянето на един е възможно да се компенсира от останалите. Определящ в случая е коефициентът на запас по мощност.
- *Употреба на ЕСП за отработване на технологичен процес, за които не е проектирана*. От практическа гледна точка този проблем визира множество случаи: високотемпературна пещ за работа при ниски температури, обработка на нерегламентиран товар с параметри, различни от номиналните, процеси на извън регламентирано зареждане, и др.

Описаният комплекс от проблеми може да бъде решен чрез системата за

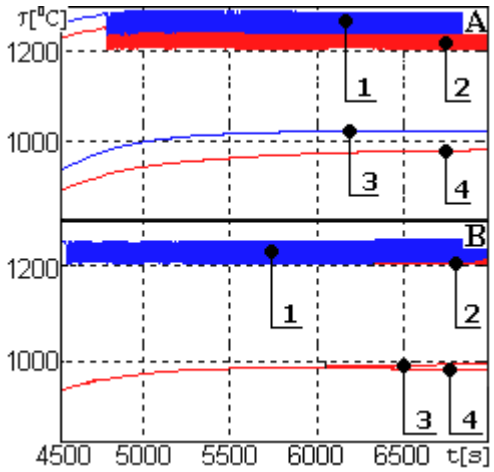
управление на съоръжението, която в случая е ON/OFF или PID регулатор, изграден чрез програмируем контролер (PLC). Като апаратна част се използват програмируеми релета от фамилията Easy821DC-TC, Easy822DC-TC [6,7,8]. Последователността на работа е следната:

- *Изработване на модел на комплекса пещ–детайл–регулатор*. Използват се системи диференциали уравнения (СДУ) и метод на крайните елементи (МКЕ) [1,2,3,4,5], като изчислителната процедура се провежда чрез съответен софтуер [12].
- *Съставяне на програмно обезпечаване.* По резултати от изчислителната процедура се съставя програма за управление на PLC [6,7,8]. Използват се функционални блокове за реализация на регулатор, измерване на величини, работа с дисплей и др.
- *Анализ на един или няколко от предположените аварийни режими.* В съставения математичен модел се въвеждат условия, описващи тяхното въздействие върху работния процес [5]. Получените резултати показват изменението на температурната картина от номиналните и (първоначално получени) параметри.
- *Въвеждане в програмното осигуряване на PLC на функции за обработка на аварийни ситуации*. Актуализацията се прави по данни от последната симулация, като се използват логически и аналогови функционални блокове.

Предложеният подход на работа, позволява системата за регулиране на ЕСП да се изгради без употребата на предавателни функции. От приложна гледна точка, целта на настоящата разработка е: да позволи работата със системата за управление на произволна система пещ-товар да се сведе до практическо ниво. Работата по данни от предварително съставен модел позволява експлоатацията на съоръженията в номинални и разгледаните неноминални режими, като с това отпада необходимостта от класическите методи на работа.

II. АНАЛИЗ

Фиг.1А показва симулация на преходен процес, при който съпротивлението на един от силитните нагреватели е повишено спрямо номиналната стойност. При това се наблюдава разлика в температурите на товара: изправен нагревател – графика 1, и температура на повърхността на товара, ориентирана към него – графика 3; съответните стойности за нагревател с отклонения в параметрите – графики 2 и 4. Численият анализ на разглежданото смущаващо въздействие, предоставя данни за неговото компенсиране – фиг.1В.



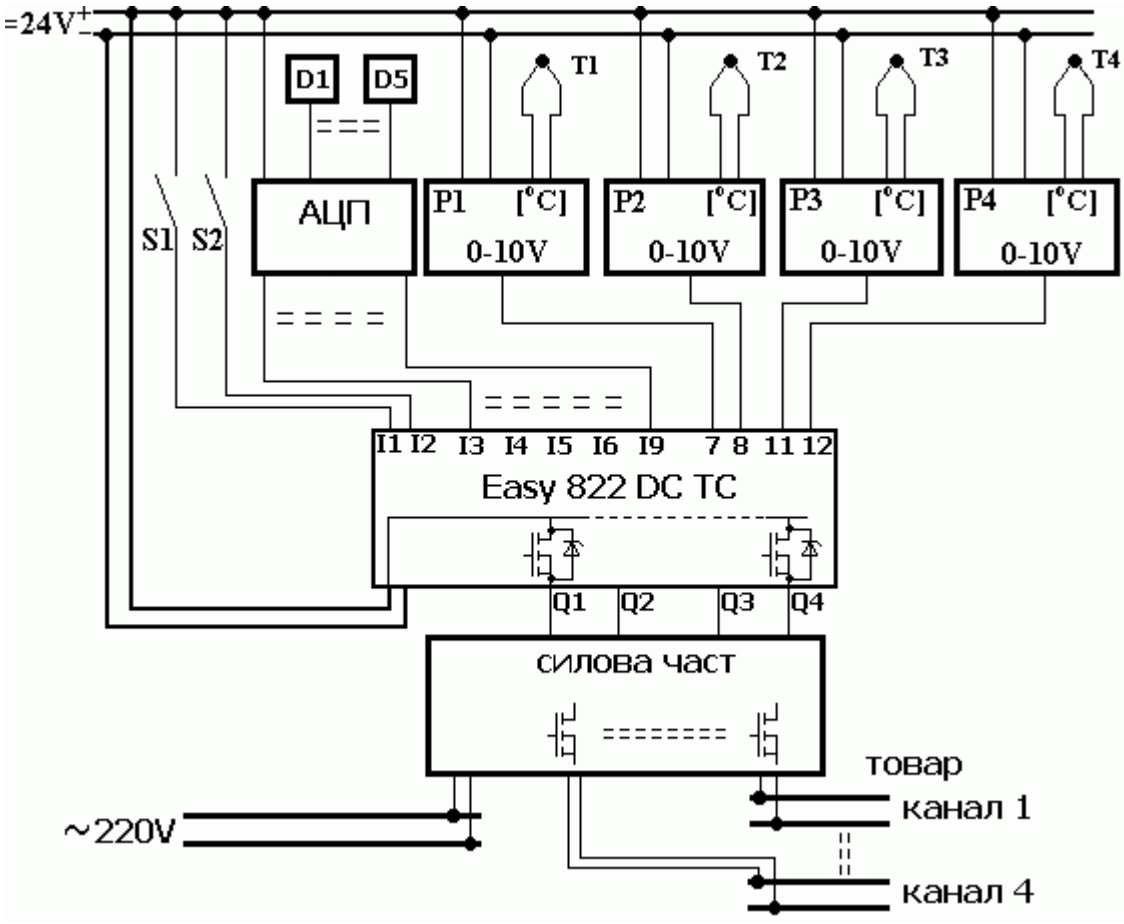
Фиг.1. Изчислителна процедура от математичен модел на система пещ-товар-регулатор.
А – нагревател с повишено съпротивление;
В – компенсация на температурната неравномерност.

Задачата към програмното осигуряване на PLC е компенсация на получената температурна несиметрия. Примерна експериментална схема на горепосочените програмируеми релета е показана на фиг.2. Аналоговите входове (I7,I8,I11,I12) се използват за измерване на температура, чрез преобразуватели P1-P4 и термодвойки T1-T4. Функцията на блок АЦП е да контролира електрически величини чрез датчици D1-D5, като ток,

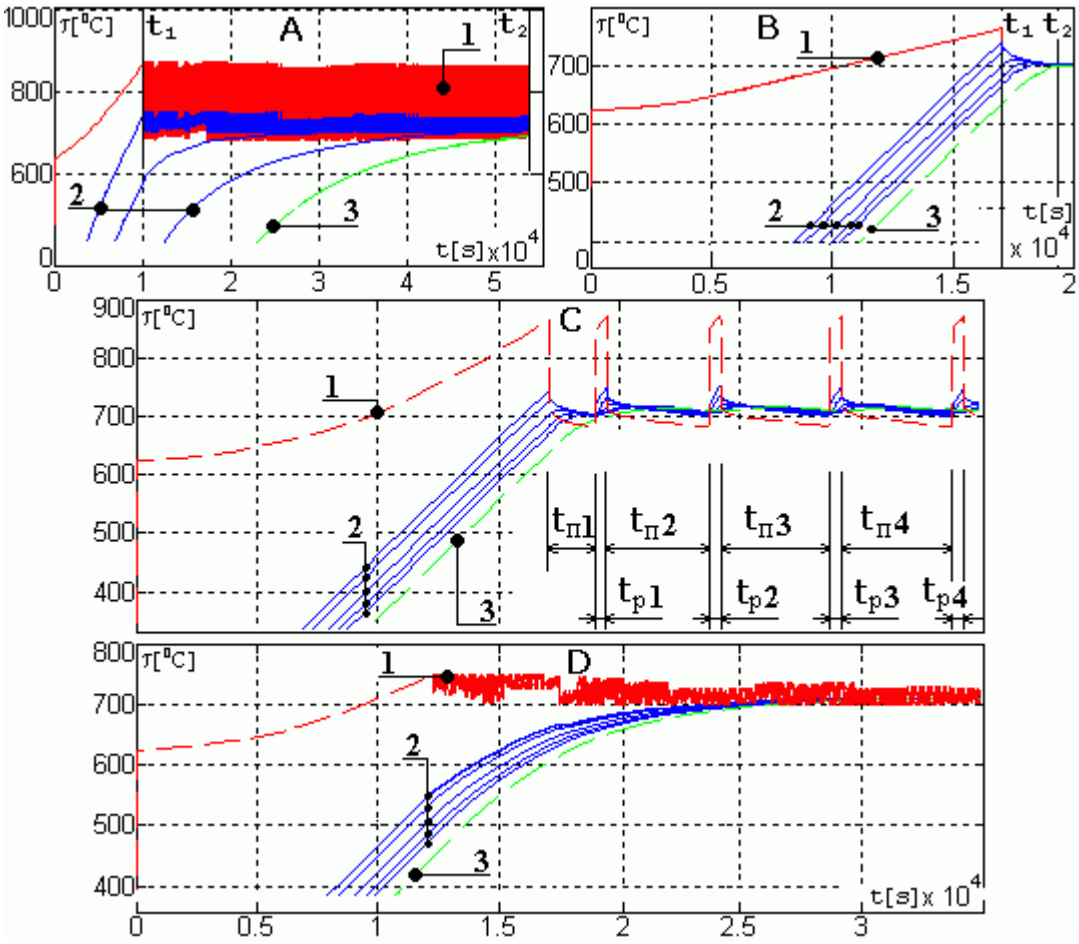
напрежение и др. Постъпващият сигнал на входове I3-I6, I9, дава информация за номинално съпротивление и изправност на нагревателите. Силовата схема се управлява от изходните транзистори Q1-Q4. Разделена е на четири отделни блока, които захранват нагревателите на пещта.

Използването на необходимите функционални блокове [6] за реализация на разглежданата задача е свързано с редица особености, касаещи топлофизичните параметри на системата пещ-товар. Фиг.3А и 3В показват две изчислителни процедури на нагряване на товар с голям и съответно малък топлинен капацитет, отработени в една и съща камерна ЕСП. Получените графики на температурата на нагревателя (1) и товара (2), показват процеси на регулиране с различен характер. Анализирането му трябва да се извърши независимо дали PLC ще се използва като PID или ON/OFF. Последната изчислителна процедура показва разликите във времето на регулиране t_1-t_2 за двата нагревни режима. Допълнителни изследвания на необходимата комутационна възможност са показани на фиг.3С и 3D. Фиг.3С показва необходимите времена на работа t_p и пауза $t_п$, които за конкретния случай могат да бъдат осигурени от апарат с релеен изход. При друга електротермична установка комутационните цикли са многократно по-малки, което трябва да се има предвид при избор на PLC, работа с функции за широчинно импулсна комутация и др.

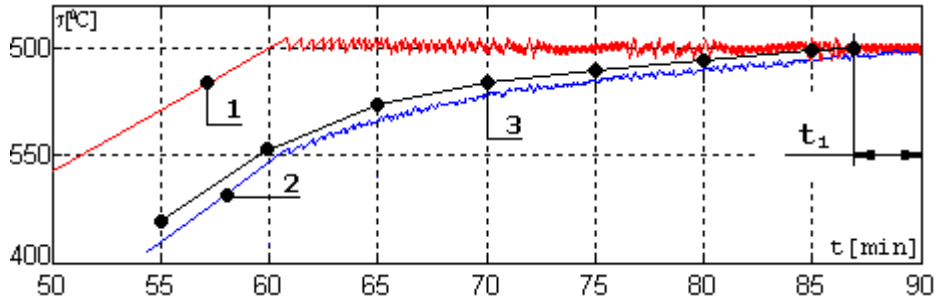
Към процеса на изготвяне на програмно обезпечаване за PLC, по данни от изчислителна процедура от СДУ или МКЕ модел, могат да се отправят следните препоръки:



Фиг.2. Схема на свързване на PLC за управление на ЕСП.



Фиг.3. Преходни процеси на разгряване на камерна ЕСП.
A, B – изследване на влиянието на топлинния капацитет на товара върху времето за установяване; C, D – изследване на комутационните цикли на работа и пауза.



Фиг.4 Преходен процес на нагряване – сравнение между изчислителна процедура и експеримент.
1, 2 – нагревател и товар от СДУ, реализирана в MatLab; 3 – експеримент;
t_1 – разлика във времето за нагряване.

Функционален блок PID регулатор DC [6,7,8]: той се изразява като сума от стойностите на пропорционалното YP, интегралното YI и диференциалното YD звено.

Параметрите на трите звена се определят от изчислителната процедура и се въвеждат в софтуера [6], който използва уравнения:

(1) $$Y_{(n)} = YP_{(n)} + YI_{(n)} + YD_{(n)}$$

$$YP_{(n)} = Kp.\left(Xs_{(n)} - Xi_{(n)}\right)$$

$$(2)\quad YI_{(n)} = Kp.\frac{Tc}{Tn}.\left(Xs_{(n)} - Xi_{(n)}\right) + YI(n-1)$$

$$YD_{(n)} = Kp.\frac{Tv}{Tc}.\left(Xi_{(n-1)} - Xi_{(n)}\right)$$

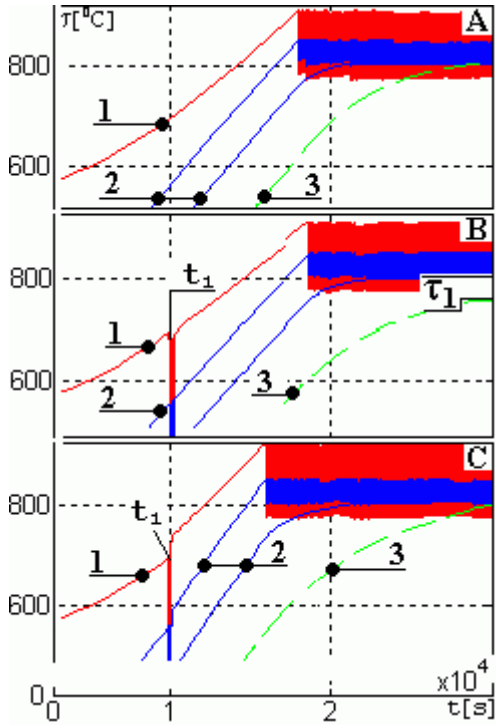
Описанието на регулатора в модела, изграден чрез СДУ [1,5], според синтаксиса на MatLab има аналогичен вид:

Листинг 1:

```
ki=0.0006;
% коефициент на интегралното звено
kp=3;
% коефициент на пропорционалното звено
kd=0.2;
% коефициент на диференциалното звено
Tzad=500;
% температура на регулиране
dt=0.1;  % стъпка на интегриране
Pr=(kp*(Tzad-Tk))/Tzad;
% уравнение на пропорционалното звено
In=(ki*(temp1+(Tzad-Tk)*dt));
% уравнение на интегралното звено
Di=(kd*(Tk-temp1)/dt));
% уравнение на диференциалното звено
temp1=Tk; % Tk – текуща температура,
% temp 1 – временна променлива – температура на предната итерация
Q=(Pr+Di+In)*(Tzad); % мощност
```

Листинг 1 е съставен и експериментално изследван чрез управление на среднотемпературна пещ, управлявана чрез програмируемо реле Easy822DC-TC. Преходният процес е показан на фиг.4. Параметрите на модела са: температура 500°C и време за установяване 90 минути. Експериментално желаната температура се получава за 87 минути. Трябва да се отбележи, че този резултат е приемлив, но той се получава след първоначална корекция на СДУ и PLC програмата по експериментални данни. Съставеният модел може да бъде използван и за описаните неноминални режими на работа.

Функционален блок широчинно импулсна модулация PW [6]: Характерно за използваната гама програмируеми апарати е, че те притежават два функционални модула PW. При необходимост от няколко изхода за независимо управление на отделни части от пещта – нагреватели на под, стени и таван, могат да се използват два или повече апарата.



Фиг.5. Симулация на процеса на нагряване при дефектирал нагревател. А – процес на нагряване при изправна пещ; В – дефектиране на нагревател в момент t_1;
С – компенсация на процеса чрез системата за регулиране.

Фиг.5А показва преходен процес на разгряване на среднотемпературна пещ, както следва: 1 – температура на нагревателя; 2,3 – слоеве и център на товара. Изчислителната процедура позволява да се реализира авариен процес на дефектирал нагревател – фиг.5В – момент t_1. Спадът на инсталираната мощност води до забавен процес на установяване и температурна разлика τ_1. Необходимата корекция е показана на

фиг.5С. Апаратно, проблемът се решава чрез блок АЦП (фиг. 2) и контрол на тока през нагревателите – датчици D1-D5.

III. ИЗВОДИ

Програмното осигуряване на PLC, за управление на конкретна електротермична установка, е възможно да се състави по данни от изчислителна процедура на математичен модел. По този начин се анализира системата пещ-товар в зависимост от топлотехническите и параметри. Дава възможност за анализ на номинални и аварийни режими на работа и отработването им с цел осигуряване на желан технологичен процес. По този начин е възможно да се решат редица технологични проблеми, настъпващи в процеса на работа: дефектиране или повишаване на съпротивлението на нагревател и др.

Предложеният подход на работа не изисква употреба на класическите методи за работа с пещни терморегулатори, което го прави приложен на практическо ниво.

Авторски разработки, по предложените в статията въпроси, са достъпни на [10,11].

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Димитров Б. Относно анализа на изчислителния процес за един математически модел на съпротивителни електропещи. Списание “Електротехника и Електроника” 2005 78-83 стр.
[2]. Димитров Б, Тахрилов. Х. Съпоставка на числените методи за решаване на преходни процеси в съпротивителна електропещ. Списание “Електротехника и Електроника” 2005 26-31 стр.
[3]. Димитров Б, Тахрилов Х. Модел на управление на съпротивителни електропещи. Годишник ТУ Варна 2006 7-12 стр.
[4]. Димитров Б, Тахрилов Х. Относно моделирането на преходни процеси в съпротивителна електропещ при непрекъснато регулиране. Годишник ТУ Варна 2006 13-18 стр.
[5]. Тахрилов Х. Димитров Б Проектиране, моделиране и оптимизация на електросъпротивителни пещи. ТУ Варна 2009.
[6]. Документация към програма Easy Soft Pro.
[7]. http://www.moeller.net/
[8]. http://www.moeller.bg/
[9]. http://w1.siemens.com/entry/cc/en/
[10]. http://processmodeling.org/
[11]. http://processmodeling.org/theory/ electronics/plc.html
[12]. http://matlab.com

За контакти:
гл. ас. д-р инж. Борислав Христов Димитров – преподавател в катедра “Електротехника и Електротехнологии“, ТУ–Варна (836Е, тел 383 323). Работи в областите на електротехнологии, електрически апарати, системи за управление на термични процеси в съпротивителни и индукционни пещи.
E-mail: bdimitrov@processmodeling.org

Рецензент: доц. д-р. инж. Христофор Тахрилов.

УЧЕБНА ПЛАТФОРМА ЗА ПРОЕКТИРАНЕ И МОДЕЛИРАНЕ NI ELVIS II

EDUCATIONAL DESIGN AND PROTOTYPING PLATFORM NI ELVIS II

Венцислав Драганов, Златко Станчев, Борислав Найденов, Розалина Димова

Резюме: В публикацията е представена интегрираната система за лабораторни изследвания NI ELVIS II, използвана в учебния процес в катедра Съобщителна техника при ТУ - Варна. Разгледани са съставните модули на образователната платформата, използвания симулационен софтуер и програмната графична среда. Посочено е приложението на NI ELVIS II в образователния процес. Описани са хардуерните особености на системата и софтуерните функционални блокове.
Ключови думи: образователна лаборатория, виртуални инструменти, симулационен софтуер, учебна платформа.

Abstract: In article an integrated system for laboratory research NI ELVIS is presented. It utilized in study process in department Communication technique in TU - Varna. Composed modules of educational platform, utilized simulated software and graphic program environment are observed. Application of NI ELVIS II in education is given. Hardware special feature of system and software functional parts are described.
Keywords: Educational design and prototyping platform, virtual instruments, simulation software.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

NI ELVIS II (Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite) е водеща система, използвана успешно в образователния процес, а така също прилагана и за научни изследвания. Тя представлява учебна платформа за проектиране и моделиране (фиг. 1), състоящата се от комбинация от три системи [1].

Фиг. 1. Учебна платформа NI ELVIS II

Тази платформа предоставя интеграция на NI ELVIS II със софтуерните продукти Multisim 10.1 и LabVIEW, като дава практическа насоченост на учебния процес и позволява обучение по редица технически дисциплини - схемотехника, моделиране, симулация, проектиране на системи и др. Поради това, че системата е LabWIEW базирана, тя осигурява гъвкавостта, необходима за осигуряване на събиране на практически данни, както и възможността за създаване на прототипи.

Системата е подходяща за академична работа с обучаеми от начални нива до най-напреднали.

Работната станция NI ELVIS взаимодейства посредством NI LabVIEW софтуер и устройства на National Instruments за получаване на данни (DAQ – Date Acquisition), чрез които се измерват и предават сигнали [2].

II. АНАЛИЗ

1. Платформа на NI ELVIS II.

Платформата на NI ELVIS II включва:

- Инструментариум от общо 12, най-често използвани измервателни уреди, интегрирани в една компактна и надеждна платформа: осцилоскоп (Scope), цифров мултимер (DMM), динамичен спектрален анализатор (DSA), функционален генератор (FG), източник на регулируеми захранващи напрежения (Variable Power Supplies), анализатор на АЧХ и ФЧХ (Bode analyzer), Генератор на сигнали с произволна форма (Arbitrary Waveform

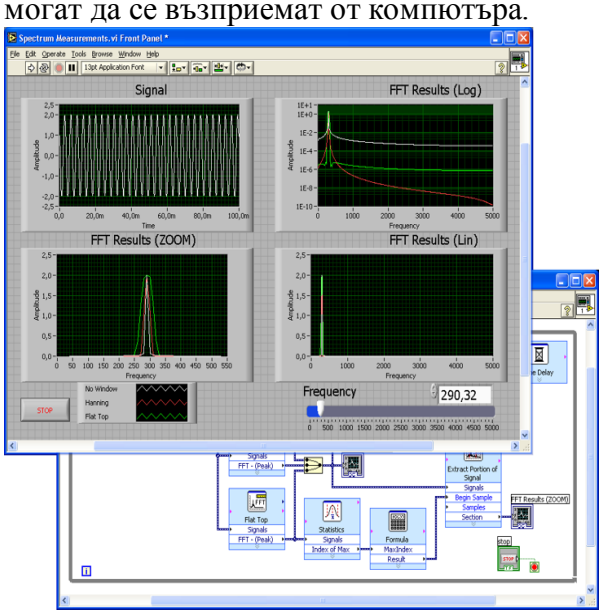
Generator -ARB), Волт-амперен анализатор (Current-Voltage Analyzers) с 2 – проводна и 3 – проводна връзка, Цифров генератор и регистратор на кодови последователности (digital reader/writer) и импедансен анализатор (Impedance Analyzer).

- Симулационен софтуер NI Multisim - ELVIS II е тясно интегриран със софтуера Multisim 10.1 – лидер в областта на проектирането и симулацията на електронни схеми. Студентите могат да симулират действието на електрически схеми чрез софтуера Multisim, да ги проектират с помощта на ELVIS II и изследват симулационния модел заедно с реални измервания, благодарение на LabVIEW. Multisim 10.1 позволява 3D моделиране и редица допълнителни възможности, които позволяват интерактивно обучение.

- Пълна интеграция с отворената графичната програмна среда LabVIEW (фиг.2). Поради своята широко диапазонност и гъвкавост, модулен принцип и леснота при програмирането, LabVIEW се е превърнала в избран език за лабораторно използване в най-добрите световни университети. Софтуера LAbVIEW е графична програмна среда позволяваща дори инженери и научни работници, които нямат познания като програмисти да създават лесно и бързо потребителски програми за обработка, визуализация и запис на измерените данни [3].

LabVIEW използва модулност и отворена архитектура за да създаде необходимите виртуални инструменти (VIs - Virtual Instruments) за лабораторните приложения. Посредством приложния програмен интерфейс (API) може да се променя или подобрява функционалността на включените VIs посредством модифициране на LabView средата за създаване на собствени VIs [2].

-Система за получаване на данни (DAQ). Предназначението на DAQ системата е да улавя и анализира някои физични величини, като светлина, температура, налягане, напрежение и др.. За целта е необходим приемо-предавател или датчик за отчитане на измерваната физична величина. Този приемо-предавател се свързва с DAQ системата, която преобразува сигналите така, че да могат да се възприемат от компютъра.



Фиг.2. Графична програмна среда LabVIEW

Към входовете на тези системи могат да се включват датчици, сензори или други външни електронни устройства и да се измерват техните показания с цел автоматизиране процеса на събиране, обработка и анализ на получените данни и тяхното архивиране. Типичният модул за DAQ има аналогови входове за измерване на електрически сигнали и аналогови изходи за генериране на управляващи въздействия, посредством които се управлява механичните системи или се осигуряват сигнали за управление на системите с оглед измерване на отговора. Многофункционалните устройствата за DAQ имат и цифрови входове и изходи с които управляват и четат състоянията на Булеви устройства. Броячни входно/изходни линии управляват и измерват времената на процеси необходими за DAQ системата.

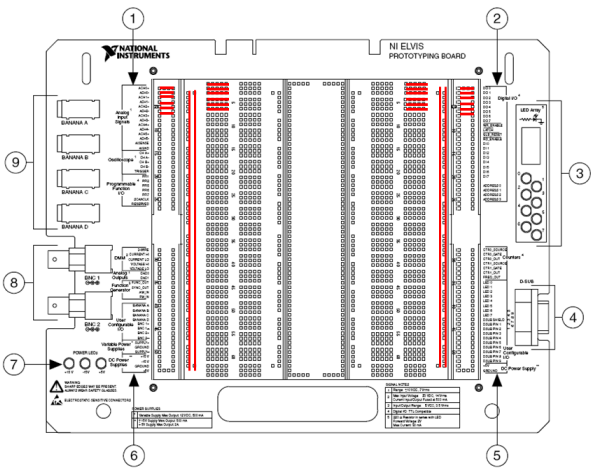
Същността на устройството за DAQ е аналогово-цифров преобразовател (АЦП) и цифрово-аналогов преобразовател (ЦАП). Връзката на АЦП с аналоговите входове е посредством мултиплексор.

Модула за DAQ има най-малко 8 цифрови входно/изходни линии.

С помощта на системата могат да се измерват следните електрически и физични величини: ток, напрежение, съпротивление, честота, температура, налягане, шум, вибрации и др.

2.Хардуерни компоненти.

Хардуерната част на платформата се състои от конзола и прототипна платка. В конзолната част са вградени съответните конектори за присъединяване на сигналите, генерирани от софтуерните инструменти към прототипната платка. Върху развойната платка (фиг.3) е разположено монтажно поле. Изведени са следните входове и изходи на платката:



Фиг.3. Развойна платка

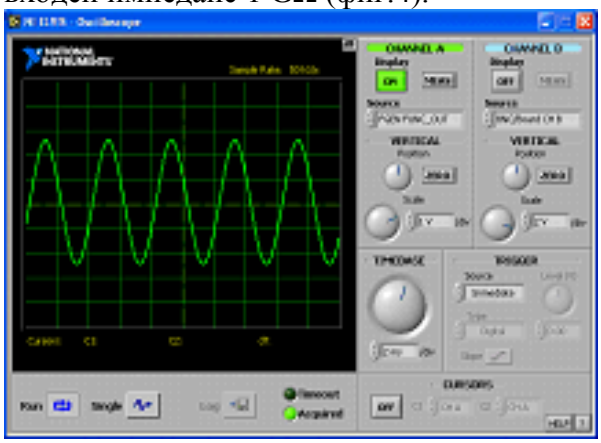
1. Вход за аналогови сигнали (Analog Input Signals - AI), осцилоскоп, вход / изход за програмируеми сигнали (Programmable Function I/O Signal Rows);
2. Цифрови вход / изход;
3. Диодна индикация;
4. D – SUB конектор;
5. Брояч/таймер, потребителско – конфигурируеми вход/изход и постояннотокови захранващи напрежения;
6. Изход за аналогови сигнали (Analog Output Signals - AO), DMM, променливо- и постоянно-токови захранващи напрежения и потребителско – конфигурируеми вход/изход;
7. Индикация за захранващо напрежение;
8. BNC съединители;
9. Съединители тип Banana.

3.Софтуерни инструменти.

Виртуални инструменти (VIs), базирани на LabVIEW графичната система, изпълняват функции, аналогични на традиционните измервателни инструменти. По този начин се осъществява фундаментален преход от традиционните хардуерно ориентирани инструментални системи към софтуерно ориентирани, използващи компютърната мощ, продуктивност и възможности за визуализация.

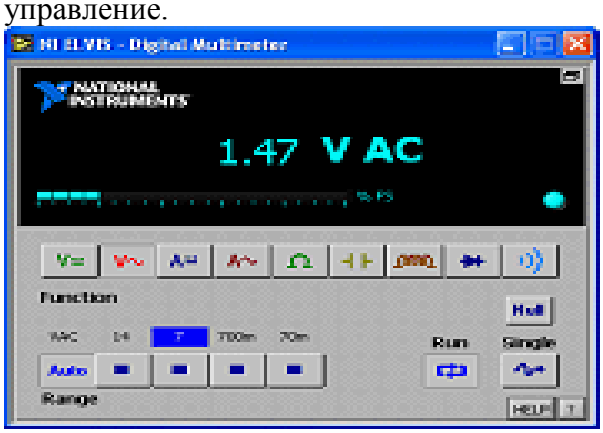
Софтуерно базирани устройства:

- Двуканален осцилоскоп, с честотен обхват до 50 kHz, чувствителност 100mV ÷ 10V; разрешаваща способност 12 ÷ 16 bit, входен импеданс 1 GΩ (фиг.4).



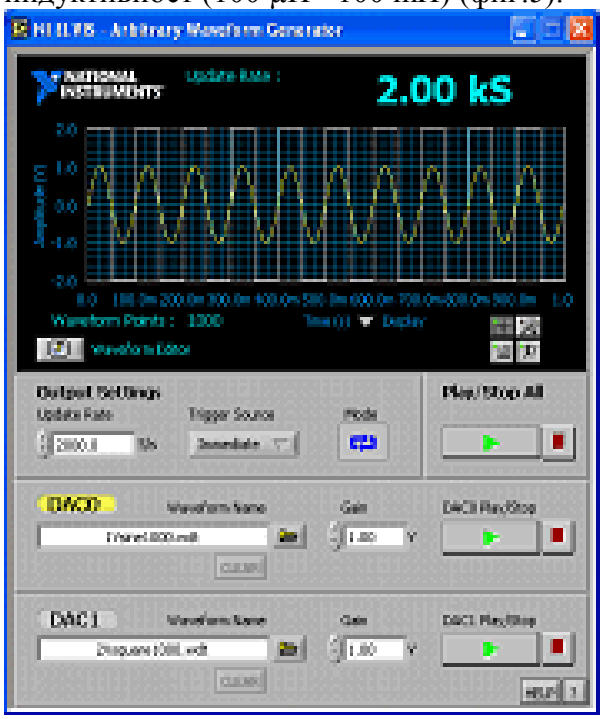
Фиг. 4. Двуканален осцилоскоп

- Функционален генератор – генерира синусоидално, правоъгълно и триъгълно напрежение, с честота 5Hz ÷ 250kHz в 5 обхвата, с амплитуда ±2.5 V, с отместване ±5.0 V, с възможности за работа като вобел генератор, AM / FM модулация; с ръчно и автоматично управление.



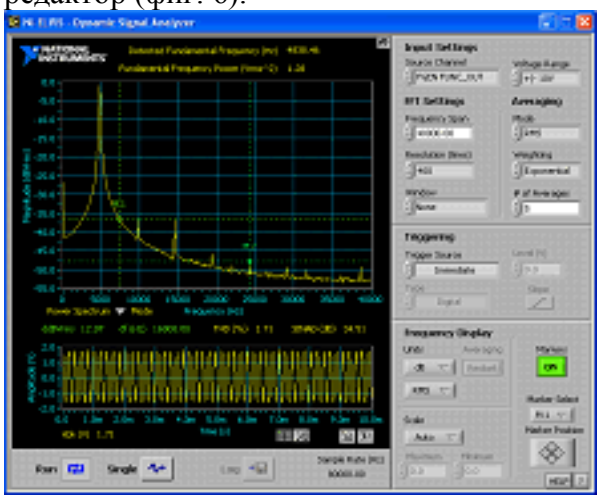
Фиг. 5. Цифров мултиметър

- Цифров мултиметър (Digital Multime-ter - DMM) – за измерване на AC/DC напрежение (DC ±20V, AC ±14Vrms) и ток (250mA), съпротивление (5Ω ÷ 3MΩ), капацитет (50pF - 500μF) и индуктивност (100 μH - 100 mH) (фиг.5).



Фиг. 6. Генератор на сигнали с произволна форма

- Генератор на сигнали с произволна форма (Arbitrary Waveform Generator - ARB) – генерира сигнали с периодична, хармонична форма, модулирани и др., както и сигнали, създадени с вградения редактор (фиг. 6).



Фиг. 7. Динамичен спектрален анализатор

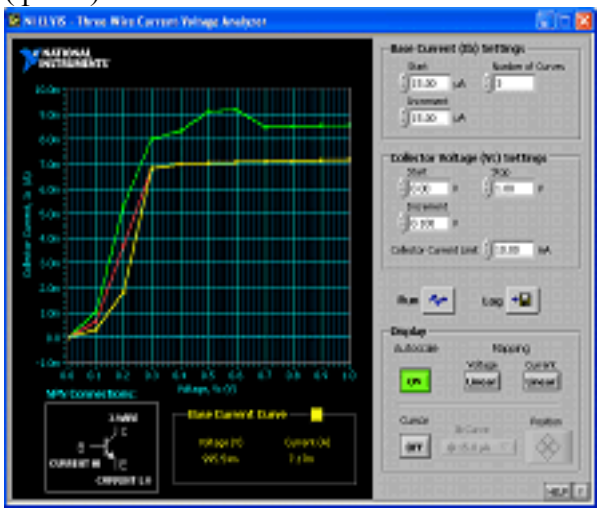
- Източник на регулируеми захранващи напрежения (Variable Power Supplies): 5 V, ±15 V, 0÷12 V и -12÷0 V.

- Динамичен спектрален анализатор (Dynamic Signal Analyzer DSA) – Използва разширените функционални анализи на LabVIEW за построяване на спектрални характеристики (фиг. 7).

- Импедансен анализатор (Impedance Analyzer) – Позволява анализи в честотния диапазон (5 – 35) kHz.

- Анализатор на амплитудно-честотна характеристика (АЧХ) и фазо-честотна характеристика (ФЧХ) (Bode analyzer) –в диапазона от (5 – 35) kHz.

- Волт-амперен анализатор (Current-Voltage Analyzers) – позволява изобразяване и анализ на волт-амперни характеристики на диоди, при дву-проводна връзка, както и изчертаване на характеристики на маломощни нисковолтови биполярни и полеви транзистори, при три-проводна връзка (фиг.8).



Фиг. 8. Волт-амперен анализатор

- Цифров генератор (Digital Writer) и регистратор (Digital Reader) на кодови последователности (digital reader/writer) за анализ на цифрови схеми и осигуряване на контролни сигнали към реализирани схемни решения на прототипната платка. Цифровият генератор осигурява възможността входната стойност да се записва в двоичен, десетичен и шестнадесетичен код.

4. Приложение на NI ELVIS в учебния процес.

Обучението с NI ELVIS е в следните области: схемотехника, измерване и обработка на сигнали, телекомуникации,

моделиране, симулация, проектиране на системи, задвижване, дизайн и др. Инструментариума на NI ELVIS позволява на преподавателя да създава специфични инструменти и да ги използва в процеса на измерване.

Процесът на развойната дейност с използване на NI ELVIS включва:

- Теоретична постановка
- Проектиране и симулиране на разработената принципна схема
- Свързване на компонентите върху развойната платка с измервателните уреди и изследване на реализираното устройство
- Създаване на модел от получените симулационни и практически резултати.

В областта на телекомуникациите NI ELVIS II се използва в съчетание с макета на блоков принцип Emona [5]. С помощта на Emona се дава възможност да се провеждат учебни занятия, в които се разглеждат оптично-влакнести концепции и основни въпроси от телекомуникационните принципи. За целта е необходимо да се използва учебния модул DATEx, който се свързва към NI ELVIS. Той се състои от над 20 схемни блока, осигуряващи основните комуникационни функции. Чрез този модул се представят схеми, генериращи аналогова и цифрова модулация, реализиращи дискретизация и други подобни въпроси свързани с комуникационните системи. DATEx дава на преподавателите изключителна възможност за обучение на студентите с помощта на изграждани от самите тях функционални връзки между разнообразни модули, генериращи използвани в телекомуникациите сигнали. С DATEx обучаемите могат да изградят реална комуникационна хардуерна система, посредством мостово свързване с външни проводници. С помощта на модула FOTEx се дава подобна възможност за обучение на влакнесто-оптичните концепции, предаването на сигнали, затихване и загуба на сигнали. Чрез него се представят импулсно-кодова модулация, линийно кодиране, дискретизация и квантуване, битова регенерация, множествен достъп с времеделене. След изграждането на веригите, студентите могат да генерират сигнали, да приложат възможностите за измерване на софтуерната системата LabVIEW и да изследват системата с NI ELVIS. Комплектите DATEx и FOTEx включват подготвените лабораторни упражнения, които ангажират обучаемите с практически упражнения и подпомагат възприемането и усвояването на тези сложни теми.

III. ИЗВОДИ

Учебната платформа NI ELVIS е разработена да посрещне нуждите на преподаватели и студенти, като осигурява гъвкава и лесна за работа развойна среда. Посредством използването на NI ELVIS в учебния процес ще може да се осигури на студентите цялостен подход, започващ от постигането на теоретични познания, до тяхното реално практикуване. NI ELVIS е подходяща за обучение на студенти в областта на телекомуникациите.

Този доклад е разработен в рамките на научно-изследователски проект №9/2009 „Развойна система за проектиране, симулация, измерване и обработка на сигнали в схеми, използвани в телекомуникациите”, МОН, ТУ-Варна.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. http://www.ni.com/nielvis/.
[2]. http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/3711
[3]. http://ni.metrisys.bg
[4]. Paton B., Introduction to NI ELVIS. NI ELVIS II, Multisim, and LabVIEW, Dalhousie University, 2009.
[5]. http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/7159

За контакти:

инж. Розалина Димова, доцент д-р в катедра ”Съобщителна техника” при ФЕ на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 405Е
e-mail: rdim@abv.bg
инж. Венцислав Драганов, гл. ас. д-р. в катедра ”Съобщителна техника” при ФЕ на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 411Е
инж. Борислав Найденов, гл. ас. д-р. в катедра ”Съобщителна техника” при ФЕ на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1, 311Е
e-mail: borna@abv.bg

Рецензент: доц. д-р инж. Васил Къдрев

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТУРБО КОДОВЕ

INVESTIGATION INTO TURBO CODES

Борислав Найденов

Резюме: В доклада са разгледани основните недостатъци на шумоустойчивото кодиране до появата на турбо кодовете. Описани са особеностите на типичен комуникационен приемник с мек вход и твърд изход и необходимостта от мек вход и мек изход при турбо кодерите. Представени са основните зависимости за определяне на метрика на състоянието и метрика на клоните, използвани при паралелна схема на турбо кодиране. Представени са резултати от изследване на турбо кодиране, представляващи основни зависимости за вероятността за битова грешка при изменящо се отношение сигнал/шум.

Ключови думи: алгоритъм на максимално правдоподобие, битова грешка, метрика, турбо кодове

Abstract: In this article the main points in noise coding are discussed until turbo codes appeared. The typicalness of communication receiver with soft way in and hard way out and the necessity of soft way in and soft way out into turbo coding are described. The main dependences of define the state metrics and branch metric are presented, which are used in parallel turbo codes circuits. The results of investigation into turbo coding are presented. They are the main dependences between probability of bit error rate and signal/noise altered ratio.

Keywords: bit error rate, maximum a posteriori algorithm, metrics, turbo codes

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Процесът на шумоустойчиво кодиране заема важно място в съвременните комуникациите. При него се извършва преобразуване на сигналите във вид подходящ за приложението, за което са предназначени и се осигурява по-висока надеждност при предаването на информацията през комуникационния канал в условия на съществуващи смущения от различен характер. Едновременно с бурното развитието на информационните технологии, се наблюдава непрекъснато разработване на нови методи и подходи в теорията на кодиране, което води до подобряване на вероятностните характеристики за правилно приемане на предадената информация. Кодовете се усъвършенстват и специализират в зависимост от конкретните особености, съществуващи в информационната среда, както и от задачите които трябва да изпълняват.

Известни са няколко основни недостатъка на блоковите кодове. Един от тези недостатъци е внасяното забавяне при предаване на информацията, както и необходимост от прецизна синхронизация на рамките и сложност при реализиране на меко декодиране. Тези недостатъци на блоковите кодовете се преодоляват чрез по-различен подход – чрез конволюционните кодове. При тях данните могат да бъдат едновременно кодирани и декодирани без значително забавяне на сигнала. След разработването на алгоритъма на Витерби за конволюционно кодиране е започнало и масовото приложение на тези кодери в комуникациите.

Ключов недостатък при конволюционните кодове е тяхната податливост към изпускане на грешки. Тази слабост може да бъде смекчена чрез използване на редуващо устройство. Редуващо устройство размества реда на информационните битове и по този начин прави внесените канални грешки независими за декодера. Всички цифрови клетъчни стандарти от второ поколение използват някаква форма на блок-редуване.

II. АНАЛИЗ

Преди появата на турбо кодовете, най-добра конструкция са притежавали серийните свързани кодове, основаващи се на външен Reed-Solomon код за корекция на грешки, комбиниран с вътрешен конволюционен код с Витерби декодер [1].

Като широко използвани в настоящия етап, следствие на получаваните добри характеристики на шумоустойчивост, може да се посочат турбо кодовете. Те са паралелно свързани конструкции. Първото представяне на тези кодове на научен форум става със решение, при което описаната схема достига вероятност за поява на грешка 10^{-5} при степен на кодиране ½ и модулация BPSK в канал с адитивен бял Гаусов шум (AWGN - additive white Gaussian noise) с отношение сигнал/шум $E_в/N_0$ равно на 0,7 dB.

Характерно за кода е, че се образува посредством комбинирането на два или повече съставни кодове, работещи с различни варианти на разместване на една и съща информационна последователност. Един от тези съставни кодове се формира с помощта на конволюционно кодиране. Това кодиране се реализира в началото на съставния кодер и съответно като изходно декодиране. Известно е, че при самостоятелното използване на конволюционните кодиращи и декодиращи устройства не се наблюдава значително преимущество при използването на мека схема на декодиране в сравнение с твърдата схема на декодиране. За комуникационен канал с AWGN при използване на осем нива на квантоване в сравнение с две нива на квантоване, се наблюдават резултати, даващи 2 dB подобрение на необходимото отношение сигнал/шум [1]. Въпреки тази не голямата разлика в отношението сигнал/шум, мекото декодиране намира приложение при конволюционните схеми работещи с алгоритъма на Витерби, следствие на ниската степен на сложност.

За система с два съставни кода, каквато е концепцията лежаща в основата на турбо кодирането, се задава мека схема на приемане на решение на изхода на единия декодер към входа на другия съставен декодер и с помощта на обратна връзка се осигурява повтарянето на тази процедура до тогава, докато не бъде получено надеждно решение. За по-добро използване на информацията получена от всеки съставен декодер, алгоритъма за декодиране трябва да приеме на първо място схема за меко декодиране.

На финалния етап на декодиране в каскодната схема се дава твърдо декодиране на битовете или в общия случай на декодираните символи.

В типичния комуникационен приемник демодулатора често се разработва за избор на решение по меката схема, като след това бива предадено на декодера. Такъв декодер следва да се нарича декодер с мек вход и твърд изход, доколкото процеса на крайно декодиране трябва да завършва с решение за наличието или отсъствието на бит, което представлява твърда схема на решение. В турбо кодовете, където се използват два или няколко съставни кода и при декодирането се извършва включване на изхода на единия декодер към входа на другия, декодера с твърд изход е нежелателен за да може да се поддържа итерация. Твърдата схема в декодирането намалява производителността и точността на системата в сравнение с меката схема. Следователно за реализацията на турбо декодирането е необходим декодер с мек вход и мек изход. По време на първата итерация на такъв декодер, се допуска че входните данни са равновероятни, което дава началното априорно значение на отношението на функцията на правдоподобие (LLR – log-likelihood ratio) $L(d) = 0$ за априорното LLR на битовете данни *d*. Каналното значение на LLR $L_c(x)$ се получава по пътя на определяне на логаритмичното отношение на величините за определени значения на измереното изходно напрежение на демодулатора и означено с *x*. l_1 и l_2 са априорните вероятности изходното напрежение на демодулатора да е със стойност *x* при предадена 1 и предадена съответно 0 по комуникационния канал. Изхода на декодера представлява оценката на отношението на функцията на правдоподобие $L(\hat{d})$ и се образува от LLR на детектора $L^{'}(\hat{d})$ и външната LLR на изхода на декодера $L_e(\hat{d})$ и представлява

сведение, получавано в процеса на декодиране. За итеративното турбо декодиране, полученото външното правдоподобие на изхода на декодера се подава обратно на входа на съставния декодер за обновяване на априорната вероятност на информацията в следващите итерации.

Процеса на декодиране на турбо кодовете започва с формиране на апостериорна вероятност за всички информационни битове, които ще се използват за изменение на значението на информационните битове в съответствие с принципа на максимална апостериорна (maximum a posteriori - MAP) вероятност на информационния бит. В хода на приемане на изкривена последователност от кодираните битове се осъществява по схема на приемане на решения, основана на стойностите на апостериорните вероятности, и алгоритъма MAP за определяне на най-вероятния информационен бит, който трябва да бъде предаден за времето на преминаване на бита.

При турбо кодирането с MAP алгоритъм е необходимо е да се определи метрика на състоянията и метрика на клоните. Първия множител от дясната част на уравнението (1) се явява права метрика за състоянията за момента k и състоянията m и се обозначава като α_k^m [2], [4].

$$\lambda_k^{i,m} = P(R_1^{k-1}\left|d_k = i, S_k = m, R_k^N\right.)\times$$
$$\times P(R_{k+1}^N\left|d_k = i, S_k = m, R_k\right.)\times \quad , \quad (1)$$
$$\times P(d_k = i, S_k = m, R_k)/P(R_1^N)$$

при това $R_k^N = \left\{R_k, R_{k+1}^N\right\}$. Уравнение (1) може да се препише, отделяйки вероятностните членове, внасящи дял в $\lambda_k^{i,m}$. Трите множителя от дясната част на уравнение (1) ще бъдат определени и описани като права метрика на състоянията, обратна метрика на състоянията и метрика на клоните.

Първият множител в израз (1) представлява правата метрика на състоянията за момента k и състояние m и се обозначава α_k^m. По такъв начин за $i = 1, 0$

$$P(R_1^{k-1}\left|d_k = 1, S_k = m, R_k^N\right.) =$$
$$= P(R_1^{k-1}(S_k = m)) \overset{def}{=} \alpha_k^m \quad (2).$$

Втория множител в дясната част на уравнението (1) представлява обратната метрика на състоянията β_k^m за момент от време k и състоянията m, определяна от следния израз [2]:

$$P(R_{k+1}^N\left|d_k = i, S_k = m, R_k\right.) =$$
$$= P(R_{k+1}^N\left|S_k = f(i,m)\right.) \overset{def}{=} \beta_{k+1}^{f(i,m)} \quad (3).$$

Тук $f(i,m)$ - е следващото състояние, определяно от входа i и състоянието m, а $\beta_{k+1}^{f(i,m)}$ - обратна метрика на състоянията в момента $k+1$ и състоянията $f(i,m)$.

Третия множител в дясната страна на уравнение (1) представлява метрика на клона (в състояние m, в момента от време k), която се означава с $\delta_k^{i,m}$. След това приемане може да се запише следното [1]:

$$P(d_k = i, S_k = m, R_k) \overset{def}{=} \delta_k^{i,m} \quad (4).$$

Поставянето на уравнения (2) – (4) в уравнение (1) дава следното изразяване на логаритмичното отношението на функцията на правдоподобие за к-тия бит данни:

$$L(\hat{d}_k) = \log\left[\frac{\sum_m \alpha_k^m \delta_k^{1,m} \beta_{k+1}^{f(1,m)}}{\sum_m \alpha_k^m \delta_k^{0,m} \beta_{k+1}^{f(0,m)}}\right] \quad (5),$$

където в общия случай, логаритъма се взема с основа e.

Използвайки уравнения (2) и (4) за опростяване на обозначенията в уравнение за определяне на правата метрика се получава следното:

$$\alpha_k^m = \sum_{j=0}^{1} \alpha_{k-1}^{b(j,m)} \delta_{k-1}^{j,b(j,m)} . \quad (6),$$

където $b(j,m)$ - това е състоянието по предишния клон, съответстващо на входа j, изходящо обратно по време от състоянието m. Уравнението (6) означава, че новата права метрика на състоянието m

в момента k се получава от сумирането на двете претеглени метрики на състоянията в момент $k-1$. Претеглянето включва метриката на клоните, свързани с преходите, съответстващи на информационните битове 1 и 0.

При определяне на обратната метрика на състоянията, използвайки приетите опростявания, се получава следното:

$$\beta_k^m = \sum_{j=0}^{1} \delta_k^{j,m} \beta_{k+1}^{f(j,m)} \qquad (7).$$

Уравнение (7) показва, че новата обратна метрика на състоянието m в момента k се получава по пътя на сумирането на двете претеглени метрики на състоянията в момента $k+1$. Претеглянето включва метриката на клоните, свързани с преходите, съответстващи на информационни битове 1 и 0. При представяне на метриката на клоните в по-прост вид се получава следното:

$$\delta_k^{i,m} = A_k \pi_k^i \exp\left[\frac{1}{\sigma^2}\left(x_k u_k^i + y_k v_k^{i,m}\right)\right] \qquad (8).$$

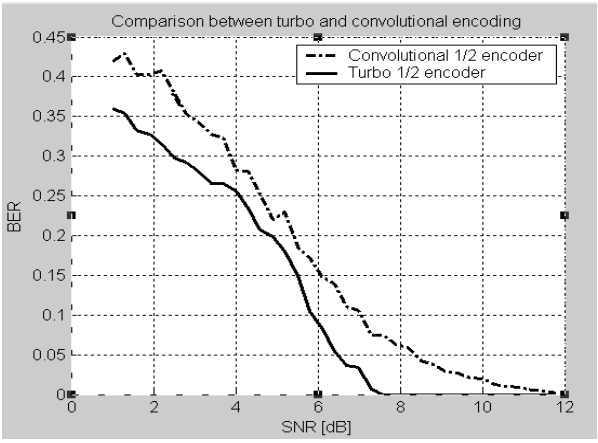
Тук u_k и v_k представляват предадените битове данни и битове за контрол по четност в биполярна форма. Параметъра u_k^i представлява данни, не зависещи от състоянието m, доколкото кода има памет.

На фиг.1 са представени получените от изследването на моделирани времеви процеси при предаване на данни вероятностните характеристики за поява на битова грешка в зависимост от нивото на сигнала към смущенията. В комуникационния канал са използвани турбо кодиращи алгоритми. За сравнение са представени и резултатите от моделиране на комуникационния канал с конволюционно кодиране [3]. Системата използва бинарна фазово превключваща модулация с AWGN и Релей фадинг. Използва се канално разместване за да се намали влиянието на фадинга и амплитудите на битовете да са независими от символ към символ. Степента на фадинг в канала е $f_d T_S = 0.01$. В симулирания модел, автокорелационната функция е дадена с израз (9) [5].

$$R(k) = \frac{1}{\pi f_d T_s} J_0(2\pi f_d T_s k) \qquad (9),$$

като $J_0(*)$ е Беселова функция от нулев порядък. Този модел се използва в симулациите за да се получат по-реалистични резултати, отколкото тези получени при експоненциална корелационна функция.

Степента на кодиране за конволюционния код е ½. Дължината на кодираната битова последователност е 1400 бита, като вероятностите за поява на 0 и 1 са равни. Резултатите са получени при предварително зададено съотношение в изследвания процес на нивото сигнал/ шум до 12 dB и стъпка на нарастване 0,3 dB.

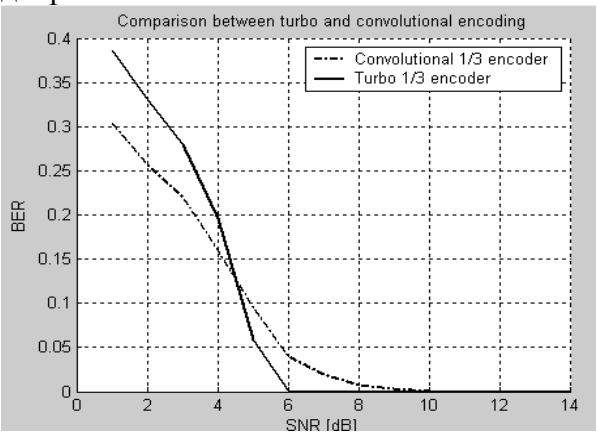


Фиг. 1. Вероятностни характеристики при сигнал/шум до 12 dB и нарастване 0,3 dB

На фиг.2 са представени вероятностните характеристики за поява на битова грешка в приеманата декодирана последователност при моделиране на конволюционно и турбо кодиране. Степента на кодиране за конволюционния код е 1/3, дължината на кодираната битова последователност, както и вероятностите за поява на 0 и 1 остават същите, както при моделирането, резултатите на което са представени на фиг.1. Промяна има в предварително зададено съотношението в изследвания процес на нивото сигнал/ шум до 14 dB, като стъпката на нарастване е 0,35 dB.

Алгоритъма за декодиране MAP е подобен алгоритъма на декодиране на

Витерби. В алгоритъма на Витерби, метриката на клоните се прибавя към метриките на състоянията. След това се сравняват и се избира минималното разстояние (максимално правдоподобие) за получаване на следващата метрика на състоянията. Този процес се нарича събиране, сравнение и избор (Add-Compare-Select – ACS). В алгоритъма MAP се изпълнява умножение, което в логаритмично представяне е събиране на метриките на състоянията и метриката на клоните. След това, вместо сравнение се осъществява тяхното сумиране за изчисляване на следващата права (обратна) метрика на състоянието. В алгоритъма на Витерби се осъществява търсене на най-вероятните последователности, следователно изпълнява се постоянно сравняване и подбор за това, за да се определи най-добрия път.



Фиг. 2. Вероятностни характеристики при сигнал/шум до 14 dB и нарастване 0,3 dB

В алгоритъма MAP се изпълнява търсене на правдоподобност или логаритмически правдоподобно число (в мека схема); следователно, за периода от време процеса използва всички метрики от всички възможни преходи, за да се получи пълна статистическа картина на информационните битове в дадения период от време. Ключова иновация при турбо кодовете е начина по който използват функция на правдоподобието на данните за да съгласуват разликите между двата декодера.

Хипотезите за бит образците се сравняват, и ако са различни, декодера променя произтичащата функция на правдоподобие, която имат за всеки бит в хипотезите. Всеки декодер включва произтичащата оценка на функция на правдоподобие от другия декодер за да получи нова хипотеза за битовете в полезния товар. След това те сравняват тези нови хипотези. Този итеративен процес продължава докато двата декодера достигат с една и съща хипотеза за *m*-тия бит образец от товара, обикновено от 15 до 18 цикъла.

III. ИЗВОДИ

От представената характеристика на фиг. 2 при скорост на конволюционния кодер 1/3 може да се заключи, че турбо кодера има по-голяма вероятност за грешка при ниско отношение сигнал/шум. При по-високо отношение сигнал/шум от 4,5 dB предимството е на страната на турбо кодера.

Във високоскоростните компютърни мрежи турбо кодовете се конкурират и биват изместени от линейния коригиращ код с ниска плътност на проверка на съответствието (LDPC – Low-Density Parity-check Code), който представлява интерес за последващи изследване.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Berrou C., Glavieux A., Thitimajshima P., "Near Shannon Limit Error-correcting Coding and Decoding: Turbo-codes", Geneva, Proceedings of IEEE International Communications Conference 1993, pp. 1064–1070.

[2] Sklar Bernard, “Digital Communications. Fundamentals and Applications”, second edition, Printice Hall, 2001.

[3] Coded Modulation Library, an open source library for simulating turbo codes in matlab, http://www.iterativesolutions.com/Matlab.htm

[4] Pietrobon S., “Implementation and Performance of Turbo/MAP Decoder.” Int’l J. Satellite Communication., vol.15, Jan-Feb 1998, pp. 23-46.

[5] Jakes W. C., *Mobile Microwave Communication,* New York: John Wiley & sons 1974.

За контакти:
инж. Борислав Найденов, гл. ас. д-р. в катедра ”Съобщителна техника” при ФЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 405Е
e-mail: borna@abv.bg

Рецензент: доц. д-р инж. Розалина Димова

МОДЕЛИ НА ЗАГУБИТЕ В НАНОКРИСТАЛНИ И ФЕРИТНИ МАТЕРИАЛИ ПРИ ПРАВОЪГЪЛНИ НАПРЕЖЕНИЯ

CORE LOSS MODELS FOR FERRITE AND NANOCRYSTALLINE MATERIALS WITH SQUARE WAVEFORMS

Георги Николов, Венцислав Вълчев

Резюме: Математическото моделиране на загубите в магнитните материали дава възможност да се ускори процеса на проектирането на магнитни компоненти. Предложени са два модела на загубите в едни от най-широко използваните в силовата електроника материала. Моделите позволяват изчисляване на загубите при правоъгълни напрежения и токове, каквито са най-често използвани в силовата електроника.
Ключови думи: Модел на загубите, Нанокристални материали, Феритни материали

Abstract: Modeling of the losses in magnetic materials accelerates the process of design of magnetic components. Two models are developed for the two of the most widely used magnetic materials in power electronics. The models allow calculation of losses for square voltages and currents which are most frequently used in power electronics.
Keywords: Core loss model, Nanocrystalline materials, Ferrite materials

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Математическото моделирането на магнитно меките материали (МММ) дава възможност да се предвидят техните свойства при различен набор от специфични условия. Това от своя страна води до възможността бързо и точно да се проектират магнитни компоненти. Чрез моделирането е възможно да се правят различни анализи и да се разгледат и проиграят много варианти на даден магнитен компонент, без да е нужно самият той да бъде практически реализиран. Това спестява средства и ценно време.

В електрониката и по-специално в силовата електроника най-широко използваните магнитно меки материали са феритите. Все по-често обаче се използват и нанокристални МММ. Двата материали корено се различават един от друг по начините им на производство, както и по физико-химичните им свойства. Структурата на нанокристалните МММ, както и факта, че те са представители на ламинираните магнитопроводи, води до наличието на два отделни математични модела. Единият приложим при ламинирани магнитопроводи (нанокристални), а другият приложим при не-ламинирани (феритни) [1].

II. МОДЕЛИРАНЕ НА ФЕРИТНИ МАТЕРИАЛИ

Най-известният метод за предвиждане на загубите на феритните материали е уравнението на Стейнмец (*Steinmetz*) [2].

$$P_{loss} = k f^{\alpha} \hat{B}^{\beta} \qquad (1)$$

където

$\hat{B}$ - амплитудната стойност на магнитната индукция;

P_{loss} - специфични загуби;

f - честотата на синусоидалното напрежение.

За най-често използваните феритни материали, $\alpha=1,2\div2$ и $\beta=2,3\div3$. Уравнението на Стейнмец е за синусоидално напрежение. При правоъгълно напрежение уравнението дава резултати с намалена точност, но въпреки всичко е добра апроксимация на загубите в МММ. При правоъгълно напрежение с коефициент на запълване 5% (или 95%) измерванията показват повече от двойно увеличени загуби в сравнение с резултатите получени от уравнение (1) [2].

За построяването на математичният модел е дефинирана работна област. Избрана е референта честота 100kHz и

референта магнитна индукция 0.1T. При тези условия може да се запише:

$$k(\alpha)=\frac{P_{ref}}{B_{ref}^{\beta}\, f_{ref}^{\alpha}} \qquad (2)$$

Коефициента β се изчислява при референтната честота, като се проведат измервани за три различни нива на магнитната индукция (0.05T, 0.10T, 0.15T). Коефициентът α се определя като се проведат две измервания съответно при 100kHz и при 250kHz (400kHz за пълна мостова схема):

$$\alpha=\frac{\ln\left(\frac{P_{core_400kHz_100mT}}{P_{core_400kHz_100mT}}\right)}{\ln(400/100)} \qquad (3)$$

$$\beta=\frac{\ln\left(\frac{P_{core_100kHz_150mT}}{P_{core_100kHz_50mT}}\right)}{\ln(150/50)} \qquad (4)$$

Втората честота е избрана да лежи между вторият и третият хармоник на референтната честота.

Таблица 1. Параметри използвани в модела за феритните материали

Материал	***k***	***α***	***β***
3F3	*0.0482*	*1.842*	*3.06*
N67	*0.1127*	*1.76*	*2.94*

При квазистатичен модел няма загуби на енергия когато B е константна. Загубите могат да се представят като площта на хистерезисният цикъл. Естествен подход да се включи и честотна зависимост е да се добави зависимост на загубите от dB/dt. В резултат е предложен следващият математичен модел наречен "Естествено Разширяване на уравнението на Стейнмец" („Natural Steinmetz Extension", "NSE"):

$$P_{NSE}=\left(\frac{\Delta B}{2}\right)^{\beta-\alpha}\frac{k_N}{T}\int_0^T\left|\frac{dB}{dt}\right|^{\alpha}dt \qquad (5)$$

където, коефициентите α и β се определят по описаният по-горе начин.

Уравнение (5) е в съгласие с (1) при синусоидално напрежение, ако k_N се дефинира по следният начин:

$$k_N=\frac{k}{(2\pi)^{\alpha-1}\int_0^{2\pi}|\cos\theta|^{\alpha}d\theta} \qquad (6)$$

При правоъгълно напрежение с коефициент на запълване D, уравнението (5) може да се опрости до следното (приложимо при полумостова схема на свързване):

$$P_{NSE}=k_N(2f)^{\alpha}\hat{B}^{\beta}\left(D^{1-\alpha}+(1-D)^{1-\alpha}\right) \qquad (7)$$

а при мостова схема на свързване:

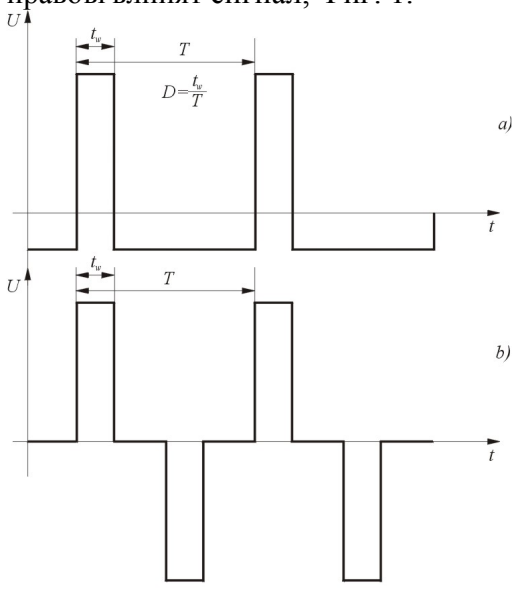
$$P_{NSE}=k_N(2f)^{\alpha}\hat{B}^{\beta}(2D^{1-\alpha}) \qquad (8)$$

където:

f е работната честота;

$\hat{B}$ - амплитудната стойност на магнитната индукция;

D - коефициент на запълване на правоъгълният сигнал, Фиг. 1.



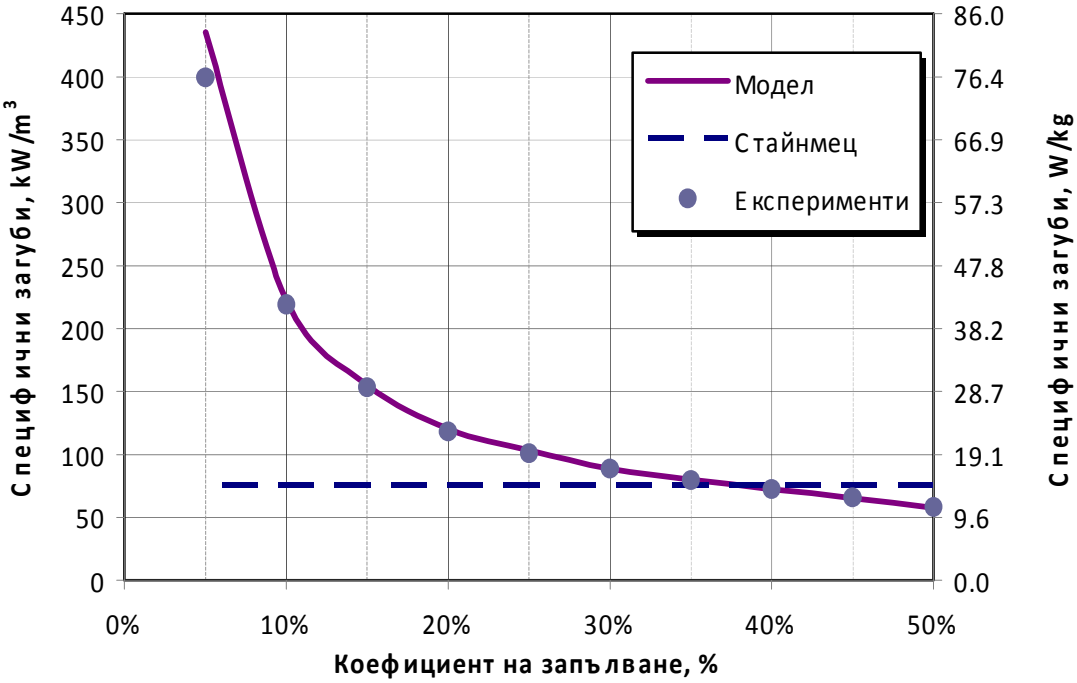
Фиг. 1 Коефициент на запълване – D за: а) полумостова схема на свързване; б) мостова схема на свързване

Всички проведени измервания са реализирани с тестовата установка описана в [4]. Използвани са два феритни и два нанокристални материала с различни форма и размери на магнитопровода - Таблица 2.

Таблица 2. Данни за опитните образци

Материал	***3F3***	***N67***	***FT-3M***	***Vitroperm 500F***
Магнитопровод	*ETD44*	*E42/21/15*	*F3CC0010*	*W516-02*
Производител	*Ferroxcube [5]*	*Epcos [6]*	*Hitachi Metals[7]*	*Vacuum-schmelze [8]*
Брой навивки (основна и измервателна намотки)	*5*	*5*	*5*	*5*
Проводници в паралел	*2*	*2*	*2*	*3*
Омично съпротивление на основната намотка, mΩ	*15.3*	*17.6*	*14.2*	*6.9*
Индуктивност, μH	*82.0*	*90.1*	*126.8*	*1316*
Ефективно сечение на магнитопровода, mm^2	*173*	*178*	*172*	*76*
Тегло на магнитопровода, гр	94	88	197	79
Обем на магнитопровода, mm^3	17800	17300	27000	10700

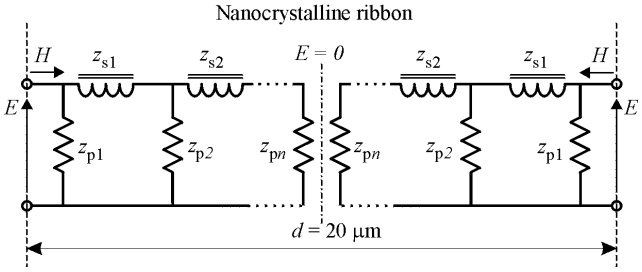
Фиг.2. Феритен материал 3F3(ETD44), в ляво и нанокристален Vitroperm 500F(W516-02), в дясно



Фиг.3. Специфични загуби за материал 3F3 при 100 kHz, 100°C, 0.1T във функция от коефициента на запълване D, при мостова схема на свързване; експерименталните данни са показани с кръгчета; the NSE е с плътна крива; уравнение на Стайнмец е с пунктирана линия.

III. ШИРОКОЧЕСТОТЕН МОДЕЛ ЗА НАНОКРИСТАЛНИ МАТЕРИЛИ

Широкочестотният модел на загубите в ламелите от нанокристален МММ е базиран на теорията на едномерна хомогенна предавателна линия (ПЛ) в честотната област. На Фиг.4 е показана реализацията чрез каскадно свързани π-звена с последователни и паралелни импеданси за единица дължина z_s и z_p съответно. Показани са две предавателни линии, започващи от левият и десният край на нанокристалната лента и завършващи в средата ѝ. Теорията за предавателните линии описва как електромагнитната вълна прониква в лентата. В средата на материала, двете вълни се срещат. Това означава, че енергия не може да премине през средата на лентата или, че векторът на Поинтинг е нула. Интензитетът на магнитното поле H в средата на лентата не е нула, но достига минимум, тъй като е редуциран от индуцирани токове, които текат главно покрай краищата на лентата. Изразите за комплексните импеданси z_s и z_p са резултат от уравненията за предавателната линия [1]:



Фиг.4 Дискретно представяне на широкочестотният модел на загубите в нанокристален материал. Всички *n* дискретни секции имат дължина *d/(2n)*

$$z_p = 1/(\sigma + j\omega\varepsilon) \approx 1/\sigma \qquad (9)$$

където

σ е проводимостта на МММ;

ε - диелектричната проницаемост.

Ефектът от диелектричната проницаемост се пренебрегва и z_p се преобразува в съпротивление. Изразът за z_s=j$\omega\mu$ се комбинира с импедансна функция за да може да опише загубите. Тези загуби са представени с константен ъгъл на загубите δ_h (в радиани) [9]:

$$z_s(j\omega) = j\omega\mu_h(j\omega) = \mu_{hr} \cdot [j\omega]^{1-2\delta_h/\pi} \qquad (10)$$

където

ω е кръговата честота;

μ_{hr} - референта магнитна проницаемост.

В резултат, z_s е собствена индуктивност с ъгъл на загуби. z_s е показан на Фиг.4 с двойна черта над символът. Уравнение (10) описва поведението на МММ в целият честотен диапазон само с два параметъра δ_h и μ_{hr}. Тези параметри са честотно независими; няма нужда от напасване на криви и уравнения в зависимост от честотата. Параметрите се взимат от каталожните данни на материала или се изчисляват от синусоидални измервания. Получените стойности са валидни и за правоъгълно напрежение.

Таблица 3. Използвани параметри на широкочестотния модел

Материал	Референта магнитна проницаемост	Ъгъл на загубите		Електрическа проводимост	Дебелина на лентата
	μ_{hr}	δ_h		σ	*d*
-	-	rad	°	MS/m	μm
Vitroperm 500F	128000	0.10	5.73	0,870	18.5
Finemet FT-3M	92000	0.04	2.29	0.833	20.0

Импедансната функция за магнитната проницаемост (10) е заместена в уравненията за предавателната линия [1] за дължина на линията *d/2* (половината от дебелината на ламелата). Импедансът за единица дължина $z_c = j\omega\mu_c$ на входа на линията е:

$$z_c(j\omega) = \frac{2}{d}\sqrt{\frac{\mu_{hr}\cdot[j\omega]^{1-\frac{2\delta_h}{\pi}}}{\sigma}}\tanh\left(\sqrt{\sigma\mu_{hr}\cdot[j\omega]^{1-\frac{2\delta_h}{\pi}}}\,\frac{d}{2}\right) \qquad (11)$$

Уравнение (11) се използва за

получаване на загубите в МММ материал.

$$P(D)=\left[A_e\,L_e\sum_{n=1}^{100}\left(\frac{V_{np}(D,n)}{2\pi f\,n\,A_e\,N}\right)^2\mathrm{Re}\left(\frac{\pi f\,n}{z_c(\mathrm{j}\omega)}\right)\right] \quad (12)$$

където

A_e е ефективното сечение на магнитният материал;

L_e – средната дължина на магнитната линия;

V_{np} – напрежението върху тествания образец;

D – коефициент на запълване;

N – брой навивки;

n – номер на хармоника;

f – работна честота.

За правоъгълно напрежение при полумостова схема може да се използва следния израз:

$$V_{np}(D,n)=\frac{2}{\pi n}V_{dc}(D)\left[\sin(D\pi n)\right] \quad (13)$$

и за мостова схема:

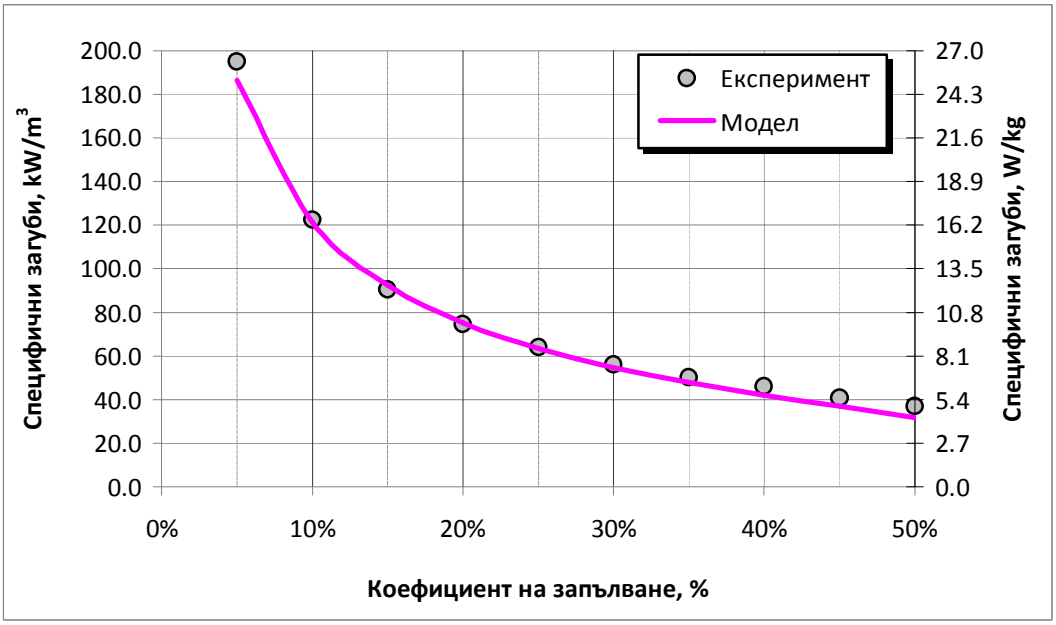
$$V_{np}(D,n)=\frac{2}{\pi n}V_{dc}(D)\left[2\sin\left(\frac{\pi}{2}n\right)\cos\left[(0.5-D)\pi n\right]\right] \quad (14)$$

Сумирането по този начин е позволено само за линейни материали. От хистерезисните цикли за нанокристалните материали се вижда, че при стойности на магнитната индукция достатъчно по-малка от индукцията на насищане, материалът се държи линейно. Уравнение (15) се използва за представяне на тока.

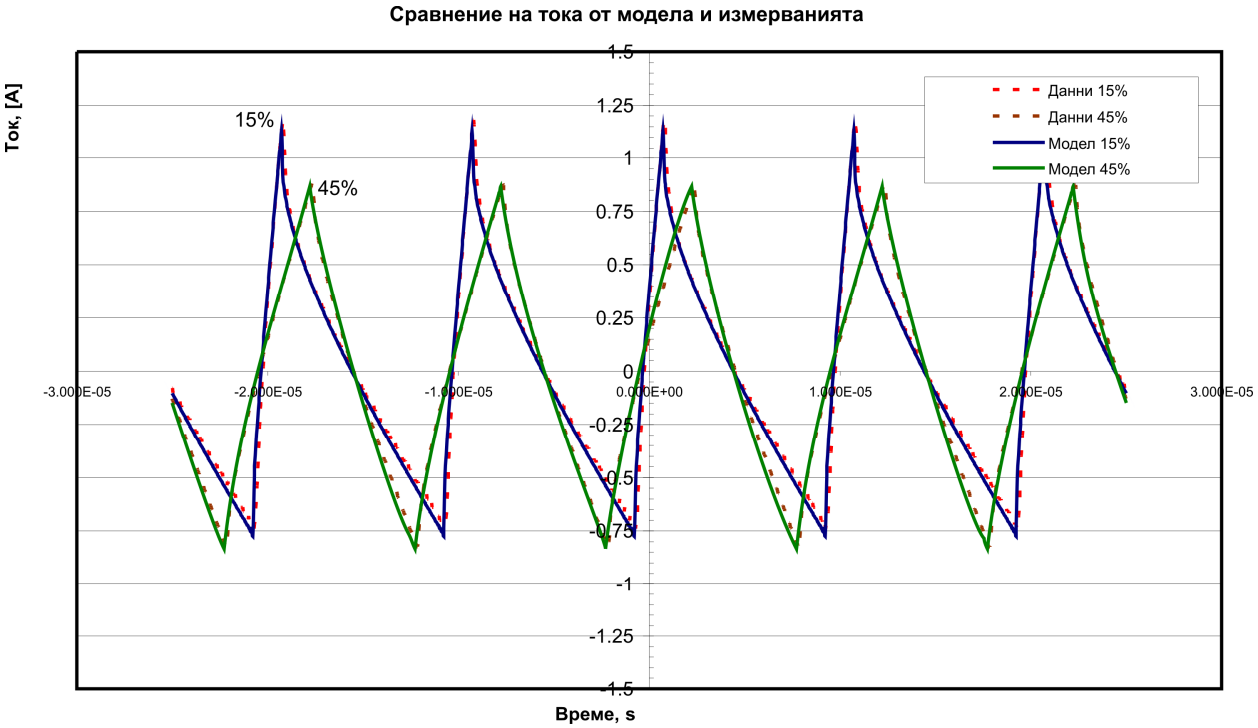
$$i(D,t)=\frac{1}{N}\mathrm{Re}\left[\sum_{n=1}^{100}\left(\frac{V_{np}(D,n)}{A_e\,N}\right)e^{(\mathrm{j}2\pi f\,nt)}\left(\frac{1}{z_c(\mathrm{j}\omega)}\right)\right] \quad (15)$$

На Фиг.5 е показана графика, сравняваща модела и експерименталните данни за материал Finemet FT-3M, магнитопровод F3CC0010 при температура 27°C, 100kHz, 0.1T, мостова схема.

Предложеният модел за нанокристалните МММ дава възможност освен да се предвиждат загубите, да се представят също така напрежението, тока и магнитната индукция. На Фиг.6 са показани формата на тока за две различни стойности на коефициента на запълване – 15% и 45%. С плътните линии са дадени моделите, а с пунктираната данните. Графиките са построени въз основа на данните получени от осцилоскопа и данните експортирани от MathCAD. Всяка крива е изградена от 2500 точки.



Фиг.5 Загуби за материал Vitroperm 500F, при 25°C, 100kHz, 0.1T, мостова схема



Фиг.6 Ток през намотката на тестваният образец - F3CC0010, 27°C, 100kHz, 0.1T, полумостова схема

IV. ИЗВОДИ

Моделирането на загубите на магнитните материали дава възможност да се предвидят загубите при различни условия без да е нужна физическа реализация на компонента. Предложени са два модела приложими при ламинирани нанокристални и феритни материали. Моделите показват отлично съвпадение спрямо експериментите въпреки малкият брой нужни параметри. Показани са уравнения приложими при различни форми на напрежението и тока.

Предложените модели са приложими при проектиране на магнитни компоненти за силовата електроника.

БЛАГОДАРНОСТИ

Докладът е разработен в рамките на Проект №21 „Повишаване на научния потенциал в областта на инженерните науки и информатиката”, Оперативна програма „Развитие на Човешките Ресурси”, МОН: BG051PO001/07/3.3-02.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Van den Bossche A., Valchev V.C.: Transformers and Inductors for Power Electronics, CRC Press, Boca Ration, FL, USA (2005).
[2] C. P. Steinmetz, ‘On the law of hysteresis’, AIEE Transactions, vol. 9, pp. 3-64, 1982, Reprinted under title ‘A Steinmetz contribution to the ac power revolution’, in Proceedings of IEEE, vol. 72,N2, 1984, pp.196-221.
[3] Alex Van den Bossche, Vencislav Valchev, Georgi Georgiev, ‘Ferrite Losses with Square Wave Voltage Waveforms’, Proceedings of OPTIM-04, Brasov, Romania, May 20–22, cd-rom.
[4] Valchev V., Nikolov, G, “ Advance set-up for high-frequency measurements of magnetic materials and components in electronics’ – ICEST09, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 2009.
[5] www.ferroxcube.com
[6] www.epcos.com
[7] http://www.hitachi-metals.co.jp/e/
[8] http://www.vacuumschmelze.de
[9] Van den Bossche A., Valchev V. C., De Wulf M.: Wide frequency complex permeability analytical function for linear magnetic materials, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Vol. 272 - 276 Vol.1, 2004, pp. 743-744.

За контакти:
инж. Георги Николов, докторант в Катедра ”Електроника и Микроелектроника” при ФЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 609Е

инж. Венцислав Вълчев, доцент д-р в Катедра ”Електроника и Микроелектроника” при ФЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 609Е

Рецензент:
проф. д-р инж. Димитър Юдов

ПОВИШАВАНЕ ТОЧНОСТТА И НАМАЛЯВАНЕ НА ВРЕМЕТО ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ ПРИ МАГНИТНО МЕКИ МАТЕРИАЛИ С ПОМОЩТА НА МАТЛАБ

INCREASING THE PRECISION AND REDUCING THE MEASUREMENT TIME FOR POWER LOSS MEASUREMENTS IN MAGNETIC MATERIALS BY USING MATLAB

Георги Николов

Резюме: Представени са възможности за използването на МАТЛАБ за допълнителна обработка на резултатите от измерването на загубите в магнитните материали осигуряващи редица преимущества. Освен намаляване на времето за обработка на данните и редуциране на грешките от преписване на данните от екрана на осцилоскопа, се повишава и точността на измерването. Употребата на МАТЛАБ позволява да се разширят стандартните възможностите на цифровите осцилоскопи като се добавят различни функции, като филтриране и умножение.
Ключови думи: Загуби в магнитни материали, Нанокристални материали, Феритни материали,

Abstract: Different approaches of using MATLAB are presented, by which several advantages are introduced. Beside reducing measurement time and decreasing the errors from coping the data from the oscilloscope screen, increasing the precision is also an improvement. The standard functions of the oscilloscope can be expanded and new ones can be introduced by using MATLAB.
Keywords: Core loss model, Nanocrystalline materials, Ferrite materials

I. ВЪВЕДЕНИЕ

МАТЛАБ е широко разпространен софтуер в инженерните среди, даващ възможност за решаване на редица проблеми. Употребата му при измерването на загубите в магнитните материали значително редуцира грешките, повишава точността и намалява времето нужно за едно измерване.

Измерването на загубите в магнитните материали е описано в [1] и [2]. Основният инструмент за тази цел е цифров запомнящ осцилоскоп. Съвременните цифрови осцилоскопи имат възможност да запаметят данните от едно измерване на външен носител (USB памет, карта памет, USB/RS-232 интерфейс). Създадените по този начин файлове дават възможност данните да се обработват по различни начини. Един от използваните осцилоскопи записва данните във формат *.csv*. Този файл лесно може да се отвори от МАТЛАБ или Ексел. По този начин могат да се проведат множество обработки на данните, който ги няма като функции в осцилоскопа – различни филтрирания, математически операции и др.

II. ИЗМЕРВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ В МАГНИТНИТЕ МАТЕРИАЛИ

Реализацията на някои от функциите се различава при различните осцилоскопи, което може да доведе до грешки. Пример за такава разлика с последваща грешка е функцията „умножение на каналите” при осцилоскоп TPS2014 [3]. След първоначално проведените измервания на загубите в магнитните материали с осцилоскоп Yokogawa DL1540, сравнението на получените данни с моделите [2] и [4] дават добро съвпадение. Не така стои въпроса след измерванията с осцилоскопа на Tektronix TPS2014. При различни условия се наблюдават доста големи различия (от 5% до над 100%) и несъвпадения спрямо модела и калориметричните измервания. Причината за грешка в TPS2014 е начина на умножение на данните. И двата осцилоскопа имат 8 битова разделителна способност по вертикалната ос. Недостатък на TPS2014 е, че след

умножението на две 8 битови числа (каквито са стойностите за тока и напрежението), резултата (моментната мощност) вместо да стане 16 битов, младшите битове след умножението просто се премахват и резултата се запазва също 8 битов. Това води до грешка, като винаги резултата от премахването на младшите битове е по-ниска стойност от действителната. Извадка от данните е показана в Табл. 1.

Табл. 1. Извадка от умножението на данните

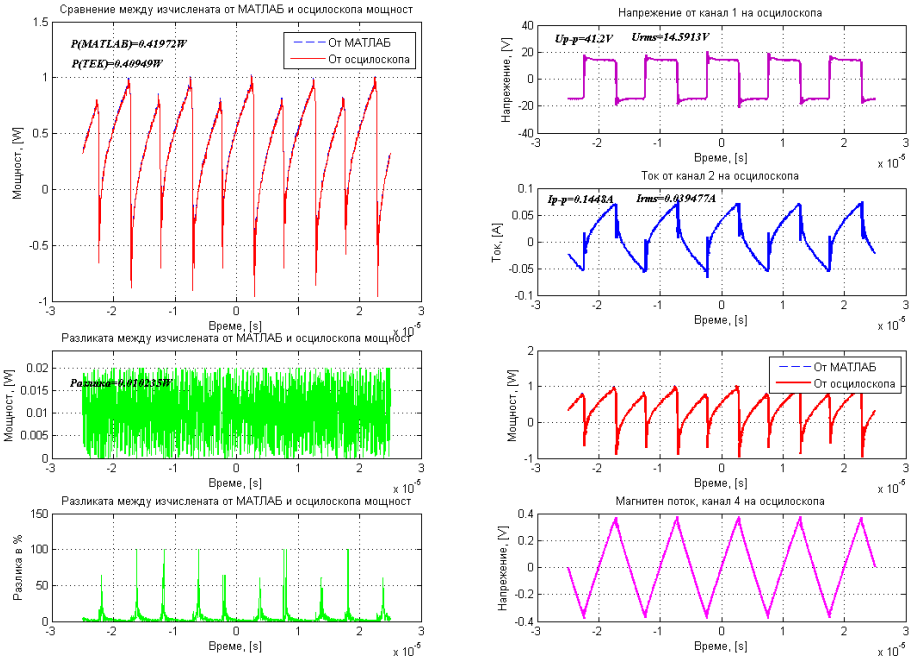
време	напрежение	ток	мощност изчислена	мощност осцилоскоп	Грешка		Средна мощност	
					абсолютна	относителна	изчислена	осцилоскоп
μs	V	A	W	W	W	%	W	W
- 3.12	16.2	0.496	8.0352	8	0.0352	0.44	0.721	0.621
-3.10	13.8	0.496	6.8448	6.8	0.0448	0.65		
-3.08	10.6	0.48	5.088	5	0.088	1.73		
-3.06	7.2	0.48	3.456	3.4	0.056	1.62		
-3.04	2	0.464	0.928	0.8	0.128	13.79		

За да се избегне тази грешка вградената функция на осцилоскопа не се използва, а данните се умножават външно. Това може да се постигне както чрез Ексел, така и чрез МАТЛАБ. Когато става дума за множество проведени измервания, какъвто е случаят при измерването на загубите в магнитните материали, възможностите на МАТЛАБ значително съкращават времето за изпълнение на операцията. За целта са създадени два скрипт файла *get_power.m* и *get_power_all.m*.

Файловете дават възможност да се запази точността от умножението, както и много по-лесно и по-бързо да се обработват данните. Първият файл (*get_power*) позволява да се обработят данните от едно измерване. На графика се показват резултатите от умножението на данните както с MATLAB, така и тези умножени от осцилоскопа. Показана е също така и разликата между тях (в абсолютни и относителни единици), както и формата на генерираните графики за напрежението тока и напрежението след сондата за магнитния поток (потокосцеплението). За удобство, на самите графики се показват и част от изчислените параметри.

По-долу е показан резултата от изпълнението на програмата get_power.

```
Losses = 0.41972 W
TekPower = 0.40949 W
Difference = 0.010235W     2.4385 %
Duty ratio= 47.90 %
Period = 10.061 us
Frequency = 99.3854 kHz
ON time = 4.82 us
Off time = 5.24 us
```

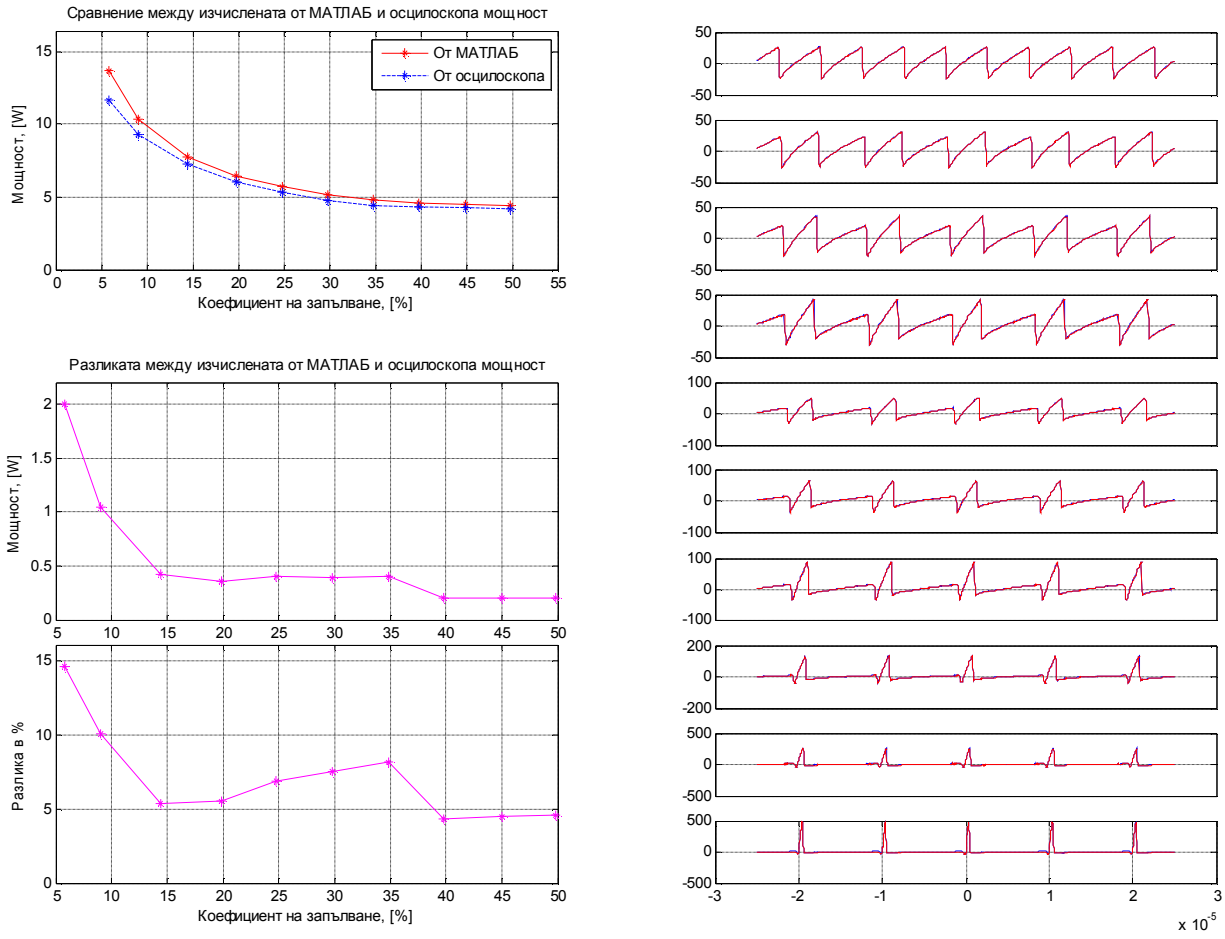


Фиг. 1 Графики генерирани от МАТЛАБ и *„get_power”*

Вторият файл (*get_power_all.m)* дава възможност да се обработят серия от измервания. Предимството на този файл е възможноста да генерира графики с резултатите и да състави файл за Excel с таблица от данни за проведените измервания. Съставянето на таблиците с данни по този начин значително намалява времето за обработка на резултатите, като практически напълно елиминира възможността за грешки при преписването на ръка на данните от екрана на осцилоскопа

Табл. 2. Резултати от измерванията, създадени от МАТЛАБ

Duty Ratio	voltage RMS	voltage peak to peak	current RMS	current peak to peak	Power(matlab)	Power(tek)
%	V	V	A	A	W	W
49.8	33.2	73.6	0.458	1.664	4.415	4.213
45	33.2	74.0	0.470	1.712	4.478	4.276
39.8	33.7	76.0	0.466	1.704	4.585	4.385
34.8	34.8	80.0	0.467	1.712	4.864	4.467
29.8	36.1	86.4	0.467	1.720	5.173	4.784
24.8	38.2	96.8	0.475	1.784	5.749	5.352
19.8	41.1	112.8	0.476	1.840	6.435	6.081
14.4	46.3	144.8	0.484	1.920	7.733	7.315
9	55.8	228.0	0.492	2.100	10.395	9.349
5.8	66.2	340.0	0.506	2.340	13.685	11.682



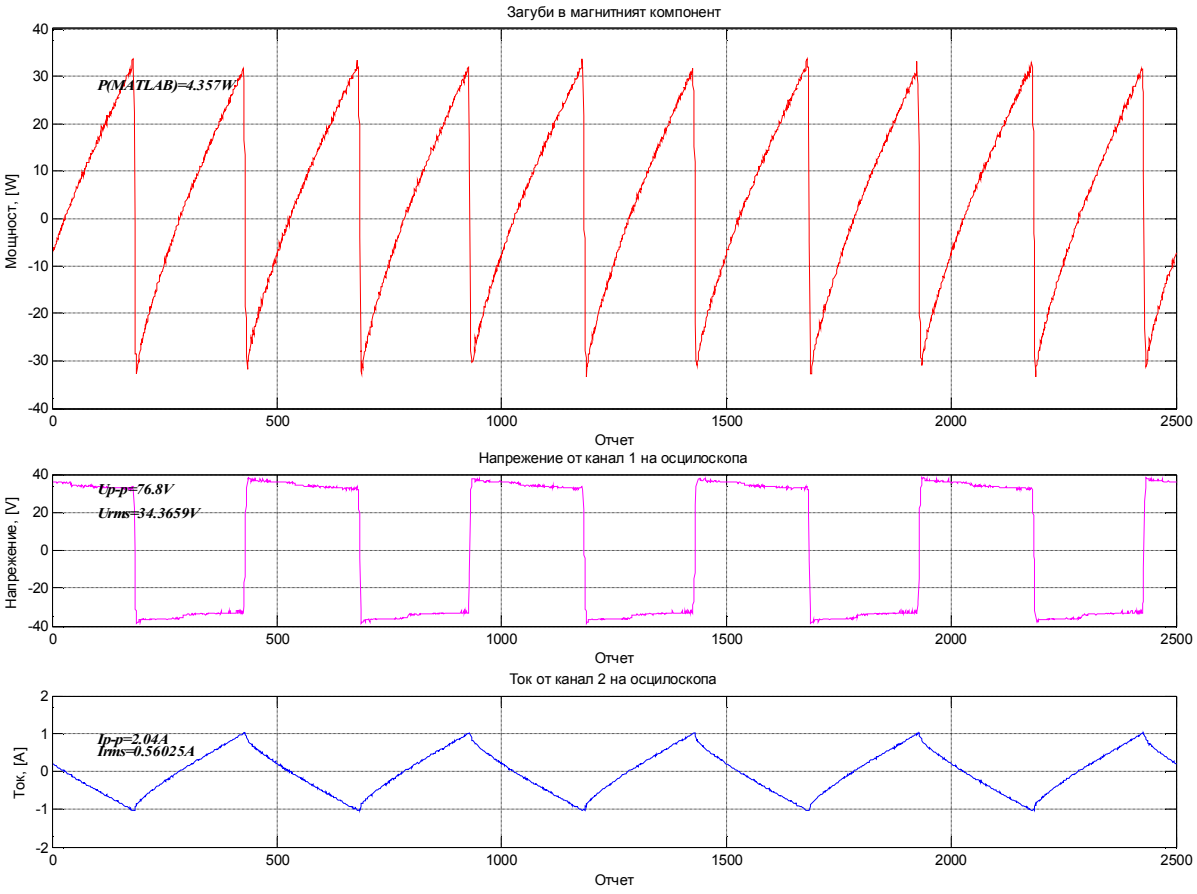
Фиг. 2 Графики генерирани от МАТЛАБ и *„get_power_all”*

След създаването на двата скрипт файла за МАТЛАБ и след значително подобрение скоростта на обработката на данните, двата файла бяха модифицирани за да могат да обработват резултати и от други цифрови осцилоскопи, един от които е PDS5022S на фирмата OWON. Многократно по-ниската цена на PDS5022S в сравнение с TPS2014, го прави изключително атрактивен. За разлика от по-скъпите модели цифрови осцилоскопи, при PDS5022S, менюто с математическите операции включва само събиране и изваждане. Въпреки наличието на само два канала и липсата на функция за умножение е възможно да се получи резултата за загубите в магнитният компонент. За целта се използва възможността данните да бъдат съхранени като файл върху персонален компютър, или чрез USB интерфейс. За да се получи желаният резултат, измерването се разделя на 4 етапа:

- Включва се сондата за измерване на магнитният поток и чрез регулируемото захранване се наглася такова напрежение, което да отговаря на желаната магнитна индукция.
- Изключва се сондата за измерване на магнитният поток и се включват сондите за измерване на ток и напрежение.
- Прехвърлят се данните от осцилоскопа към персонален компютър чрез USB интерфейс, като се записват като excel файл.
- С помощта на MATLAB или Excel се обработват данните и се извежда резултатът за измерената мощността.

Въпреки забавянето и различните неудобства по смяна на сондите, прехвърлянето и обработката на данните, този подход е реализируем и дава възможност за провеждане на измерванията с не толкова скъп цифров осцилоскоп.

Резултата от умножението чрез PDS5022S е показан на Фиг. 3. Данните са за материал FT-3M [5], 0.1T, 100kHz, 25°C, 50% коефициент на запълване.



Фиг. 3 Умножение на данните чрез PDS5022S

В Табл. 3 са дадени данните за мощността и съответно грешката за различните начини на измерване.

Табл. 2. Грешка на различните методи за измерване при материал FT-3M.

Начин на измерване	**Загуби**	**Абсолютна грешка**	**Относител на грешка**
	W	W	%
Калориметър	4.5	0	0.00%
TPS2014 + MATLAB	4.4099	-0.0901	-2.00%
PDS5022 + MATLAB	4.357	-0.143	-3.18%
TPS2014	4.1906	-0.3094	-6.88%

III. ИЗВОДИ

Използването на МАТЛАБ за допълнителна обработка на резултатите от измерването на загубите в магнитните материали повишава точността, намалява времето за обработка, редуцира грешките от преписване на данните от екрана на осцилоскопа и разширява възможностите на цифровите осцилоскопи.

БЛАГОДАРНОСТИ

Докладът е разработен в рамките на Проект №21 „Повишаване на научния потенциал в областта на инженерните науки и информатиката”, Оперативна програма „Развитие на Човешките Ресурси”, МОН: BG051PO001/07/3.3-02.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Valchev V., Nikolov, G, “ Advance set-up for high-frequency measurements of magnetic materials and components in electronics’ – ICEST09, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 2009.

[2] Van den Bossche A., Valchev V.C.: Transformers and Inductors for Power Electronics, CRC Press, Boca Ration, FL, USA (2005).

[3] http://www.tek.com

[4] Georgi T. Nikolov, Vencislav C. Valchev Alex Van den Bossche, ‘Core loss model for nanocrystalline cores for full and half bridge waveforms’, EPE07, 12th European Conference on Power Electronics and Applications, 2 - 5 September 2007, Aalborg, Denmark.

[5] http://www.hitachi-metals.co.jp/e/

За контакти:

инж. Георги Николов, докторант в Катедра ”Електроника и Микроелектроника” при ФЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 609Е

Рецензент: доц. д-р инж. Росен Василев

СРАВНЕНИЕ НА СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ВЯТЪРНА ТУРБИНА С АКТИВЕН ИЛИ ПАСИВЕН ИЗПРАВИТЕЛ

COMPARISON BETWEEN ACTIVE AND PASIVE RECTIFIER FOR WIND TURBINE CONTROL SYSTEMS

Венцислав Вълчев, Пламен Янков, Ангел Маринов

Резюме: Всички възобновяеми енергийни източници (ВЕИ) използват преобразуватели за извличане на енергия. Един от тези преобразуватели при вятърните системи за генериране на електическа енергия е изправителят. В този доклад е направена съпоставка на двата типа изправители по различни критерии; цена, електромагнитна съвместимост, мощност, ефективност, надеждност и др. Използването на активни изправители е оправдано, когато цената не е главен фактор в проекта и се набляга на качествено инжектиране в мрежата в последствие. Направени са заключенията, че изправителите с пасивни елементи се използват при нисък бюджет, необходимост от ниски нива на електромагнитни излъчвания (ЕМИ) и при ниски и средни мощности.
Ключови думи: ВЕИ, Изправители, Преобразуватели

Abstract: All renewable energy sources (RES) use converters for power extraction. Part of the system is the rectifier and its efficiency and characteristics. In this paper a comparison is made between the rectifiers in different criteria: price, electromagnetic compatibility, power, efficiency, reliability, etc. The use of active rectifiers is possible when the price is not the main factor in the project and there is need of qualitative injecting afterwards. The use of passive rectifiers is possible when there is low budget; need of low electromagnetic interference; and for low and average power.
Keywords: Converters, Rectifiers, RES

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Извличането на енергия от вятъра е процес, при който се осъществяват два етапа на преобразуване. Първо аеродинамичната енергия на вятъра се превръща в механична чрез въртящите се перки и задвижваща ос. Следващата стъпка е превръщането на механичната енергия в електрическа - чрез използването на предавателна кутия и генератор [1].

Скоростта на въртене на вятърната турбина за постигане на максимална мощност е различна за различните скорости на вятъра. Поради тази причина е необходимо турбината да работи в режим на променлива скорост за оптимизация на енергийната ефективност.

Турбините с променлива скорост на въртене са свързани към мрежата посредством система от силови електронени преобразуватели. Те извършват разделяне на скоростта на въртене от честотата на мрежата и по този начин позволява използване на турбина с променлива скорост.

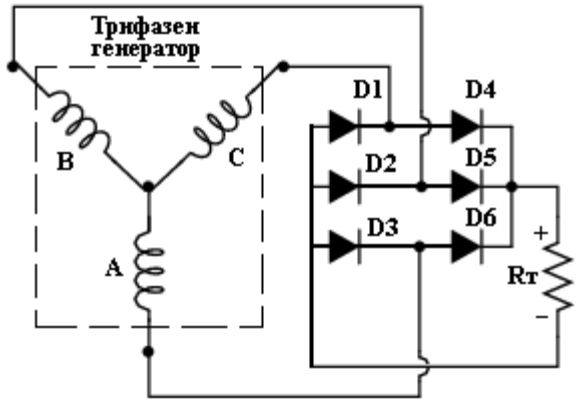
Частта от системата от преобразуватели, която се разглежда в този доклад е изправителят. Това е първият силов електронен преобразувател след генератора на електрическа енергия. В случая, това е изправител на трифазно напрежение. Той може да бъде управляем - активен или неуправляем - пасивен в зависимост от използваните полупроводникови ключове.

В доклада са разгледани и сравнени основните предимства и недостатъци на двата типа изправители, както и примерни схемни решения за тях.

II. ИЗПРАВИТЕЛИ С ПАСИВНИ ЕЛЕТРОННИ ЕЛЕМЕНТИ

Съществен фактор при вятърните системи за генериране на енергия е цената. При главно изискване ниска цена е разпространена схема с пасивни елементи за синтез на енергия от вятъра. При този вид преобразователи ефективността, която се постига не е максималната за различна скорост на вятъра. Пасивните елементи в този вид изправители са диоди за средни и

големи мощности, в зависимост от мощността на използвания генератор. Изправителните диоди са свързани в схема: трифазен двуполупериоден изправител т.нар. „схема Ларионов” [2]. Схемата е представен на Фиг.1.



Фиг.1. Схема на трифазен двуполупериоден изправител

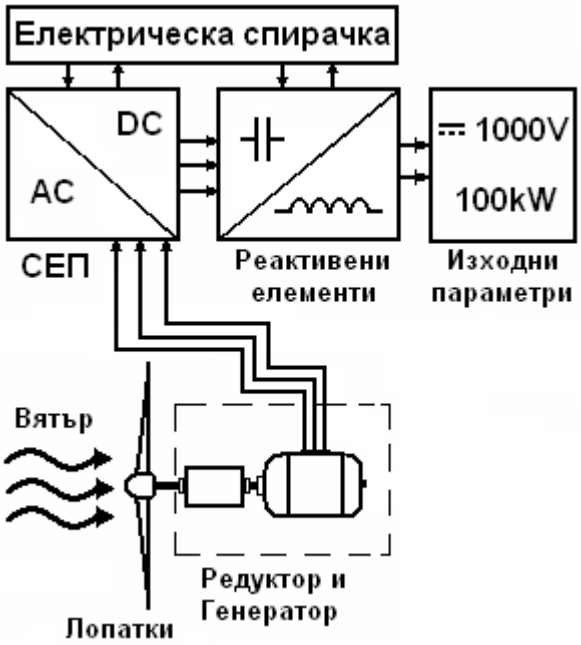
Предимства на пасивния изправител с диоди:

- ниска цена - поради използването на шест диода
- висока надеждност – диодите могат да се изберат с достатъчен енергиен запас
- липса на управление – диодите са неуправляеми електронни елементи
- ниски нива на електромагнитни излъчвания поради ниската честота на работа на този вид преобразувател

Недостатък на пасивната схема за изправяне с диоди е по-ниско к.п.д. за различните скорости на вятъра в сравнение с активния изправител

Този вид изправители не могат да контролират нивото на изправеното напрежение. Поради това за покриване на желаните норми и характеристики за инжектиране в мрежата при преобразуването на изправеното напрежение в променливо се използва инвертор (това може да бъде инвертор с ШИМ управление).

Научните изследвания в областта на изправителите с пасивни елементи за вятърни системи са актуални. Това е причината да съществуват множество разработки, в начален етап или завършени, за пасивни изправители с добавени реактивни елементи. Примерна принципна схема е показана на Фиг.2.



Фиг. 2. Схема на трифазен двуполупериоден изправител с реактивни елементи

Принципът на действие е сходен с този на пасивния изправител с диоди с тази разлика, че чрез реактивната енергия на капацитивни и индуктивни елементи се контролират стойностите на синтезираната енергия за ниски скорости на вятъра. Контролирането на този участък от мощностно-честотната крива, позволява извличане на максимално количество енергия при различна скорост на вятъра.

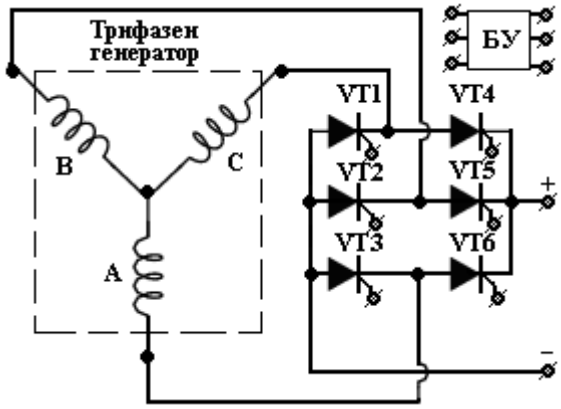
Поради тези си качества схемата е конкурент на изправителите с активни елементи по ефективност. Надеждността на преобразувателя е съществено по-голяма без наличието на микроконтролер за управление на системата.

III. ИЗПРАВИТЕЛИ С АКТИВНИ ЕЛЕКТРОННИ ЕЛЕМЕНТИ

Използването на изправители с управление води до постигане на по-високо ниво на ефективността на

извличане на енергия при различна скорост на вятъра в сравнение с пасивните изправители. Съществуват няколко вида активни изправителни схеми. В доклада се разглеждат фазово контролирани изправители с тиристори и ШИМ контролирани изправители с транзистори (IGBT или MOSFET).

1) Фазово контролирани изправители



Фиг. 3. Схема на трифазен двуполупериоден регулируем изправител

На Фиг. 3. е показана схема на трифазен двуполупериоден регулируем изправител [3]. Поради това, че този вид изправители са управляеми е възможно постигане на необходимите параметри на изправеното напрежение при различна скорост на въртене на лопатките на вятърната турбина. От друга страна управлението добавя допълнително оскъпяване върху цялата система.

Главен недостатък на този вид управляеми изправители е, че принадлежат към групата на едни от най-лошите „замърсители" на мрежата. Фазовия контрол и комутацията на полупроводниковия елемент оказва влияние върху изместването на фазата между първите хармоници на консумирания ток и захранващо напрежение. Това изместване води до спад в коефициента на мощността и до консумиране на реактивна енергия.

За премахване на тези странични ефекти към изправителите се добавят филтри и компенсатори. Обикновенно филтрите са капацитивни и индуктивни елементи последователно или паралелно на мрежата.

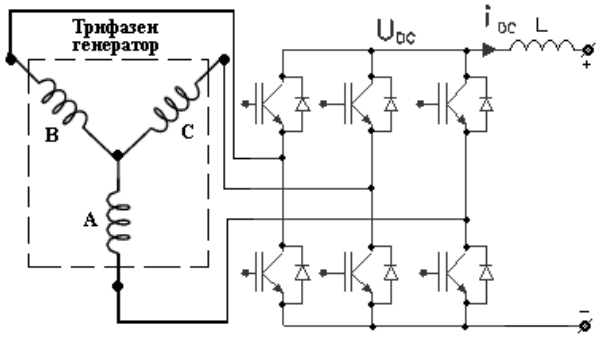
2) Изправители с ШИМ управление

Друг вид регулируем изправител това е ШИМ изправителят. Той се реализира посредством изцяло напълно управляеми полупроводникови елементи, като MOSFET и IGBT [4]. Този вид изправители консумират ток с желаната форма, която в повечето случаи е синусоидална. Преобразувателите работят с дадено фазово изместване между консумираният ток и захранващото напрежение, което им позволява да се контролира коефициента на мощността и да имат минимално влияние върху мрежата.

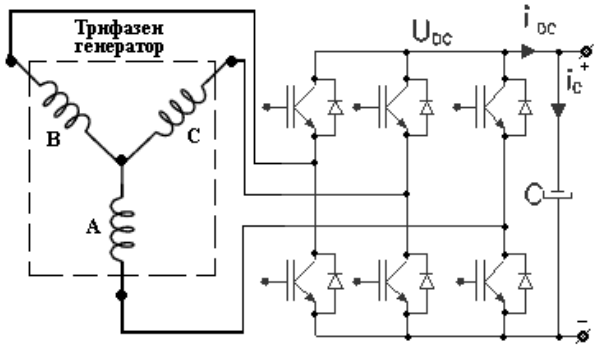
Основни характеристики и предимства на ШИМ изправителите са:

- Възможност за протичане на ел. енергия в двете посоки
- Регулиране на коефициента на мощността до единица
- Ниски хармонични изкривявания на фазовия ток (THD под 5%)
- Регулиране и стабилизация на изправеното напрежение (или ток)
- Намален размер на филтриращите елементи (кондензатор или индуктор) поради поддържания ток
- Могат да работят при мрежови смущения и промени в честотата.

Възможни са два вида изправители с ШИМ управление в зависимост от изхода, като източник на ток или източник на напрежение. Първият се нарича понижаващ изправител (buck rectifier) – понижава напрежението и оперира при постоянна стойност на тока. Вторият е повишаващ изправител (boost rectifier) – повишава напрежението и работи при постоянно изправено напрежение [5], [6]. Схеми на двата преобразувателя са представени съответно на Фиг. 4. и Фиг. 5.



Фиг. 4. Схема на трифазен изправител с ШИМ управление,като източник на ток



Фиг. 5. Схема на трифазен изправител с ШИМ управление, като източник на напрежение

Главен недостатък на този вид изправители е сложното управление. То повишава цената на крайния продукт и добавя значителен брой допълнителни елементи спрямо нерегулируемите изправители. Друг недостатък е възможните електромагнитни смущения предизвикани от високата честота на работа на преобразувателят с ШИМ управление. В случая проводниците свързващи върха на кулата с електрониката на земята служат за антена излъчваща тази честота. Приложението им е при изграждане на средни и големи вятърни турбини, при които цената на управлението е оправдана от по-високото енергопроизводство на годишна основа.

В следващата сравнителна таблица (Табл. 1) са синтезирани предимствата и недостатъците на всеки от изправителите.

Табл. 1. Сравнение на изправителите

	Неуправляеми изправители	Управляеми изправители
Цена	+	-
ЕМИ	+	-
Ефективност	-	+
Двупосочни	-	+
Надеждност	+	-/+

IV. ИЗВОДИ

Използването на управляеми изправители е оправдано, когато:

- цената на проектираното управление не е главен фактор в крайната цена на вятърната система;
- е необходимо качественото инжектиране в мрежата.
- се проектират вятърни системи за средни и големи мощности.

Изправителите с пасивни елементи се използват, когато:

- се проектират вятърни системи за ниски и средни мощности;
- е нужна максимална издръжливост във времето без поддръжка;
- са необходими ниски нива на електромагнитните излъчвания.

БЛАГОДАРНОСТИ:

Този доклад е разработен в рамките на научно-изследователски проект № Д002-48/10.12.2008, ‘Развитие на специализирана научна инфраструктура за изследване потенциала на слънце и вятър’, Фонд ‘Научни Изследвания’, МОН.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. http://www.dkvind.dk/eng/index.htm.
[2]. Д. Юдов, В. Вълчев, „Токозахранващи устройства”, 2008.
[3]. Д. Юдов, В. Вълчев, „Преобразувателна Техника”, 2005.
[4]. http://www.irf.com/indexnsw.html
[5]. Philip T. K, „Elements of Power Electronics”, Oxford University Press, 1998.
[6]. H.Azizi and A.Vahedi, „Performance Analysis of Direct Power Controlled PWM Rectifier under Disturbed AC Line Voltage”, 2005.

За контакти:
инж. Венцислав Цеков Вълчев, доцент д-р.
в Катедра”ЕТМ” при ЕФ на ТУ-Варна ,
ул. Студентска № 1, 609Е
E-mail: vencivalchev@hotmail.com

Рецензент: доц. д-р инж. Петър Василев

ИЗСЛЕДВАНЕ НА МАЩАБИРАН ДИРЕКТЕН ЦИФРОВ СИНТЕЗ С РАНДОМИЗАЦИЯ НА ФАЗАТА

SOFTWARE SCALED DIRECT DIGITAL SYNTHESIS WITH PHASE RANDOMIZATION

инж. Мариана Шотова

Резюме: Направено е кратко описание на принципа на рандомизация на фазата при Директен Цифров Синтез(ДЦС). Описани са принципът и действието на рандомизиране на фазата при мащабиран ДЦС. Представени са резултати от симулациите с рандомизиране на фазата при мащабиран ДЦС. Направено е сравнение с базов табличен ДЦС.
Ключови думи: Директен цифров синтез, цифрова обработка на сигнали, рандомизиране на фазата

Abstract: A brief theoretical background of the phase randomization in Direct Digital Synthesis (DDS) is presented. The principle and work of the phase randomization for scaled DDS is discussed. The results of the simulations with phase randomization in scaled DDS are presented. A comparison with the basic DDS is made.
Keywords: Direct digital synthesis, digital signal prosessing, phase randomization

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Директният Цифров Синтез (ДЦС) за генериране на синусоидален сигнал, базиран на ROM-таблица на синуса е един съвременен метод за синтез, като с увеличаване размера на таблицата се подобрява качеството на синтезирания сигнал [1], [3].

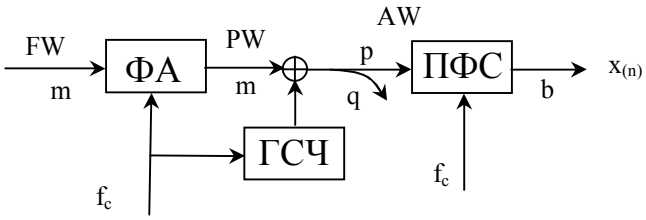
В зависимост от избора на работна честота, в спектъра на изходния сигнал могат да се получат силни странични спектрални съставящи, с което се намалява динамичния диапазон на синтезатора. Такива съставящи се получават при стойности на честотната дума, при които сигналът на грешката, т.е. разликата между синтезирния сигнал и идеалния показва определена периодичност.

За подобряване качеството на синтезирания сигнал е необходимо да се намалят амплитудите на страничните съставящи, като тяхната мощност се разпределя между голям брой по-слаби съставящи. Това може да стане чрез рандомизиране на фазата [1].

В настоящата работа са разгледани възможностите за синтезиране на сигнал с голям динамичен диапазон при зададена „лоша" честотна дума чрез алгоритмите за рандомизиране и мащабиране. Показано е че чрез прилагане на двата алгоритъма динамичният диапазон на синтезатора се увеличава значително, от което следва че може да се работи и с „лоши" честотни думи при таблица на синуса и програма за синтез записани на една страница от програмната памет.

II. АНАЛИЗ

Рандомизиране на фазата при ДЦС



Фиг.1 . Блокова схема на ДЦС с рандомизиране на фазата.

Рандомизирането на фазата се състои в това, че в генерираните от фазовия акумулатор фазови думи PW се внася шум. Това се постига като към фазовата дума се прибави d битово случайно число.

За целта в блоковата схема за базов табличен ДЦС след фазовия акумулатор (ФА) се прибавя генератор на случайни числа (фиг.1).

Изходният сигнал се генерира аналогично на базво табличен ДЦС като целта на рандомизирането е при зададена цифрова честота, в спектъра на изходния сигнал да се понижи нивото на страничните спектрални съставящи, за да

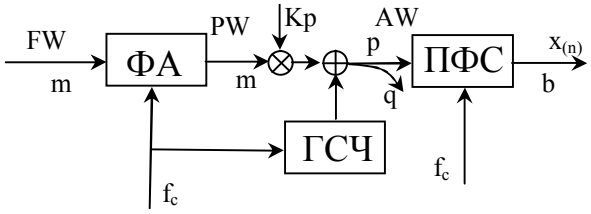
се увеличи динамичния диапазон D на синтезатора. С рандомизацията се нарушава периодичността във фазовата грешка [1], [2].

Фазовият акумулатор, генератора на случайни числа и преобразувателят фаза-сигнал се управляват от един и същ тактов сигнал с честота f_c.

Тъй като се рандомизира фазата, най-удачно е да се приложи мащабиране на фазовата дума [5], [6].

Прилагането на мащабиране за използуване по-голяма част от паметта на процесора налага изследването на два варианта за синтез – прилагане на мащабиране на фазовата дума , след което се подлага на рандомизиране и обратният вариант с рандомизиране и мащабиране на фазовата дума .

ДЦС с мащабиране и рандомизиране на фазовата дума



Фиг.2 . Блокова схема на ДЦС с мащабиране и рандомизиране на фазовата дума.

При този вариант след получаване на фазовата дума PW, същата се подлага на мащабиране (фиг.2). Коефициентът на мащабиране Kp се избира в зависимост от това колко памет е необходима за запис на програмата за синтез.

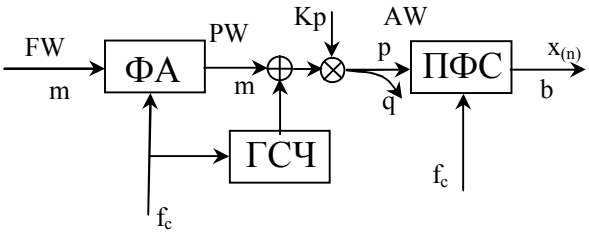
След мащабирането фазовата дума PW се подлага на рандомизиране. На рандомизиране се подлагат младшите d бита на фазовата дума PW. Известно е [1], че оптимални резултати се постигат при брой на рандомизираните битове d равен на броя на отхвърлените младши q бита на фазовата дума PW .

Извадка от MATLAB програмата за симулация на синтеза е представена по-долу:

```
d = q; Dm = 2^d;
for n = 1:N
        PW = PW + FW;
        PW = mod(PW,M);
        PWk=Kp*PW;
        PWkr=round(PWk);
        randP = floor(Dm*rand);
        PW1 = PWkr + randP;
        PW2= mod(PW1,Mk);
        AW = bitshift(PW2,-q);
        x(n) = sintable(AW+1);
end
```

След изчисляване на фазовата дума PW и проверка за препълване на фазовия акумулатор се прилага мащабиране. Така мащабираната фазова дума PWk се закръглява до най-близкото цяло число. Генерирането на случайно число става с функцията `rand`. След рандомизиране се прави проверка за препълване на акумулатора, след което от така получената фазова дума PW2 се отхвърлят младшите q бита, за да се получи адресната дума AW.

ДЦС с рандомизиране и мащабиране на фазовата дума



Фиг.3 . Блокова схема на ДЦС с рандомизиране и мащабиране на фазовата дума

При този вариан (фиг.3) след получаване на фазовата дума PW се прилага първо рандомизирането ,а след това така рандомизираната фазова дума PW1 се мащабира с подходящ коефициент на мащабиране Kp.

Следващите операции – отхвърляне на младшите q бита и записване на дискрет от синусоидата са аналогични на предходния алгоритъм.

Извадка от MATLAB програмата за симулация на синтеза е представена по-долу:

```
d = q; Dm = 2^d;
for n = 1:N
        PW = PW + FW;
        PW = mod(PW,M);
        randP = floor(Dm*rand);
        PW1 = PW + randP;
```

```
        PWk=round(Kp*PW1);
        PW2= mod(PWk,Mk);
        AW = bitshift(PW2,-q);
        x(n) = sintable(AW+1);
    end
```

Двете обработки рандомизиране и мащабира с общия случай не са комутируеми тъй като са нелинейни операции.

Начин за получаване на еднакви динамични диапазони D при двата варианта на синтез е чрез въвеждане на фино рандомизиране – ограничава се диапазона на битовете за рандомизация като генерираното случайно число се умножи по коефициент. В случая е използуван коефициентан а мащабиране Kp. Това е показано в извадката от MATLAB програмата за симулация синтеза.

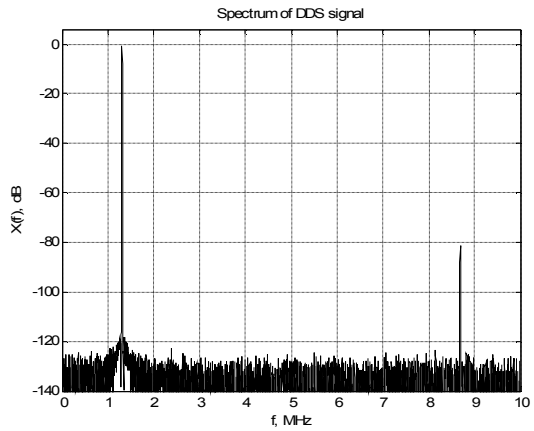
```
randP = floor(K*Dm*rand)
```

където K=Kp или K=1/Kp според варианта на синтез.

Резултати от симулации с програмен продукт МАТЛАБ

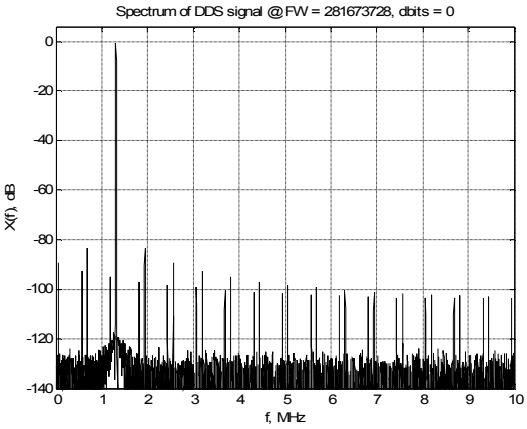
Резултатите от симулацията са представени при параметри *m=32*, *p=14* и *q=18*, с които се цели да се симулира работата на 32 или 16-битов сигнален процесор. Параметрите са пояснени в [7]. Коефициентът на мащабиране Kp се избира според големината на програмата за синтез (предполага се, че тя е сравнително малка и коефициенти под 0.8 не е необходимо да се използуват). В случая е избран Kp= 0.8125, тъй като при него най-ясно се виждат разликите между двата алгоритъма за мащабиране и рандомизиране.

В изследването на алгоритъма е използван диапазон от честотни думи FW=0x00C80000 ÷ 0x01452AF8 със стъпка 0x1000. По този начин могат да се открият честотни думи, при които се получава сигнал без фазов шум и сигнал със силна странична съставяща на спектъра на изходния сигнал.



Фиг.4 Спектър на изходния сигнал за базов табличен ДЦС при „лоша" честотна дума FW=0x10CA0000

На фиг.4 е представен спектър на изходния сигнал на базов табличен ДЦС при „лоша" честотна дума FW=0x10CA0000. От фигурата ясно се вижда силната странична спектрална съставяща, поради която динамичния обхват на синтезатора е D = 80.4 dB.



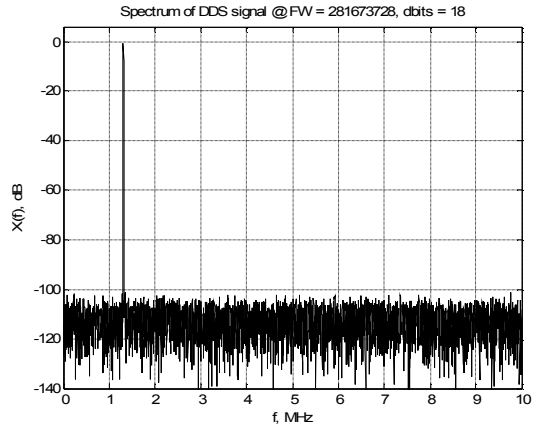
Фиг.5. Спектър на изходния сигнал за мащабиран ДЦС при „лоша" честотна дума FW=0x10CA0000 и коефициент на мащабиране Kp=0.8125.

При ДЦС с мащабиране при така зададената лоша честотна дума FW=0x10CA0000 и коефициент на мащабиране Kp=0.8125, за динамичния диапазон се получава D = 82.5 dB (фиг.5).

Наблюдава се повишаване на динамичния диапазон с приблизително 2 dB, но и множество силни странични спектрални съставящи.

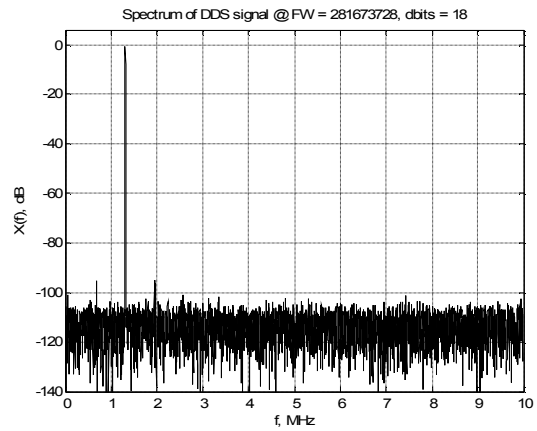
За намаляване на амплитудите на страничните спектралните съставящи в

спектъра на изходния сигнал се прилага рандомизиране на фазата.



Фиг.6. Спектър на изходния сигнал при „лоша" честотна дума FW=0x10CA0000 с прилагане на мащабиране и рандомизиране.

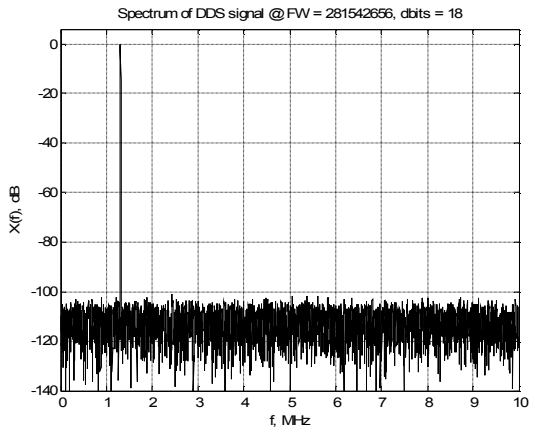
На фиг.6 е представен спектъра на изходния сигнал при „лоша" честотна дума FW=0x10CA0000 с прилагане първо на мащабиране после на рандомизиране на фазовата дума PW. Коефициентът на мащабиране е Kp = 0.8125. Броят битове, които се подлагат на рандомизация, е d=q=18. За динамичния диапазон на синтезатора се получава D = 99.2 dB, което е с приблизително 17 dB повече от мащабирания ДЦС и спектърът на сигнала е сравнително чист.



Фиг.7.Спектър на сигнала при „лоша" честотна дума FW=0x10CA0000 с прилагане на рандомизиране и мащабиране.

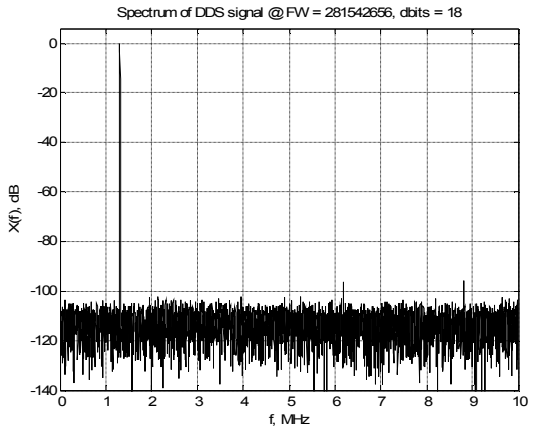
При същите параметри, но при прилагане първо на рандомизиране после на мащабиране, динамичният диапазон намалява с приблизително 5dB като D=95.1 dB (фиг.7).

При задаване на „добра" честотна дума FW=0x10C80000 за синтез при базов ДЦС, динамичният диапазон на синтезатора е D = 120 dB.



Фиг.8 Спектър на изходния сигнал при „добра" честотна дума FW=0x10C80000 при ДЦС с мащабиране и рандомизиране.

При рандомизирането на фазата динамичният диапазон на системата намалява, като за ДЦС с мащабиране и рандомизиране D=100dB, а при втория вариант D=95.4dB. От това следва, че рандомизирането на фазата не е подходящо за „добри" честотни думи, тъй като след рандомизация в честотната дума на грешката се получават единици в младшите q бита.



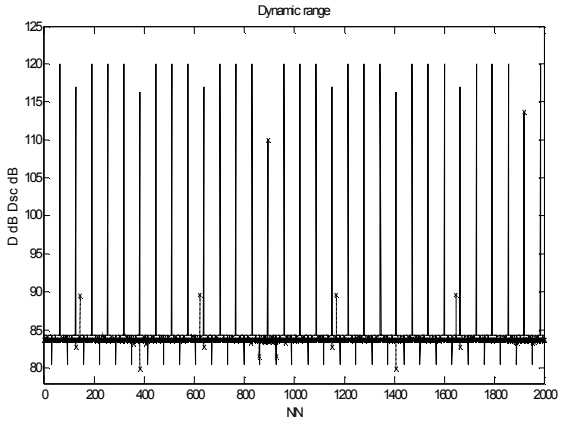
Фиг.9. Спектър на изходния сигнал при „добра" честотна дума FW=0x10C80000 при ДЦС с рандомизиране и мащабиране.

На таблица 1 е направено сравнение между различните варианти на ДЦС при „добра" и „лоша" честотни думи.

Таблица 1. Сравнение на динамичните диапазони D за „добра” и „лоша” честотна дума FW при различните варианти на ДЦС.

Методи за ДЦС	D за "лоша" честотна дума FW=0x10CA0000	D за "добра" честотна дума FW=0x10C80000
базов ДЦС	80,4dB	120dB
ДЦС с мащабиране	82.5dB	82.2dB
ДЦС с рандомизиране и мащабиране	95.1dB	95.4dB
ДЦС с мащабиране и рандомизиране	99.2dB	100dB
ДЦС с финно рандомизиране и мащабиране	99.2dB	99.4dB
ДЦС с мащабиране и финно рандомизиране	95.1dB	93.6dB

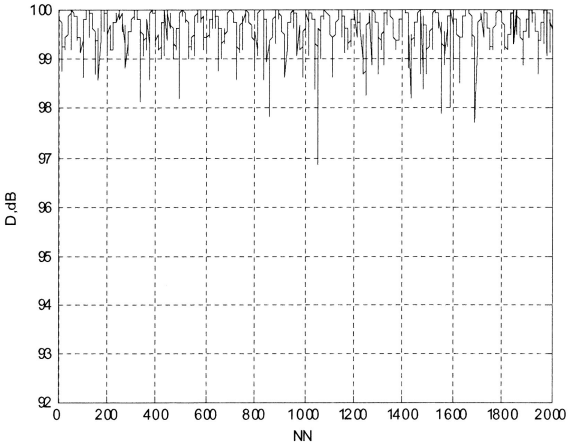
От таблицата се вижда, че чрез методите за мащабиране и рандомизиране значително се повишава динамичния обхват D на синтезатора (с приблизително 20dB). Също така рандомизирането не е подходящо за "добри" честотни думи, тъй като сумирането със случайно число води до внасяне на единици в честотната дума на грешката, което увеличава нивото на страничните спектрални съставящи.



Фиг.10 Динамичен обхват за диапазон от честотни думи FW=0xC80000: 0x1452AF8 при базов ДЦС (непрекъсната линия) и ДЦС с мащабиране (пунктирана линия).

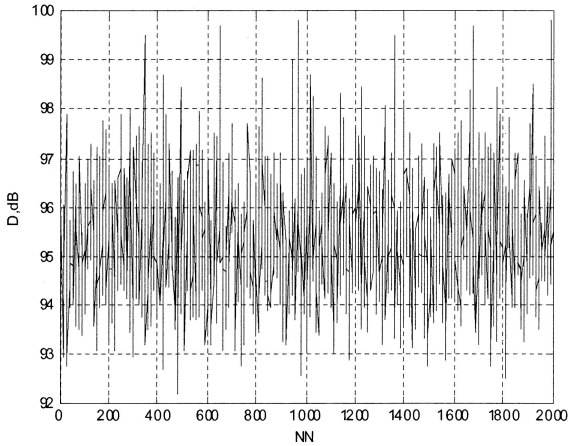
Фината рандомизация преди или след мащабирането дава възможност за използването на двата алгоритъма за синтез в зависимост от нуждите на програмата и по този начин да се постигне по-голяма гъвкавост и висок динамичен диапазон.

Направено е сравнение на изменението на динамичния диапазон на синтезатора при базов ДЦС (фиг.10), ДЦС с мащабиране и рандомизиране (фиг.11) и ДЦС с рандомизиране и мащабиране (фиг.12) [6],[7].



Фиг.11.Динамичен обхват за диапазон от честотни думи FW=0xC80000:0x1452AF8 при ДЦС с мащабиране и рандомизация на фазата.

От графиките се вижда, че в сравнение с базов табличен ДЦС, където има сравнително голям брой „лоши” честотни думи, при които динамичният диапазон е от порядъка на 80dB, при двата варианта за рандомизиране на фазата(фиг.11 и фиг.12) има значително повишаване на динамичния диапазон с приблизително 12-20 dB.



Фиг.12. Динамичен обхват за диапазон от честотни думи FW=0xC80000:0x1452AF8 при ДЦС с мащабиране и рандомизация на фазата.

Като при първия вариант с мащабиране и рандомизиране спектъра на изходния сигнал е по-чист и съответно динамичния диапазон е по-висок (фиг.6).

III. ИЗВОДИ

Прилагането на мащабиране при ДЦС позволява да се използува по-голяма част от паметта на процесора, с което се увеличава динамичния диапазон на системата.

Рандомизирането на фазата допринася за повишаване още на динамичния диапазон на системата и намаляване на броя на силните странични спектралните съставящи в спектъра на изходния сигнал, като се използува максималния капацитет на паметта на процесора.

Обединяването на двата метода – мащабиране и рандомизиране – повишава значително динамичния обхват на синтезатора с приблизително 20dB, като дава възможност да се работи с „лоши" честотни думи, без да се получват силни спектрални съставящи в спектъра на изходния сигнал.

Тъй като при двата варианта фазовата дума се подлага на различна обработка, се получват разлики в динамичните диапазони на синтезатора при зададена една и съща честотна дума. За изравняване на резултатите се използува финна рандомизация. По този начин могат да се използват и двата варианта в зависимост от изискванията за синтез и възможностите на сигналния процесор, с което се постига гъвкавост на алгоритъма и по чист от силни странични спектрални съставящи спектър на изходния сигнал.

Като следващи задачи при изследванията върху мащабиран и рандомизиран ДЦС могат да се посочат подробно изследване на фината рандомизация, изследване на реализации на мащабиран и рандомизиран ДЦС със сигнални процесори.

Благодарности:
Авторът благодари на МОН за финансовата подкрепа в рамките на проект №21/2008 - BG051PO001/07/3.3-02, МОН.
Научните изследвания, резултатите от който са представени в настоящата публикация, са извършени по проект № ПД3 2009 в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държания бюджет.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Analog Devices – *A technical tutorial on Digital signal synthesis*, 1999г.

[2]. B. Goldberg, *Digital Frequency Synthesis Demystified* , Technology Publishing, 1999г.

[3]. Boyanov B., Todorov E., *Direct Digital Synthesis of Sine Wave by Digital Signal Processor*, Proceedings of the 17-th Int. Conf. ELECTRONICS'98, Sozopol, 1998.

[4]. Boyanov B. G., *Single table direct digital synthesis of signals, based on dsPIC digital signal controllers*, II International Congress on MEEMI 2005, Varna, Bulgaria,2005.

[5]. Боянов Б. Г, Шотова М. Ив., *Програмен табличен директен цифров синтез с мащабиране на адресната дума*, Годишник на Технически Университет–Варна2008 Том II.

[6]. Шотова М. Ив., *Сравнение на варианти на програмен табличен директен цифров синтез с мащабирана таблица*, Седма национална младежка научно-практическа сесия 2009 .

[7]. Шотова М. Ив., *Програмен табличен директен цифров синтез с избор между алтернативни таблици* , „Известия на съюза на учените – Варна" 2009

За контакти: инж. Мариана Шотова,
докторант в катедра "Радиотехника"
при ФЕ на ТУ-Варна.
ул. Студентска № 1, 514Е,
e-mail: marianashotova@gmail.com

Рецензент:
доц. д-р инж. Атанас Майналовски

ПРОЕКТИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ПОДВИЖЕН ОБЕКТ[1]

DESIGN AND ANALYSIS OF MOBILE OBJECT CONTROL SYSTEM

Сава Иванов, Недялко Николов

Резюме: В настоящия доклад е представена работата на двамата автори при проектиране на робот на базата на едноплатков микроконтролер. Разгледани са апаратните средства, датчиците и алгоритми за управление. Създадените макети на роботи се използват за обучение на студенти от специалност „Компютърни системи и технологии" по хардуерни дисциплини. Наличието на подвижен обект повишава интереса на студентите към отделните дисциплини и води до повишаване качеството на обучение. За това спомага и възможността за внасяне на състезателен елемент при реализация на различни задачи за управление на подвижния обект.
Ключови думи: датчик, едноплатков микроконтролер, робот, управляваща система.

Abstract: In this paper is presented a design of mechanical robot based on embedded microcontroller. It is investigated a hardware, sensors and control algorithms. It is designed several numbers of robots that is applied in hardware courses from student of "Computer systems and technology". The presents of mobile object become higher the interest of students and increase the quality of education. The possibility of competitive element in various type of problems control of mobile object.
Keywords: control system, embedded microcontroller, robot, sensor.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Обучението на дисциплините „Едноплаткови микроконтролери', „Проектиране на микропроцесорни системи (МПС)", „Системен анализ" и др. изучавани в степените бакалавър и магистър на специалността "Компютърни системи и технологии" изискват определена материална база. Съществуващите до момента макети осигуряват до известна степен учебния процес, но изучаваните обекти са основно статични и симулацията на реални подвижни обекти е затруднена.

В сродни западни университети използват МПС управляващи подвижни обекти (робот). Това дава една по-голяма атрактивност и съчетано със състезателния момент между студентите води до много по-бързо и задълбочено усвояване на преподавания материал.

II. АНАЛИЗ

Задачата, която колективът преследва е създаване на МПС, която да управлява подвижна платформа с помощта на два постояннотокови реверсивни двигателя и съответните редуктори. Следейки информацията от датчици за разстояние, рефлекторни датчици и др., програмата написана от студента трябва да управлява движението на робота и да го заставя да се движи по определен маршрут, да се движи в лабиринт и др. МПС трябва да е сравнително универсална, за да позволи разширяване на кръга от задачи, които се решават, да позволява включително и комуникация по стандартни жични и

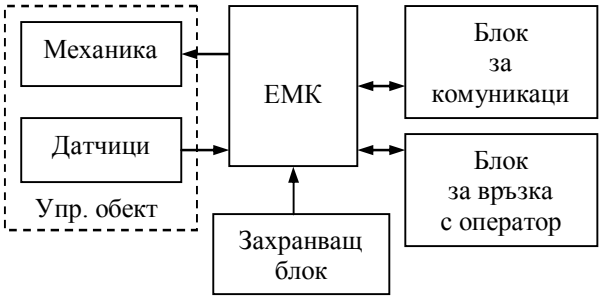
[1] **Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет**

безжични интерфейси с други обекти, използването на други типове датчици др.

Тази система трябва да обезпечи учебния процес по основни дисциплини от магистърската степен на направление „Компютърно инженерство”.

1. Архитектурно и техническо решение на системата

Обобщената блокова схема на системата е дадена на фиг. 1:



Фиг. 1. Обобщена блокова схема

В системата са включени следните основни блокове:

- блок механика – включва платформа, два двигателя, две движещи се колела. Подвижната количка представлява платформа задвижвана от две колела, а за устойчивост се използва трета опорна точка, представляваща пета, която завършва със съчма. Оста на всяко от колелата се задвижва от редуктор, който пък получава задвижване от реверсивен постояннотоков двигател.

- блок датчици – дава възможност към системата да се включат датчици от аналогов тип и от ON/ OFF тип. Тези датчици трябва да носят информация за положението на обекта, от състоянието му от преграда, състоянието на околната среда и др.

- блок за връзка с оператора – включва в себе си течнокристален буквено-цифров дисплей за извеждане на параметри и състояние на системата и матрична клавиатура с организация 3 по 4 бутона за въвеждане на параметри и стартиране на режими на работа на системата.

- блок за комуникация – той позволява на системата да осъществява връзка с други системи по един от следните стандартни интерфейси: RS 232, IrDA, CANbus, LINbus и радиоинтерфейс.

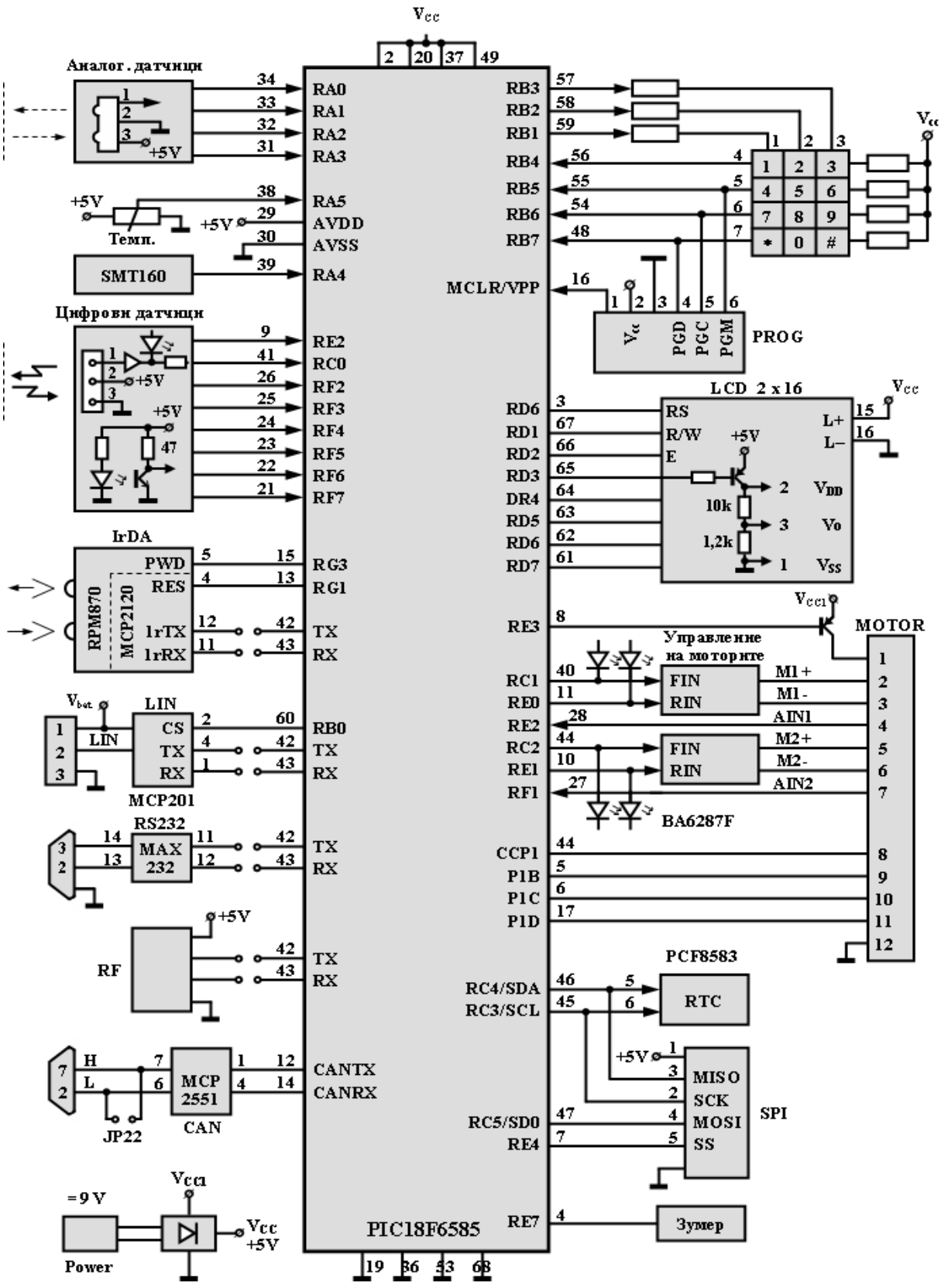
- блок ЕМК – служи да обработва информацията постъпваща от датчиците, за изчислява управляващите въздействия към двигателите съгласно приложната програма заредена в него, да следи за състоянието на клавиатурата

Блоковата схема за техническата реализация на системата е на фиг.2.

- Блок едноплатков микроконтролер

При избора му сме се ръководили от няколко основни изисквания:

- да позволява директно управление на всички включени в системата блокове;
- да е от серия позната на обучаемите и да позволява използването на вече известни развойни средства като MPLAB и C18. С тяхна помощ се съставят, зареждат и настройват приложните програми;
- вградените в едноплатковия микроконтролер модули (таймери, PWM, ADC, UART, SSP, CAN и др.) да облекчават писането на приложно програмно осигуряване;
- да има корпус PLCC, което използването на цокъл и подмяна на ЕМК при съмнение за повреда.



Фиг. 2. Техническа реализация на системата

- Блок управление на двигателите

Това са две еднотипни схеми реализирани с помощта на специализиран чип BA6287F – драйвер за управление на DC мотор. Чипът позволява работа в един от следните режими: движение в права посока, реверсиране, стоп режим, и стенд бай режим. С помощта на два извода ЕМК управлява посоката и скоростта на въртене на двигателя.

Промяната на скоростта се постига чрез сигнал ШИМ генериран от модул PWM1 или 2 на ЕМК. Запълването на импулса е програмируемо и е пропорционално на скоростта на въртене на двигателя.

- Блок за обработка на информация от аналогови датчици

Обработва информацията от датчик от типа GP2Y0A21KOF с помощта, на който могат да се измерват разстояния в рамките на десет до осемдесет сантиметра. Предвидени са 4 аналогови входа (RA0,1,2,3) информацията, от които постъпва във вградения ЕМК мултиплексор и десет битов АЦП. Захранването на датчика е +5V. Могат да бъдат включвани и други типове датчици стига изходният им аналогов сигнал да се изменя от 0 до +5V. В системата е предвиден и датчик SMT160, с помощта на който се измерва стойността на околната температура. Изходът му е сигнал ШИМ, чието запълване е функция на измерваната температура. Този сигнал се подава на вход RA4 и по програмен път може да се измери единичната стойност на сигнала.

- Блок за обработка на информация от цифрови датчици

Предвидено е използването на оптически рефлекторни датчици от типа RPR220, които регистрират отразената от повърхността светлина на разстояние до 8 мм. С тяхна помощ може да се регистрират черно бели ивици. Състоянието на всеки изходен сигнал от датчика се индицира със светодиод, буферира се и се подава към вход на ЕМК. Предвидени са 8 такива входа. Към тях могат да се включват и други датчици захранвани със +5V и генериращи ON/ OFF изходен сигнал.

Тези четири блока са достатъчни за да могат да се съставят, зареждат и настройват програми за управление движението на робота. Останалите блокове обогатяват възможностите на системата като й осигуряват връзка с оператора и други МПС по стандартен интерфейс.

- Блок за връзка с оператора

Включва матрична клавиатура с организация 3 колони и 4 реда. Бутоните се обхождат динамично като се активира една колона чрез изводи RB1 до 3 и се чете състоянието на бутоните чрез входове RB4 до 7. Промяната на състоянието на всеки извод може да предизвика вдигане на флаг за прекъсване и заявка за обслужване.
LCD дисплея е с организация 2 по 16 знака и се обслужва от PortD. Избран е полубайтов режим на обмен с цел икономия на изводи на ЕМК Въпрос на програма е каква буквено цифрова информация ще се извежда върху дисплея.

- Интерфейсен блок

Реализира CAN bus чрез вградения в ЕМК CAN контролер. Външно е включена драйверна схема MCP2551. Всички останали интерфейси използват вграденият в ЕМК модул UART и в даден момент само един от тях може да бъде активен. Външните схеми използвани от различните интерфейси са както следва:

- за RS232 се използва схема MAX232
- за LIN bus се използва драйвер MCP231
- за инфрачервения порт се използва кодер - декодер MCP2120 и излъчвател – приемник RPM870
- за радиоинтерфейса се използва приемопредавател MCP430

- Блок „часовник за реално време”

Реализиран е с чип PCF 8583. Той се свързва по интерфейс I^2C с ЕМК, енергонезависим е и има всички функции на часовник за астрономически време.
Захранването на системата става от външен източник 9V или от акумулаторна батерия при работа в автономен режим. Вграденият DC-DC конвертор генерира всички необходими за системата напрежения.

Всички блокове са интегрирани върху една платка и са разположени така, че дават лесен достъп за наблюдение и измерване. Предвидена е възможност за разширяване на функциите на МПС чрез

включване на допълнителни модули по интерфейс SPI или I^2C.

Програмирането и тестването на програмите става с помощта на програматор – дебъгер MPLAB IDC2 Lite.

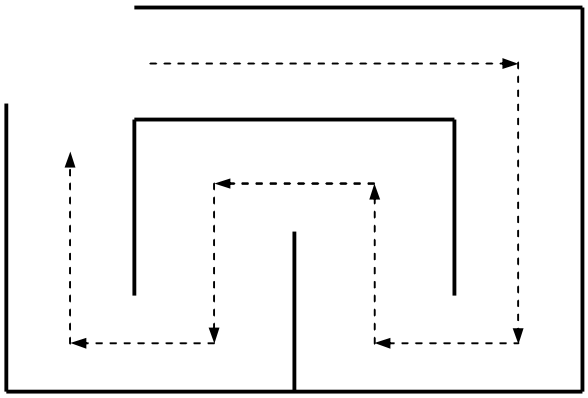
2. Задачи за изпълнение и алгоритми за управление на робота

Наличието на голям брой аналогови и цифрови входове в интерфейса на системата дава възможност за реализация на голямо разнообразие от задачи за движение и управление на робота. Дефинирани са три задачи, всяка от които може да се решава с различна степен на сложност:

- движение на робота в лабиринт с помощта на един или повече аналогови датчици за разстояние;
- движение на робота с помощта на рефлексни (цифрови) датчици по траектория, зададена от черна лента с ширина 2 см;
- движение на робота по предварително зададена траектория без помощта на датчици с цел настройка на параметри за реализация на ляв, десен и обратен завои, както и скоростта в зависимост от тактовата честота на процесора и коефициента на редукция.

За изпълнение на първата задача (движение в лабиринт) се използват два аналогови датчика за разстояние, монтирани между ходовата част и платката с едноплатковия микроконтролер. Диапазонът на измерване на използваните датчици е [10, 60] см. Това предполага, че тяхното разположение в конструкцията трябва да е винаги на разстояние не по-малко от 10 см от разстоянието, което се измерва. Поради тази причина датчиците са монтирани приблизително в средата на носещата платформа в близост до оста, свързваща двата двигателя.

На фиг. 3 е показан примерният вид на лабиринта, в който се движи робота:



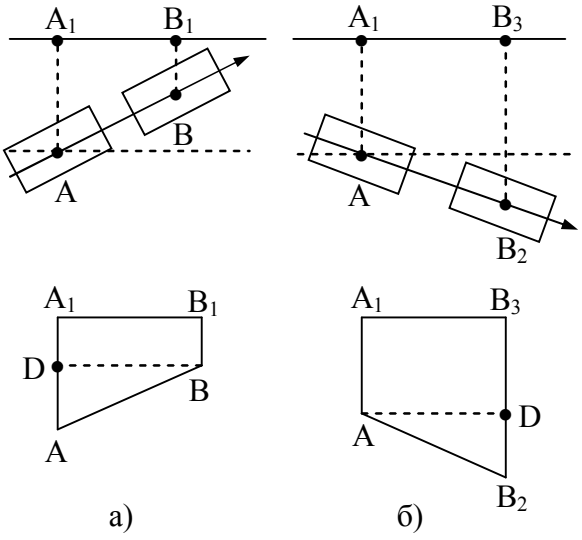
Фиг. 3. Лабиринт и идеална траектория

Стените са с ширина от 40 см, габаритните размери на робота са 20x12 см.

Алгоритъмът за управление на робота в лабиринт е относително елементарен и се свежда до измерване на разстоянието до отсрещна стена. Ако това разстояние по-голямо от 20 см, продължава движението напред. В противен случай се измерват разстоянията на 90 градуса наляво и 90 градуса надясно от траекторията на движение. Взема се решение за завиване наляво или надясно в зависимост от това кое разстояние е по-голямо.

Когато при движение не се излиза от идеалната траектория, горните правила са достатъчни изпълнение на задачата. На практика, обаче, са налице различни смущения. Най-често срещаните смущения са: двата двигателя и техните и редуктори не са еднакви, което води до различна скорост на движение на всяко колело; повърхността, по която се движи всяко колело не е еднаква по профил и особено по триене. Тези смущения водят до отклонение от идеалната траектория както в правите участъци, така и при изпълнение на завоите. Това налага в алгоритъма за управление да се внесат коригиращи действия, за да се позиционира системата по идеалната траектория.

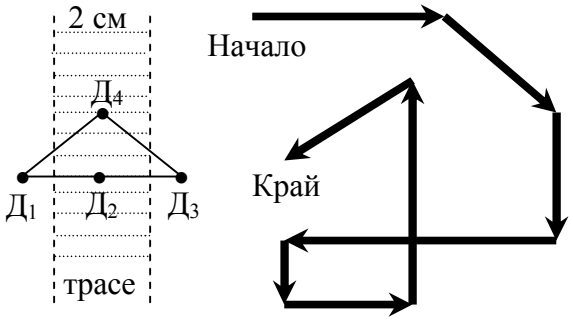
На фиг. 4 са дадени два най-често срещани варианта за отклонение от идеалната траектория.



Фиг. 4. Видове отклонения

Когато отклонението AD или B_2D надвиши предварително зададена стойност, в алгоритъма са предвидени команди „малко наляво” или „малко надясно”. При доближаване или отдалечаване до една от двете стени на коридора се използва завиване на 90 градуса и команди „напред” или „назад” за доближаване на идеалната траектория.

За решаване на втората задача под ходовата част са монтирани 4 рефлексни датчика. На фиг. 5 е показано разположението на датчиците и примерна траектория на движение:



Фиг. 5. Разположение на датчици и траектория на движение

Сигналът от рефлексните датчици е цифров, което означава, че са възможни 16 състояния, които определят командите за движение. Датчици $Д_1$ и $Д_3$ са монтирани на такова разстояние от $Д_2$, че ако $Д_2$ е в средата на лентата, $Д_1$ и $Д_3$ са на 3-4 мм извън нея. И в тази задача алгоритмите за поддържане на траекторията се усложняват поради наличие на различни смущения.

III. ИЗВОДИ

Роботът е тестван и се използва в лабораторни упражнения по няколко дисциплини.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. R. Dofr, R. Bishop, Modern Control System, Peason Education, 2008.
[2]. Н. Кенаров „PIC микроконтролери” част 2- Варна 2006.
[3]. www.microchip.com – PIC18F6585 Data Sheet – 68 pin High performance 64 KB Enhanced Flash Microcontroller with ECAN module – 2004
[4]. www.pololu.com.

За контакти:

инж. Сава Иванов, доцент д-р в катедра ”Компютърни науки и технологии” при ФИТА на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 407ТВ, e-mail: ivanovsi@abv.bg,
инж. Недялко Николов, доцент д-р в катедра ”Компютърни науки и технологии” при ФИТА на ТУ-Варна. e-mail: ned.nikolov@tu-varna

Рецензент: доц. д-р инж. Витан Димитров

АЛГОРИТЪМ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА *ФИНАЛЕН ПАКЕТ* ПОНЯТИЯ ПРИ ДИСТАНЦИОННО ОБУЧЕНИЕ

ALGORITHM FOR DETERMINING FINAL PACKAGE OF CONCEPTS FOR DISTANCE LEARNING

Митко М. Митев

Резюме: В доклада е предложена формализация на проблема за формиране и структуриране на финален пакет от понятия, разработена е теоретична постановка и са предложени различни варианти на проектни решения. Специално внимание е отделено на самостоятелното и независимо подреждане на понятията във финалния пакет в зависимост от тяхната свързаност със следващите дисциплини. Проблемът е разширен с отчитане на вътрешната свързаност на понятията при определени ограничения и в общия случай. Разработен е многовариантен алгоритъм и е предложена програмна среда за неговото експериментално изследване

Ключови думи: граф, понятие, структура, финален пакет

Abstract: In this paper a formalization of the problem for forming and structuring the final set of concepts is presented, a theoretical formulation is developed and different variations of project solutions are proposed. Special attention is paid to the separate and independent ordering of the concepts in the final package according to their connections with the following disciplines. The problem is extended with consideration of the internal connections between the concepts in the case of certain restrictions and in the general case. A multivariate algorithm is developed and a programming environment for its experimental research is proposed.

Keywords: graph, concept, structure, final package

I. УВОД

Подготовката на учебния материал по конкретна дисциплина [6] включва определяне на предметната област, фиксиране на необходимия задел, дефиниране на основните понятия и набиране на фактологичен материал. Дисциплината представлява част от учебен план на обучение и в този смисъл тя има предходни и следващи дисциплини.

Целта на настоящата публикация е да се намери рационално решение за подреждане по оста на времето на тези понятията, които представляват базови и/или следствие по отношение на понятията от следващите дисциплини. В известен смисъл тя се явява продължение на [1,2,3], които изследват вътрешното структуриране на понятията и се определя стартовия пакет.

II. ФОРМАЛИЗАЦИЯ

По аналогия с [3] нека са зададени следните множества:

$\boldsymbol{X} = \{\boldsymbol{x_i}\}$, $|X| = N$ множество от понятия, определени за разглежданата дисциплина,

$\boldsymbol{U} = \{\boldsymbol{u_{i,j}}\}$ - множество от причинно-следствени връзки между понятията

където $\boldsymbol{x_i}$ е базово понятия на понятието $\boldsymbol{x_j}$.

$\boldsymbol{W} = \{\boldsymbol{w_{ij}}\}$ – множество от тегловни коефициенти на понятията. Следователно

между X и W съществува едно-еднозначно съответствие.

$F = \{f_{ij}\}$ – множество от тегловни коефициенти на причинно-следствените връзки на понятията. Следователно между U и F съществува едно-еднозначно съответствие.

Подреденото множество $G(X,U,P,W,F)$ може да се интерпретира като краен, ориентиран граф , където $P(x_i,u_{ij},x_j)$ е инцидентор, представляващ триместен предикат със стойност истина, ако x_i се явява базово понятие на x_j.

Нека е зададен подграф E на графа G включващ тези понятия, които се явяват базови и/или следствие на понятия от следващите дисциплини по учебен план. В частност нека x_i е базово понятие от E и неговото местоположение еднозначно се идентифицира с индекса i . Времето, за което понятието „*ще съществува*" като базово до приключване на дисциплината може да се обозначи с v_{im} и се определя по формулата:

$$(1) \quad v_{i,m} = f_{i,m} \sum_{k=i+1}^{N} w_k$$

където m идентифицира неговото следствие.

Аналогично, ако понятието е следствие от базови понятия в следващи дисциплини.

$$(2) \quad v_{m,i} = f_{m,i} \sum_{k=N}^{i+1} w_k$$

Индексът m идентифицира базово понятие от следващата дисциплина на понятието x_i.

Сумирано за всички върхове от подграфа E

$$(3) \quad V_E = \sum_{\forall m} \sum_{\forall x_i \in E} (f_{i,m} \sum_{k=i+1}^{N} w_k + B f_{m,i} \sum_{k=N}^{i+1} w_k)$$

където B е коефициент въвеждащ различно тълкуване на причинно-следствените връзки от разглежданата дисциплина към следващите и обратно.

III. ТЕОРЕТИЧНА ОБОСНОВКА

Проектните решения за разполагане на финалните понятия по оста на времето могат да се разглеждат в следните аспекти:

- Групиране на финалните понятия в края на временната ос и последващо тяхно прегрупиране с цел минимизиране на сумите по формула (3).
- Преразпределение на финалните понятия с отчитане на вътрешната свързаност и интердисциплинарните връзки със следващите дисциплини.

1. ГРУПИРАНЕ НА ФИНАЛНИТЕ ПОНЯТИЯ

Формула (3) е съставена от два компонента: дъги в права посока, свързващи базово понятие с неговото следствие от следващата дисциплина и дъги в обратна посока, свързващи базови понятия от следващата дисциплина със следствия от разглежданата дисциплина.

Могат да бъдат определени следните три случая на проектни решения:

- Минимизиране на сумата изчислена по (3). Това означава, че базовите понятия и техните следствия са разположени максимално близко по оста на времето. Следователно формулата може да се използва за *оценка* на проектното решение за подреждане на финалния пакет от понятия.
- Минимизиране на сумата от тегловните коефициенти на дъгите в права посока. Това определя решение при което базовите понятия се разполагат максимално близко по оста на времето до техните следствия от следващите дисциплини. Т.к. не се отчитат обратните връзки, полученото решение може да определи незадоволителни резултати по отношение на нежеланите причинно-следствени връзки от следващите дисциплини по учебен план.
- Минимизиране на сумата от тегловните коефициенти на дъгите в обратна

посока. Това решение е препоръчително, когато има априорна информация, че множество от понятия в следващата дисциплина се явяват базови на понятия от разглежданата дисциплина.

Нека n върха от общия брой N определят подграфа E. След преподреждане на върховете същите са разположени на последните n места по оста на времето. Това определя началното решение $r_o \in R$ със сума V_0 от тегловните коефициенти на дъгите инцидентни с върховете от E и съответно с върхове от графите на следващите дисциплини.

Нека са зададени два произволни върха $x_i x_j \in E$ и съответно операция $\alpha(x_i x_j)$ разменяща местата на върховете. Получава се ново решение $r_\alpha \in R$ и съответно сума V_α.

Ако $V_\alpha < V_0$, то новото решение е по-близко до минимален екстремум отколкото първоначалното. Многократното прилагане на операцията $\alpha(x_i x_j)$ за всяка двойка върхове от E ще определи стойност на V_E на локален, респ. глобален екстремум.

2. РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ФИНАЛНИТЕ ПОНЯТИЯ С ОТЧИТАНЕ НА ВЪТРЕШНАТА СВЪРЗАНОСТ

Могат да бъдат определени следните три случая на проектни решения:

- Преразпределение на върховете от E при запазване на техните крайни позиции по оста на времето. Решението запазва близостта на финалния пакет от понятия до следващите дисциплини и оптимизира допълнително решението с отчитане на вътрешната свързаност.
- Преразпределение на върховете от E при запазване на техните крайни позиции по оста на времето и отчитане на тяхната свързаност с останалите върхове (понятия) от дисциплината.
- Преразпределение на финалния пакет от понятия и тяхното съвместяване с останалите понятия от дисциплината без да се запазват крайните им позиции. Решението в известен смисъл „*отдалечава*" финалния пакет от понятия на следващите дисциплини, но ги „*доближава*" до понятията на разглежданата дисциплина.

В първият случай преподреждането на понятията от финалния пакет се отнася единствено само за тях. Без да се нарушава общността на разглежданията нека номерирането на върховете от E е от **1** до n.По аналогия на [1,2] към сумата от тегловните коефициенти на дъгите от финалния пакет трябва да се добави и тази определена от (3)

(4)

$$V_E = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} f_{ij} \sum_{k=i}^{j-1} w_k + \\ + A \sum_{j=n}^{2} \sum_{i=j-1}^{1} f_{ji} \sum_{k=j}^{i-1} w_k + \\ + \sum_{\forall m} \sum_{\forall x_i \in E} \left(f_{i,m} \sum_{k=i+1}^{n} w_k + \right. \\ \left. + B f_{m,i} \sum_{k=n}^{i+1} w_k \right)$$

където A е коефициент на обратните връзки между понятията в разглежданата дисциплина.

Прилагането на операцията $\alpha(x_i x_j)$ за всяка двойка върхове принадлежащи на подграфа E ще определя процес на постепенно приближаване до минимален екстремум.

Във вторият случай формула (4) приема вида:

(5)

$$V = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^{N} f_{ij} \sum_{k=i}^{j-1} w_k + \\ + A \sum_{j=N}^{2} \sum_{i=j-1}^{1} f_{ji} \sum_{k=j}^{i-1} w_k + \\ + \sum_{\forall m} \sum_{\forall x_i \in E} \left(f_{i,m} \sum_{k=i+1}^{N} w_k + \right. \\ \left. + f_{m,i} \sum_{k=N}^{i+1} w_k \right)$$

при условие, че индексът ***i*** за върховете от финалния пакет не може да заеме стойности по-малки от ***N-n***.

В третият случай е валидна същата формула (5) без да се спазва ограничението за индекса ***i*** от финалния пакет.

За минимизиране стойността на ***V*** се прилага операцията $\alpha(x_i x_j)$ с или без въведеното ограничение за индекса.

IV. АЛГОРИТЪМ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ФИНАЛНИЯ ПАКЕТ ОТ ПОНЯТИЯ

На основание представената теоретична постановка е разработен алгоритъм за определяне и подреждане на понятията от финалния пакет по оста на времето. Алгоритъмът включва следните основни моменти:

1. Въвеждане на броя на понятията, експериментална оценка на тяхната сложност, определяне на причинно-следствените връзки и техните тегловни коефициенти и коефициента ***A*** на обратните връзки.
2. Определяне на първоначално (случайно) подреждане на върховете по оста на времето.
3. Определяне на понятията от финалния пакет и характеристиките на причинно-следствените им връзки със следващите дисциплини.
4. Преподреждане на понятията с цел разполагане на понятията от финалния пакет в края на временната ос.
5. Определяне областта на прилагане на операцията $\alpha(x_i x_j)$

а) само за върховете от финалния пакет и техните връзки със следващите дисциплини,
б) аналогично на предното, но с отчитане на тяхната вътрешна свързаност,
в) с ограничение на индекса i,
г) без ограничение на индекса.

6. Процесът на формиране на двойки върхове и последващо разменяне на местата им се прекратява при обхождането на определения диапазон или при цикъл за който сумата от теглата не се променя.
7. При многовариантна оптимизация се изпълнява отново **т.5.** В противен случай алгоритъмът се прекратява.

За целите на експерименталните изследвания [4,5] е разработена програмна платформа съдържаща следните компоненти:

- Генератор на случайни числа за определяне теглата на върховете.
- Генератор на случайни числа за генериране на върховете от финалния пакет,
- Генератор на случайни числа за генериране характеристиките на дъгите между върховете на графа интерпретиращ разглежданата дисциплина и връзките и със следващите дисциплини.
- Програмна реализация на разработения алгоритъм с възможности за избор на диапазон (вариант) на изследване и пренареждане на понятията.
- Програмна част за регистрация на основните параметри на алгоритъма и времето за изпълнение на отделните решения.
- Програмна част за статистическа обработка на получените резултати и доказване ефективността на алгоритъма.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният алгоритъм и неговата програмна реализация могат да се използват като самостоятелно инструментално средство за определяне и подреждане на понятията от финалния пакет при съответно намиране на рационално решение за тяхното преразпределение с отчитане на „*близостта*” им до понятията от следващите дисциплини и/или до

понятията от разглежданата дисциплина. При решаване на интерфейсните проблемите с други програмни системи алгоритъмът респ. програмата е възможно да бъде използвана като техен функционален компонент.

Резултатите получени от изпълнението на програмата имат препоръчителен характер при подготовката на учебен материал за целите на дистанционното обучение що се касае до подреждане на темите, съобразно включените понятия и причинно-следствени връзки между тях.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Елена Рачева, Митко Митев, Елеонора Калчева, Генетичен алгоритъм за структуриране на учебното съдържание за целите на дистанционно обучение, Списание „*Компютърни науки и технологии*", бр. 1/2008 г., ТУ-Варна

[2] Митко Митев, Елена Рачева Разработка на алгоритъм и програма за структуриране на учебен материал, Списание „*Компютърни науки и технологии*", бр. 2/2008 г., ТУ-Варна

[3] Mitko Mitev, Elena Racheva, Ginka Marinova, Algorithm for Defining of Initial Package of Notions for Purpose of E-Learning, CompSysTech'2009, Ruse, Bulgaria, 2009

[4] Проект №483 Разработване на учебен курс по дисциплината „Синтез и анализ на алгоритми" за целите на дистанционно обучение с изследване на начините за представяне на учебния материал и създаване на специализирана база от данни с текстова и графична информация", ТУ-Варна, 2008

[5] Проект НП №25, Теоретична разработка и реализация на програмна платформа за компютърно проектиране и изследване на курсове за дистанционно обучение, ТУ-Варна, 2009

[6] Learning Technology Standards Committee, Draft Standard for Learning Object Metadata. IEEE Standard 1484.12.1, New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers

За контакти:
инж. Митко Митев, доц.д-р
Катедра "*Компютърни науки и технологии"* при ФИТА на Технически университет – Варна, ул. Студентска № 1, 305ТВ
e-mail: **mitevmm@abv.bg**

Рецензент: доц. д-р инж. Елена Рачева

ХИБРИДЕН РЕГУЛИРАЩ ЕЛЕМЕНТ ВЪВ ВИСОКОВОЛТОВА ВЕРИГА ЗА ФОРМИРАНЕ НА ИМПУЛСЕН РАЗРЯД В ТЕЧНА СРЕДА

HYBRID REGULATING ELEMENT IN HIGH VOLTAGE CIRCUIT FOR PULSE DISCHARGE FORMING IN LIQUID MEDIUM

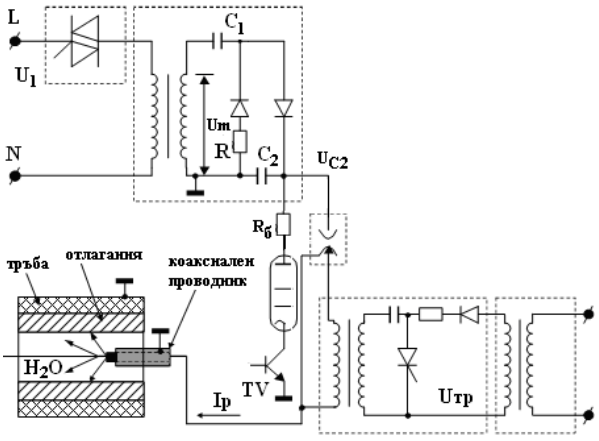
Стефан Барудов, Милена Дичева

Резюме: Формирането на импулсен разряд в течна среда с различни технологични приложения изисква възможности за изменение на параметрите на разрядния импулс в широк диапазон. Това може да се постигне ако в зарядния преобразувател има две вериги за управление – променливотоков регулатор на входа и паралелен стабилизатор на изхода. За високоволтови вериги активният регулиращ елемент на паралелния стабилизатор може да бъде само хибриден лампово-транзисторен. В работата са изследвани коефициентът на стабилизация и мощността разсейвана от хибридния регулиращ елемент.
Ключови думи: заряден преобразувател, лампово-транзисторен регулиращ елемент, паралелен стабилизатор

Abstract: The formation of pulse discharges in liquid medium with different technological applications requires possibilities for change of the discharge pulse parameters in a wide range. This can be achieved with two control circuits in the charge converter – input AC regulator and output parallel stabilizer. For high voltage circuits the active regulating element of the parallel stabilizer can be only hybrid lamp-transistor type. In the current work are studied the coefficient of stabilization and the dissipated power by the hybrid regulating element.
Keywords: charge converter, lamp-transistor regulating element, parallel stabilizer

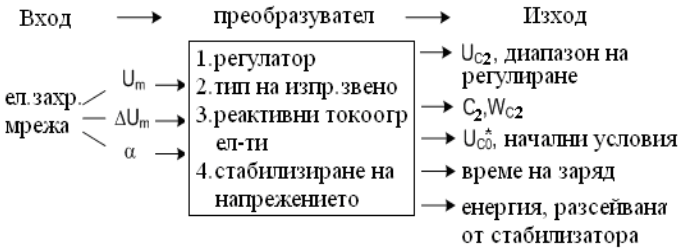
I. ВЪВЕДЕНИЕ

Импулсният разряд в течна среда намира различни технологични приложения [1]. Вариант на преобразувател за капацитивно натрупване на енергия и формиране на разряден импулс е посочен на фиг.1. [2,3]



Фиг.1

Структурната схема на преобразувателя за капацитивно натрупване на енергия е посочена на фиг.2. [4]



Фиг.2

Където:
- U_m, ΔU_m – амплитуда и изменението на входното напрежение;
- α – ъгъл на проводимост на регулатора;
- C_2, W_{C2} – капацитет на кондензаторната батерия и енергия;
- U_{C0}*– начално напрежение на заряд.

Някои от основните изисквания към преобразувателя от фиг.2 са:

- Необходимост от регулиране на запасена енергия в широк диапазон, като времето на заряда се ограничава от необходимата честота на разрядните импулси;

- Възможност за кратко време за работа в режим близък до късо съединение, тъй като в момента на разряд съпротивлението на течната среда е много ниско;
- Стабилизиране на зарядното напрежение за осигуряване повторяемост на параметрите на генерираните разрядни импулси. Целесъобразно е използването на паралелни стабилизатори, присъединени директно към работния кондензатор.
- Ограничаване на зарядния ток чрез включване на различни токоограничаващи реактивни елементи.

За удовлетворяване на изискванията са формирани два кръга за управление – регулатор на променливото напрежение на входа и стабилизатор на изхода. Следователно времето на заряд е разделено на два периода – нарастване на напрежението на работната кондензаторна батерия и стабилизиране на последното. Презареждането на работната кондензаторна батерия се дължи на това, че комутацията на симисторния ключ е естествена при преминаване на тока през него през нулата. Във втория период за ограничаване на разсейваната мощност от регулиращия елемент на стабилизатора се променя ъгълът на управление на симисторния ключ от регулатора на входа на преобразувателя – фиг.1.

Ако приемем, че U_{C2} е напрежението, до което е заредена работната кондензаторна батерия C_2- фиг.1 с отчитане на презареждането, а U_{C0} е необходимото работно напрежение, то разгледаният до тук процес може да се опише:

- $U_{C2}<U_{C0}$ – капацитивно натрупване на енергия;
- $U_{C2}\geq U_{C0}$ – процес на стабилизация.

Веригите в разглеждания преобразувател са нелинейни. Времето на зареждане $t_з$, максималният заряден ток $i_{зар.max}$ и мощността разсейвана от регулиращия елемент P са сложни функции на структурата, законите за управление и входно изходните параметри:

$$t_3 = t_3(C_2, U_{C2}, U_m, \Delta U_m, \alpha);$$
$$i_{зар\max} = i_{зар\max}(C_2, U_m, \Delta U_m, \alpha)$$
$$P = P(C_2, U_{C2}, U^*_{C0}, U_m, \Delta U_m, \alpha).$$

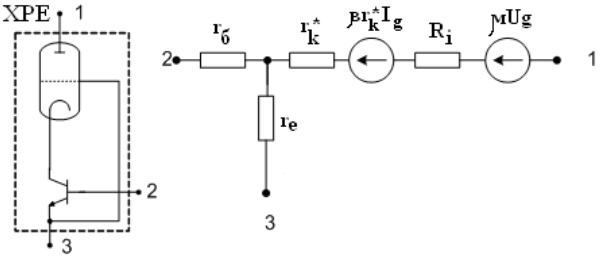
Предложеното схемно решение за преобразувател, включващ: регулатор на променливо напрежение; повишаващ трансформатор с разсейване; изправително звено с капацитивен токоограничаващ елемент и паралелен стабилизатор дава възможност при осигуряване на контролираните параметри t_3 и U_{C2} чрез подбор на Um и α да се реализира и намалено токово натоварване за периода $U_{C2}<U_{C0}$ и след това при $U_{C2}\geq U_{C0}$ с промяна на α да се осъществи намаляване на разсейваната мощност.

За стойности на U_{C2}=6÷12kV регулиращия елемент на стабилизатора може да бъде само хибриден лампово-транзисторен (ХРЕ).

II. АНАЛИЗ

Целта на настоящата работа е анализ на ХРЕ в паралелен стабилизатор на напрежение, осигуряващ при презареждане на C_2 ($U_{C2}>U_{C0}$) разреждането му до U_{C0} с константен ток I_p и определяне на мощността разсейвана от ХРЕ.

На фиг.3 е посочен вариант на лампово-транзисторен ХРЕ, като транзисторът изпълнява ролята на катоден динамичен товар. На същата фигура е посочена и заместващата схема на ХРЕ.



Фиг.3

Където:

- r_δ, r_k^*, r_e и $\beta r_k^* I_B$ са елементи от Т-образната заместваща схема на транзистор.
- R_i и μU_g – представят електронната лампа.

- $\mu = \frac{U_a}{U_g}$, U_a - напрежение на анода на лампата, а U_g - на управляващата решетка.

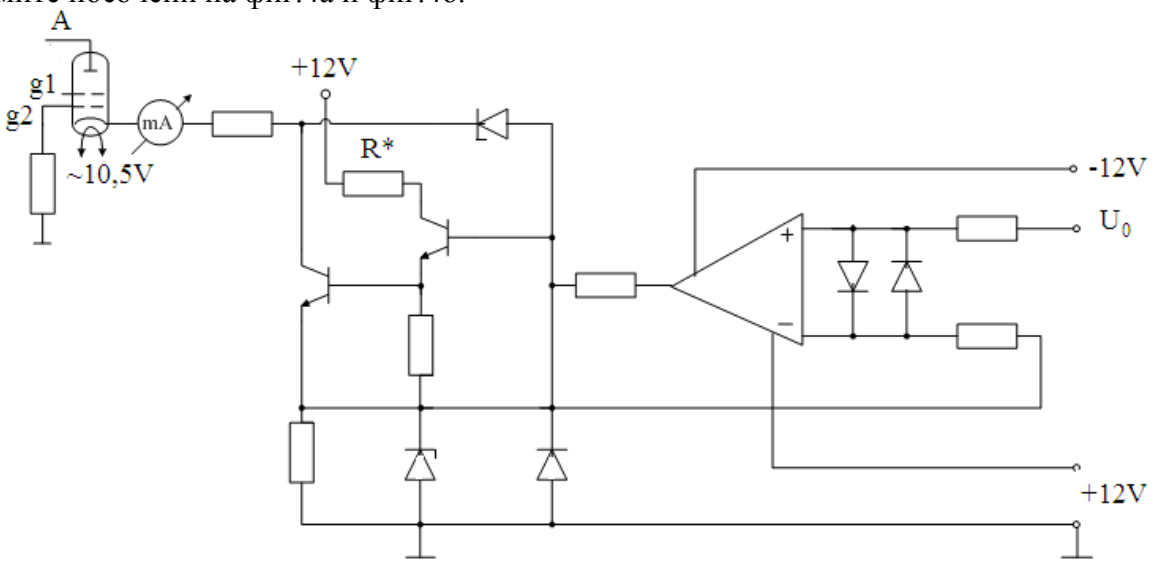
- $R_i = \frac{U_a}{I_a}$, I_a е аноден ток на лампата.

И лампата и транзисторът са нелинейни елементи. За конкретен постояннотоков режим, при ниско ниво на синусоидалните смущаващи въздействия и лампата и транзисторът могат да се приемат за линейни елементи.

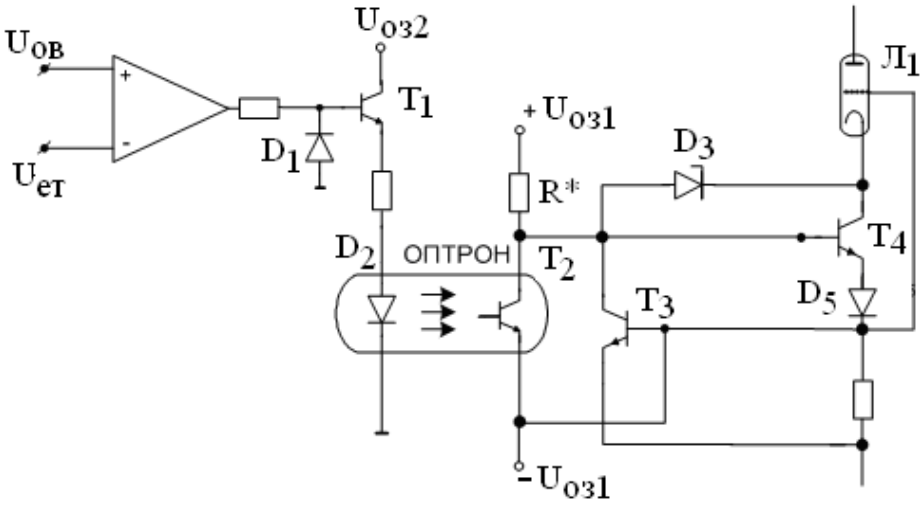
Управлението на транзистора в катодната верига на електронната лампа от ХРЕ може да се реализира по някоя от схемите посочени на фиг.4а и фиг.4б.

Ценеровият диод предпазва транзистора от пробив по напрежение. При аварийна ситуация ценеровият диод се отпушва и транзисторът в катодната верига на ХРЕ се насища. Електронната лампа се отпушва и максимално-токовата защита изключва високото напрежение. Тази схема за управление на ХРЕ задължително изисква заземен емитер на транзистора в катодната верига.

Когато конструктивни или други съображения наложат заземяване в друга точка от последователно свързаните разрядна среда и ХРЕ следва да се търсят други решения.

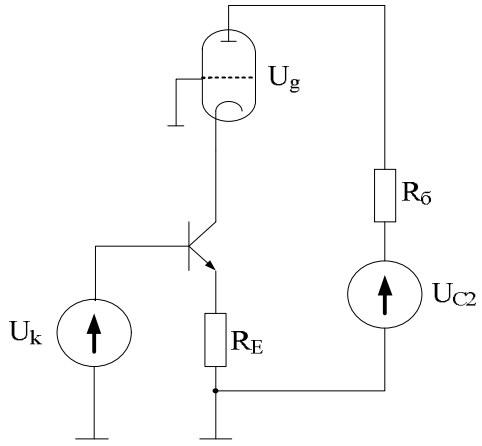


Фиг.4а



Фиг.4б

На фиг.4б е посочено галванично развързано чрез оптрон управление на ХРЕ. Транзисторът T_3 реализира ограничаване на разрядния ток, а ценеровият диод D_3 защитава T_4 по напрежение. Предложеният вариант изисква един допълнителен източник на оперативно захранващо напрежение U_{O31}, изпълнен с необходимото изолационно ниво. U_{ET} и U_{OB} са съответно еталонното напрежение, с промяната на което се въвежда регулиране и напрежение за обратна връзка.



Фиг.5

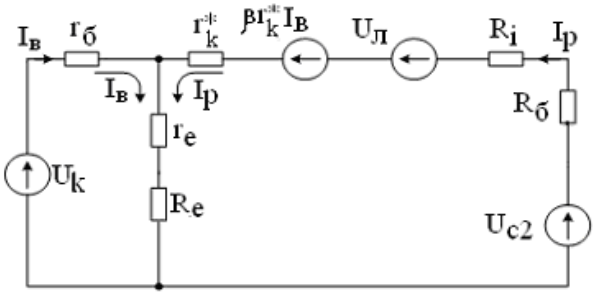
U_k – фиг.5 е напрежението на базата на транзистора, изпълняващ ролята на катоден динамичен товар. Ако $U_k=U_0$* - постоянен източник на напрежение се реализира параметричен стабилизатор на ток - $I_P \approx \dfrac{U_0^* - 0{,}5}{R_e}$.

Ако $U_k = k(U_0 - I_p . R_ш)$ то ХРЕ се превръща в компенсационен стабилизатор на тока, с който се разрежда работната кондензаторна батерия. "k" е коефициент на усилване на съответния операционен стабилизатор.

Заместващата схема на силовата верига от фиг.5 е посочена на фиг.6.

U_Λ от фиг.6 може да се определи от ур.1:

$$U_\Lambda = \mu U_g = \mu\left[I_в\left(\beta r_k^* + r_e + R_e\right) + I_P\left(r_e + R_e + r_k^*\right)\right] \quad (1)$$



Фиг.6

За случаите параметричен стабилизатор и компенсационен стабилизатор са валидни ур.2 и ур.3:

$$\begin{vmatrix} I_B A_1 + I_P\left[(\mu-1)\left(R_e + r_e + r_k^*\right) - R_i - R_\delta\right] = -U_{C2} \\ I_B A_2 + I_P\left(R_e + r_e\right) = U_0^* \end{vmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{vmatrix} I_B A_1 + I_P\left[(\mu-1)\left(R_e + r_e + r_k^*\right) - R_i - R_\delta - R_{Ш}\right] = -U_{C2} \\ I_B A_2 + I_P\left(R_e + kR_{Ш} + r_e\right) = kU_0^* \end{vmatrix} \quad (3)$$

Където:

$$A_1 = \beta r_k^*(\mu+1) + \left(r_e + R_e\right)(\mu-1)$$

$$A_2 = r_в + R_e + r_e$$

От ур.2 и ур.3 за I_p са валидни съответно ур.4 и ур.5:

$$I_P = \frac{U_0^* A_1 + A_2 U_{C2}}{A_1\left(R_e + r_e\right) - A_2\left[(\mu-1)\left(r_k^* + r_e + R_e\right) - R_i - R_\delta\right]} \quad (4)$$

$$I_P = \frac{U_0^* A_1 + A_2 U_{C2}}{A_1\left(R_e + r_e + kR_{Ш}\right) - A_2\left[(\mu-1)\left(r_k^* + r_e + R_e\right) - R_i - R_\delta - R_{Ш}\right]} \quad (5)$$

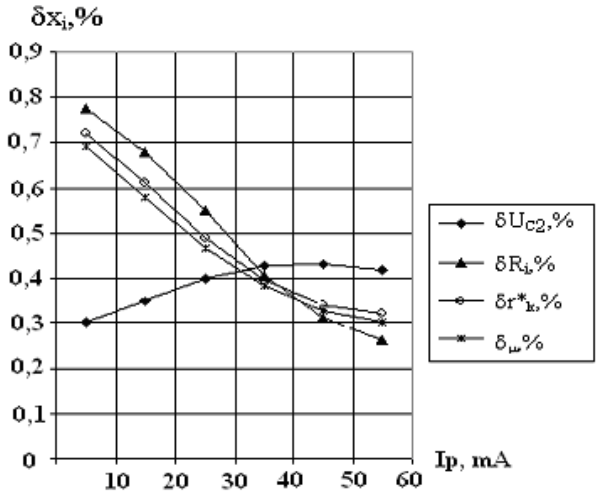
Ако дефинираме нестабилност δ_{xi} – ур.6:

$$\delta_{xi} = \frac{\partial I_P}{\partial x_i} \cdot \frac{\Delta x_i}{2 I_P} \quad (6)$$

Тогава

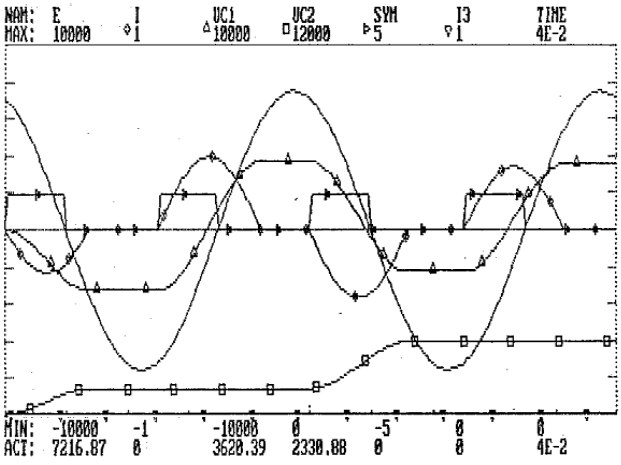
$$\delta_{I_{PMAX}} = \sum_{i=1}^{n} \left|\delta_{x_i}\right| . \quad (7)$$

На фиг.7 са посочени δ_{x_i} за случай на електронна лампа ГИ7Б и транзистор КТ809 и за ΔU_{C2} = 10%, ΔR_i =10%, Δr_k^*=10%, $\Delta\mu$ = 10%.

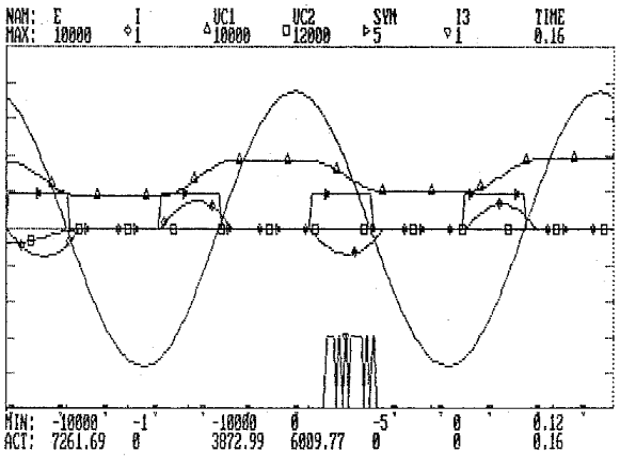


Фиг.7

Използвайки програмен продукт MATLAB, позволяващ компютърна визуализация и за ъгъла на проводимост α=1,9rad; L=50H, R=3 kΩ, C_1=0,25μF, C_2=1 μF и $R_б$=30kΩ, началото и краят на зарядния процес са посочени съответно на фиг.8а и фиг.8б. [4], където L е индуктивността на разсейване на високоволтовия трансформатор – фиг.1.



Фиг.8а



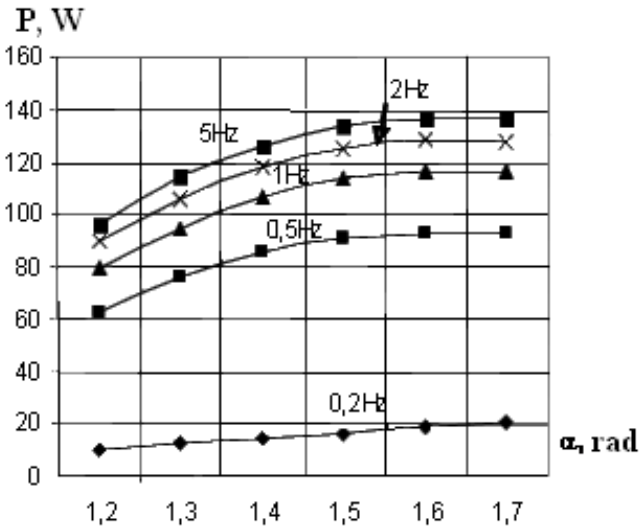
Фиг.8б

Мощността, разсейвана от ХРЕ, може да определи от ур.8:

$$P = 0{,}5C_2(U_{C2} - U_{C0})(U_{C2} + U_{C0})f\,, \quad (8)$$

където f е мрежовата честота.

За параметрите L=50H, R=3 kΩ, C_1=0,25μF, C_2=1 μF и $R_б$=30kΩ и U_{C0}=6kV при различна честота на управление на разрядните импулси - 0,2; 0,5; 1; 2 и 5 Hz и ъгъл на проводимост на симисторния ключ – фиг.1 – в диапазона 1,2÷1,7 rad, мощността P, разсейвана от ХРЕ, е посочена на фиг.9.



Фиг.9

Аналитично получените резултати са сравнени с експериментални за ХРЕ базиран на ГИ7Б и транзистор КТ809 и показват добро съвпадение – нестабилност под 3% и разсейвана мощност не по-висока от 140W.

III. ИЗВОДИ

За зарядна верига, включваща трансформатор с разсейване, променливотоков регулатор на страна ниско напрежение, изправително звено с капацитивен баласт и работна кондензаторна батерия с паралелен стабилизатор на страна високо напрежение с хибриден лампово - транзисторен регулиращ елемент са предложени аналитични изрази за определяне на нестабилността и мощността разсейвана от хибридния регулиращ елемент при обхващане спецификата на зарядната верига, законите за управление и особеностите на предложеното схемно решение.

Съпостаставени са аналитичните и експериментално получени резултати от измервания върху прототип, които сочат добро съвпадение.

Предложеният метод и аналитични изрази могат да се използват при проектиране на подобни съоръжения.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] А.М. Гашимов, Г.Дж.Гусейнов, К.Б. Гурбанов, Р.А. Мурадова. Эффективная технология очистки сточных вод промышленных предприятий, Националньной Академии Наук Азербайджана, научно-технический журнал ”Проблемы энергетики”, №2-3, Баку, 2008, ISSN 1302-6461, с.84÷91.

[2] С. Т. Барудов. Электрические процессы и устройства для управления разрядом в газовой среде., Баку, Азербайджанский технический университет, 2004, ISBN 5-86106-002-9.

[3] С. Барудов, Э. Барудов. Система управления разрядом., Националньной Академии Наук Азербайджана, научно-технический журнал ”Проблемы энергетики”, №2-3, Баку, 2008, ISSN 1302-6461, с.96-100.

[4] S.T. Barudov, M.D. Dicheva, Analyses of electrical processes in converters for capacitive energy accumulation, Bulletin of Petroleum-Gas University of Ploiesti, Technical series, Vol. LX, № 3B, Ploiesti, 2008, ISSN 1224-8495, pp.175÷182.

За контакти:

инж.Стефан Барудов, професор д-р в Катедра „Електроенергетика” при ЕФ на ТУ-Варна, ул Студентска №1, 401УК
e-mail: sbarudov@abv.bg

инж.Милена Дичева, асистент в Катедра „Електроенергетика” при ЕФ на ТУ-Варна, ул Студентска №1, 824Е
e-mail: m.dicheva@tu-varna.bg

Рецензент:

проф. д.т.н. мат. инж. Крум Герасимов

ИЗСЛЕДВАНЕ НА УСТАНОВЕНИ РЕЖИМИ И ПРЕХОДНИ ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНИ СИСТЕМИ (ЕЕС) ЧРЕЗ СОФТУЕРНИЯ ПАКЕТ POWER SYSTEM ANALYSIS TOOLBOX (PSAT)

ANALYSIS OF STEADY STATE AND TRANSIENT PROCESSES IN POWER SYSTEMS USING THE SOFTWARE - POWER SYSTEM ANALYSIS TOOLBOX (PSAT)

Юлиан Рангелов

Резюме: В доклада се представя безплатният софтуерен продукт PSAT за пресмятане на потокоразпределение, анализиране на устойчивостта при малки и големи смущения и изследване на преходни процеси в ЕЕС

Ключови думи: ЕЕС, потокоразпределение, преходни процеси, устойчивост, MATLAB, Octave

Abstract: The paper presents the freeware software package PSAT, which is used for load flow calculation, small signal stability and transient analyses in power systems

Keywords: Power system, power flow, Transient processes, stability, MATLAB, Octave

I. ВЪВЕДЕНИЕ

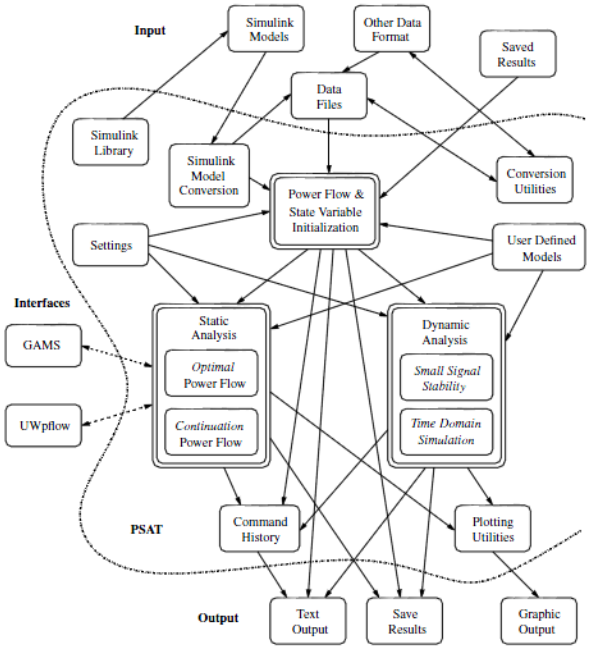
Съвременните компютри ни предоставят неограничени възможности за създаване и използване на мощни компютърни програми за провеждане на изследвания в областта на електроенергетиката. Създаването на независими многофункционални програми от типа всичко в едно, даващи възможност за цялостен анализ на ЕЕС изисква многогодишен труд. Използването на софтуер от рода на GE PSLF и Siemens-PTI PSS/E, които са доказани продукти, използвани във всички електроенергийни компании по света, изисква значителни финансови инвестиции. В последните години не е лукс в България, всеки инженер да разполага с компютър, в който е скрита и обикновено неизползвана огромна изчислителна мощ, както на работното място така и в домашни условия. При такава база единствения проблем е избора на подходящ софтуер.

Целта на настоящия доклад е да се представи софтуера PSAT и възможностите за внедряването му в учебния процес по базови дисциплини на специалност “Електроенергетика”.

PSAT [1] е MATLAB приложение разработено от италианския професор Фредерико Милано – член на IEEE и автор на редица публикации по темата [1]. Първата му версия е пусната през 2002 година [4]. Програмата е с т.нар. отворен лиценз и е безплатна. Последните й версии са съвместими и с безплатния клонинг на MATLAB – Octave [2].

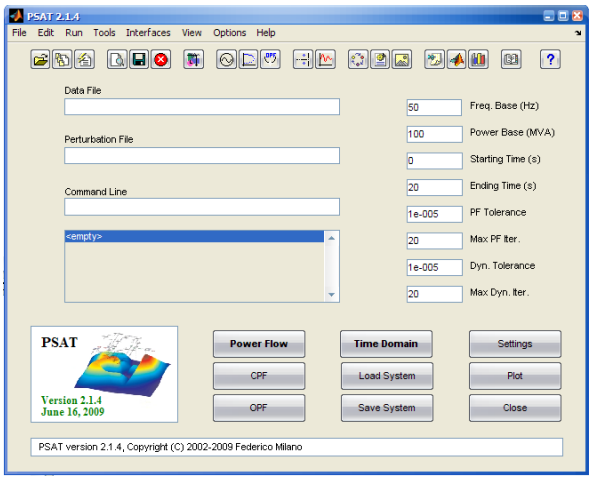
II. АНАЛИЗ

На фиг. 1 е показана блокова схема на програмата.



Фиг. 1. Блокова схема на PSAT

На фиг. 2 е показан главният екран на програмата. От него могат да се изпълнят всички основни функции споменати по-долу, както и да се зададат настройки за изчислителния процес.

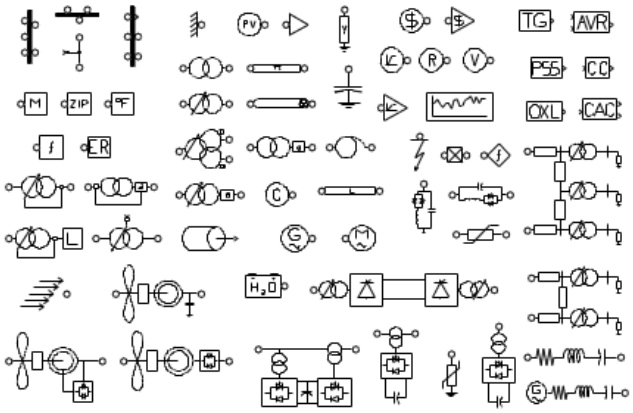


Фиг. 2. Главен екран на програмата

За изследването на статични и динамични процеси, първо се извършва инициализация на входните данни и изчисляване на установен режим (Power flow), след това програмата дава възможност да се изчисли оптимално или разширено (продължително) потокоразпределение (OPF или CPF), анализ на устойчивостта при малки смущения и симулации във временната област. За постигане на високо ниво на точност при моделирането на ЕЕС PSAT разполага с голяма база от линейни и нелинейни модели, по-важните от които са:

1. Свързани с изчисляване на установени режими – електропроводни линии, трансформатори, свързващи възли, шини твърдо напрежение, източници, товари и шунтове;
2. За изследване на преходни процеси – прекъсвачи и трифазно късо съединение;
3. Измерване на честотата във възлите;
4. Зависими от честотата и напрежението товари;
5. Синхронни машини с ред на описанието от 2 до 8;
6. Регулатори и стабилизатори, ограничители на възбуждането и вторично регулиране на напрежението;
7. Трансформатори с регулиране на напрежението под товар и фазоизместващи трансформатори;
8. Разнообразни FACTS устройства;
9. Вятърни турбини.

Освен с интуитивен интерфейс програмата разполага с възможност за конвертиране на данни с друг формат, и за конструиране на ЕЕС в MATLAB Simulink формат (фиг. 3) на база изброените по-горе модели, както и с разширение позволяващо създаването на нови такива и добавянето им към съществуващите.



Фиг. 3. Библиотека на PSAT в Simulink

В своите алгоритми PSAT се базира на класическото описание на ЕЕС с диференциални и алгебрични уравнения

$$\begin{vmatrix} \dot{x} = f(x, y, p); \\ 0 = g(x, y, p), \end{vmatrix} \qquad (1)$$

където с x са отбелязани променливите на състоянието; y са алгебрични променливи; p - независими променливи; f и g - диференциални и алгебрични уравнения. Вторите са получени, като сума от всички активни и реактивни мощности във възлите

$$g(x, y, p) = \begin{bmatrix} g_p \\ g_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{pm} \\ g_{qm} \end{bmatrix} - \sum \begin{bmatrix} g_{pc} \\ g_{qc} \end{bmatrix}, \qquad (2)$$

където g_{pm} и g_{qm} са потоците на мощност

в електропроводите, а g_{pc} и g_{qc} мощностите инжектирани във възлите.

PSAT е компонентно ориентирана и всеки елемент се моделира отделно

$$\begin{vmatrix} \dot{x}_c = f_c(x_c, y_c, p_c); \\ P_c = g_{pc}(x_c, y_c, p_c); \\ Q_c = g_{pc}(x_c, y_c, p_c), \end{vmatrix} \quad (3)$$

след което се конструира обединеното описание (1).

Потокоразпределение (PF) се пресмята, като (1) добива вида

$$\begin{vmatrix} 0 = f(x, y); \\ 0 = g(x, y), \end{vmatrix} \quad (4)$$

Продължително потокоразпределение се пресмята, като системата (4) добива вида

$$\begin{vmatrix} 0 = f(x, y, \lambda); \\ 0 = g(x, y, \lambda), \end{vmatrix} \quad (5)$$

където λ е товаров параметър, чрез който се изменят базовите мощности на генераторите и товарите

$$\begin{vmatrix} P_G = (\lambda + \gamma k_G) P_{G0} \\ [P_L, Q_L] = \lambda [P_{L0}, Q_{L0}] \end{vmatrix}, \quad (6)$$

където k_G е скаларна величина определяща разпределението на загубите между генераторите, а γ - фактор на участие на всеки генератор в разпределението на загубите.

За решаване на задачата за оптимално потокоразпределение се решава следната оптимизационна задача

$$\begin{aligned} &\min_{(y,p)} F(p) \\ &\quad g(y, p) = 0 \\ &\quad h_{\min} \le h(y) \le h_{\max} \\ &\quad p_{\min} \le p \le p_{\max}, \end{aligned} \quad (7)$$

където g и y са дефинирани в (1); p са променливи зависещи от търсенето и предлагането на електроенергия; h са технологични ограничения.

Анализът на устойчивостта при малки смущения се прави на база пресмятане на собствените стойности на матрицата на състоянието на линеаризираната система

$$\begin{bmatrix} \Delta\dot{x} \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_x & F_y \\ G_x & J_{LFV} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} = [A_C] \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix}, \quad (8)$$

където $F_x = \nabla_x f$, $F_y = \nabla_y f$, $G_x = \nabla_x g$ и $J_{LFV} = \nabla_y g$, A_C е якобианата на динамичната система. Матрицата на състоянието A_S може да се получи, като в (8) се изключи Δy и при условие, че J_{LFV} е несингулярна от израза

$$A_S = F_x - F_y J_{LFV}^{-1} G_x$$

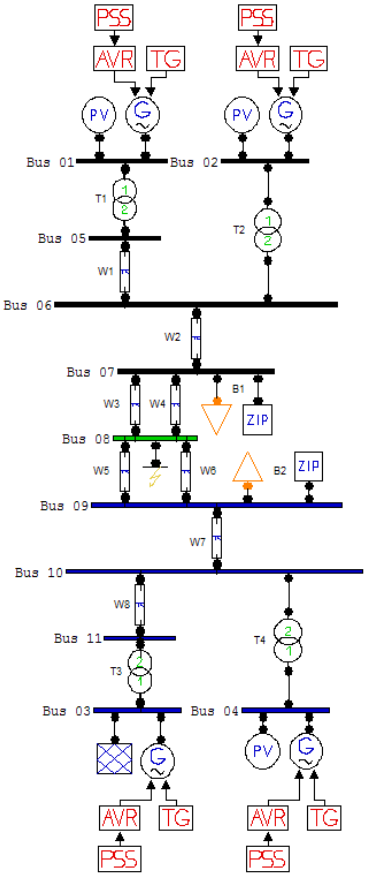
Тъй като изчисляването на собствените стойности за големи системи е бавен процес, PSAT дава възможност да се търсят само част от тях по някакъв критерий - най-голяма или най-малка амплитуда. Изчисляват се и факторите на участие.

За анализ на процесите във времевата област описанието се интегрира по метода на трапците или по обратния метод на Ойлер. Имитирането на смущения става чрез използването на моделите на прекъсвач и късо съединение. Могат да се предизвикват и чрез промяна в заданията на регулаторите, а също така да се моделират и добавят от потребителя.

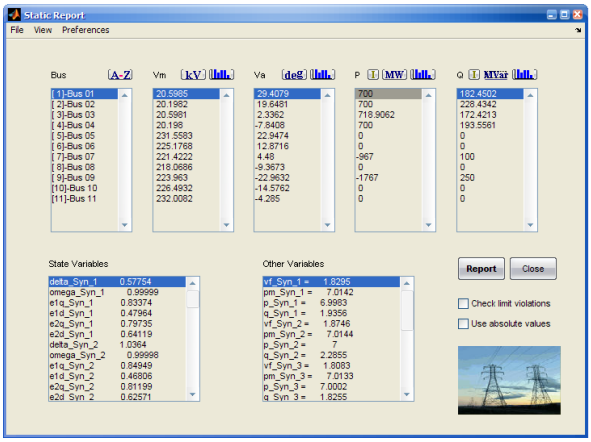
За представяне на работата с PSAT е използвана примерна двузонна EEC [5] с 11 възела, която е показана на фиг. 4 и съдържа четири генератора, на които са монтирани турбинен регулатор, автоматично регулиране на възбуждането и системен стабилизатор; четири повишаващи трансформатора; осем електропровода; два обобщени товара.

На фиг. 5 са показани резултатите от изчисляването на потокоразпределението по възли в именовани единици. Дадена е възможност за извеждане на резултатите и в относителни единици. Изведени са и стойностите на променливите в обединеното описание след инициализация. Прог-

рамата генерира и текстов файл, в който се записват резултати за: напреженията във възлите на схемата; мощностите на генераторите и товарите; потоците и загубите на мощност през електропроводите и трансформаторите; сумарната генерация, товар и загуби.

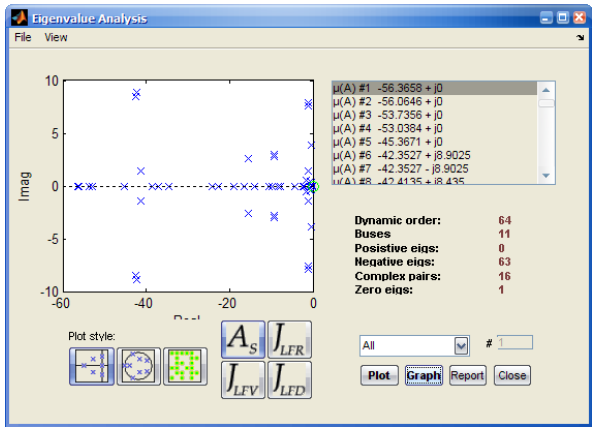


Фиг. 4. Примерна конфигурация на ЕЕС



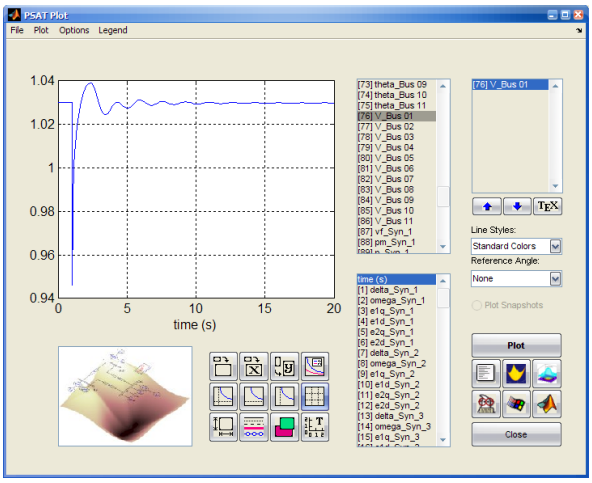
Фиг. 5. Визуализиране на резултатите за потокоразпределението

На фиг. 6 са показани резултатите от анализа на устойчивостта при малки смущения на разглежданата ЕЕС. Тук може да се избира между търсенето на всички собствени стойности и само на част от тях по определен критерий, който потребителя посочва от списък (с най-голяма или най-малка амплитуда, реална или имагинерна част). Отново има възможност за генериране на текстов файл с резултати съдържащ и т. нар. матрица на факторите на участие на променливите на състоянието.

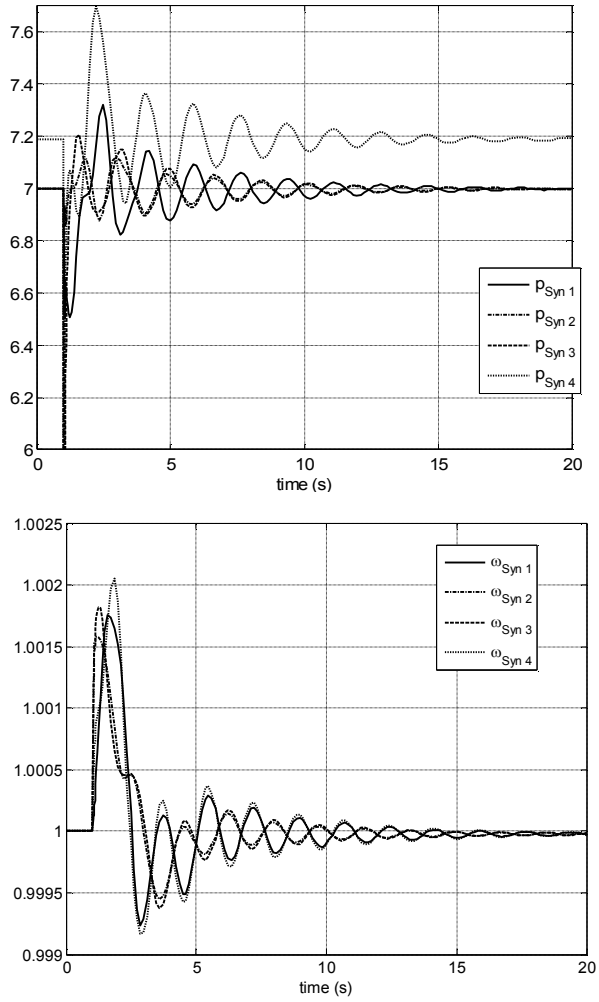


Фиг. 6. Визуализация на собствените стойности на матрицата A_S на линеаризираното описание на модела на примерната ЕЕС

За онагледяване на възможностите на програмата за симулации във времевата област във възел 8 в първата секунда от изчислителния интервал от време (20s.) е направено трифазно метално късо съединение с времетраене 0,05s. Резултатите се визуализират на отделен екран (фиг. 7). Той дава възможност за извеждане на изменението на променливите участващи в описанието във времевата област и една спрямо друга, форматиране на графичното представяне и импортиране на получените резултати в шест различни формата (фиг. 8а,б).



Фиг. 7. Графично представяне на изменението на променливите участващи в описанието във временната област и една спрямо друга



Фиг. 8. Графично представяне на резултатите от изследването с използване на възможностите за импортиране на графики

III. ИЗВОДИ

Софтуерът PSAT е мощно средство позволяващо модернизиране на учебния процес на студентите от специалност „Електроенергетика” в ТУ-Варна. Чрез него те могат да приложат на практика получените теоретични знания по предметите – „Моделиране в електроенергийните системи”; „Електрически мрежи и системи”; „Релейна защита”; „Устойчивост на електроенергийните системи”. PSAT позволява и решаването на изследователски задачи при разработване на курсови проекти, дипломни работи и дисертационни трудове.

Като заключение могат да се изтъкнат основните положителни и отрицателни страни на предложения софтуер.

ПРЕДИМСТВА

1. PSAT в комбинация с Octave са безплатни и могат да се използват под различни платформи (Windows, Linux, Mac OS и др.);

2. Програмата е с отворен код, което позволява да се променя ядрото й (например да се преведе на български), както и да се допълва с нови възможности (различни функции, модели и др. например създаване на потребителски библиотеки с елементи синхронизирани с използваните в БГ съоръжения, напрежения и проводници);

3. Разполага с интуитивен интерфейс и голяма библиотека от модели, което дава възможност за бързо решаване на неголеми задачи, т.е. позволява внедряването и в учебния процес;

4. Създателя й държи обратна връзка с ползвателите чрез форум [1], който има над 750 члена;

5. С програмата могат да се решават много широк спектър от задачи в областта

на изследването на режимите и устойчивостта на ЕЕС;

6. Притежава широки възможности за импортиране на входни данни в друг формат;

7. Резултатите от изследванията могат да бъдат съхранени и представени в различни формати.

8. PSAT се използва в над 25 университета по света, което дава възможност за обмен на модели, опит и информация.

НЕДОСТАТЪЦИ

1. Тъй като програмата е безплатна и с отворен код от автора не може да се търси отговорност за открити недостатъци и грешки;

2. Връзката на потребителя с PSAT в Octave е единствено чрез команден ред;

3. Софтуера Octave на този етап не разполага с алтернатива на MATLAB Simulink и няма как да бъде използвана графичната библиотека от модели на PSAT;

4. Не позволява имитирането на несиметрични повреди.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Официална интернет страница на PSAT: http://www.power.uwaterloo.ca/~fmilano/psat.htm .
[2]. Официална интернет страница на Octave: http://www.gnu.org/software/octave/ .
[3]. F. Milano. An Open Source Power System Analysis Toolbox, IEEE Trans. on Power Systems, Vol. 20, No. 3, pp. 1199-1206, August 2005.
[4]. F. Milano. Power System Analysis Toolbox Documentation for PSAT version 2.0.0, February 14, 2008
[5]. Prabha Kundur, "Power System Stability and Control", Example 12.6, page 813

За контакти:

инж. Юлиан Рангелов, гл. асистент д-р в Катедра „Електроенергетика” при ЕФ на
ТУ-Варна, ул. Студентска №1, 806Е
e-mail: j.rangelov@tu-varna.acad.bg

Рецензент: доц. д-р инж. Йончо Каменов

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ОЦЕНКА СЪСТОЯНИЕТО НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИ МРЕЖИ СРЕДНО НАПРЕЖЕНИЕ

APPLICATION OF INDECES FOR ASSESSMENT OF THE STATE OF MIDDLE VOLTAGE ELECTRIC POWER NETWORKS

Антон Филипов, Медиха Мехмед-Хамза, Стоян Андреев

Резюме: Употребата на показатели CAIDI, SAIDI, SAIFI, MAIFI за оценка състоянието на електрически мрежи е ефективен удобен и сигурен метод за анализ на видовете и причините за прекъсване на електрозахранването.
Ключови думи: електрически мрежи, показатели, прекъсвания, CAIDI, SAIDI, SAIFI, MAIFI

Abstract: The use of the indexes CAIDI, SAIDI, SAIFI, MAIFI for the assessment of the state of electric power networks is an effective, convenient and reliable method for analysis of the types of electric supply and the causes for its breakdown.
Keywords: electric power networks, indexes, breakdowns, CAIDI, SAIDI, SAIFI, MAIFI

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Състоянието на електрическите мрежи може да бъде оценено по технически и икономически показатели, определени по наличната информация, систематизирана в определен ред, който се регламинтира от наредби и стандарти.

Една от важните характеристики на електроразпределителните мрежи е тяхната надеждност при осигуряване на качествено електрозахранване на консуматорите (клиентите).

II. АНАЛИЗ

Стандартите за надеждност [2] на електроразпределението имат за цел:

- Установяване на единна методология и гарантиране на качеството на услугата електроразпределение.
- Установяване на изисквания за поддържане на данни, архивна документация и информация за прекъсванията при подаването на електрозахранването.
- Установяване на стандарти за оценка на надеждността на услугата.

Критериите за надеждност включват нормативни и административни документи и инструкции, определящи политиката на заинтересованите предприятия. Те дават специфични и правни насоки за постигане на необходимата надеждност.

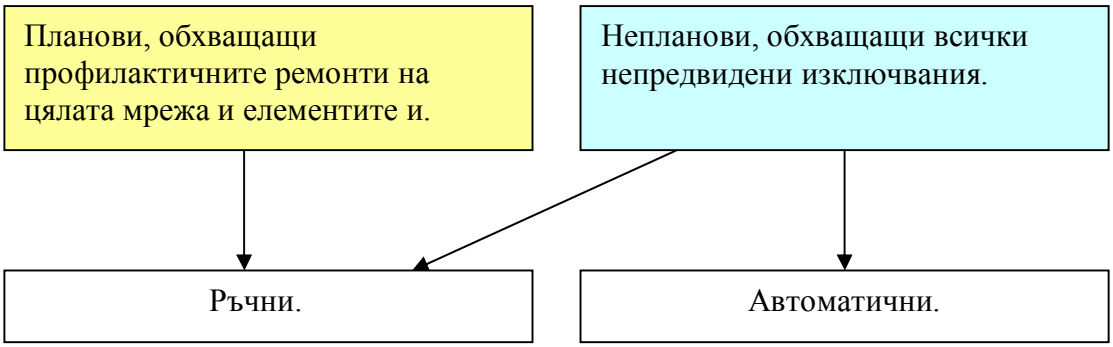
Тъй като електрическите мрежи, управлението им и използувания софтуер в различните електроразпределителни предприятия се различават по между си, както в страната, така и в другите страни, е необходимо създаване на единни показатели за оценка.

Прекъсванията на електрозахранването [1] според начина и вида си биват планови, непланови, ръчни и автоматични. Фиг. 1

Всички те водят до прекъсвания, имащи негативни последствия за доставчици и клиенти на електрическа енергия. За оценка на последствията от прекъсванията се използват количествени и качествени показатели [2,3,4,5].

За период от пет години са изследвани три действащи български подстанции (ПС), захранващи общо 43 извода със сумарна дължина 765 км. Изводите са радиални смесени, въздушни и кабелни силно разклонени. Характерът на товара е смесен - битов и промишлен [1].

Разглежданите ПС са означени с ПС 1, ПС 2, и ПС 3 (таблица 1).



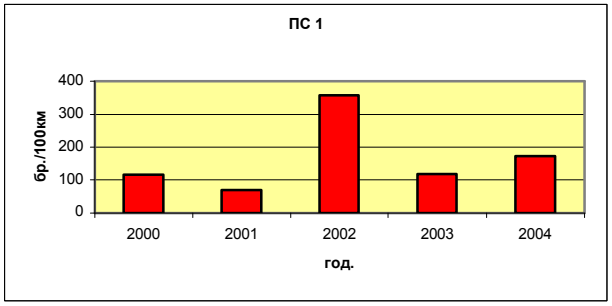
Фиг. 1. Видове прекъсвания

Таблица 1. Общи данни

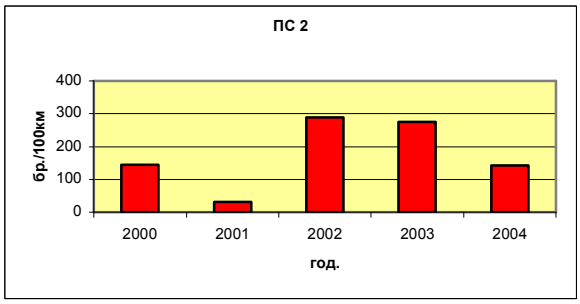
ПС - Име	брой изводи	Дължина, км
ПС - 1	12	265.58
ПС - 2	16	195.87
ПС - 3	15	303.44
Общо за ПС - 1 до ПС - 3	43	764.89

Определен е броя на прекъсванията на 100 км дължина от разглежданите електрически мрежи за период от пет години, като единица за количеството прекъсвания на електрозахранването в зависимост от общата дължина на мрежата. Резултатите са показани на фиг. 2, фиг. 3 и фиг. 4.

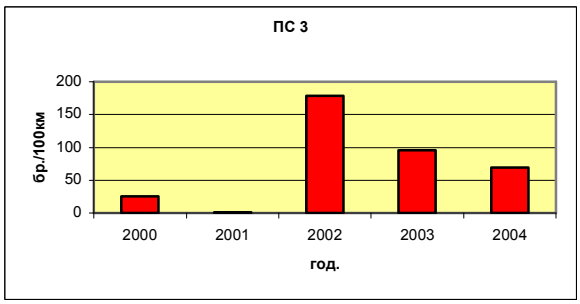
$$Брой\ прекъсвания\ /100\,км = \frac{Общ\ брой\ прекъсвания}{L_{СУМ.ПС}} \cdot 100$$



Фиг. 2. Брой прекъсвания ПС 1



Фиг. 3. Брой прекъсвания ПС 2



Фиг. 4. Брой прекъсвания ПС 3

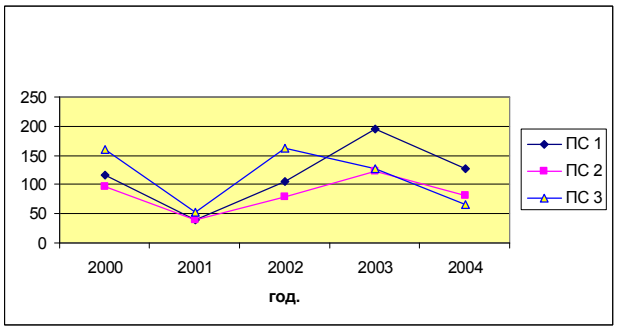
За трите подстанции разделно са изчислени индексите CAIDI, SAIFI, SAIDI и MAIFI, според начина на изключване - планово или непланово. Към плановите изключвания са отнесени всички планирани изключвания с цел планови ремонти, профилактика и манипулации. Към непланoвите изключвания са отнесени всички аварийни, непредвидени изключвания. В други страни тези индекси се използват (изчисляват) за различни области: електроснабдяване, газоснабдяване, топлофикация и др.

Индекс CAIDI

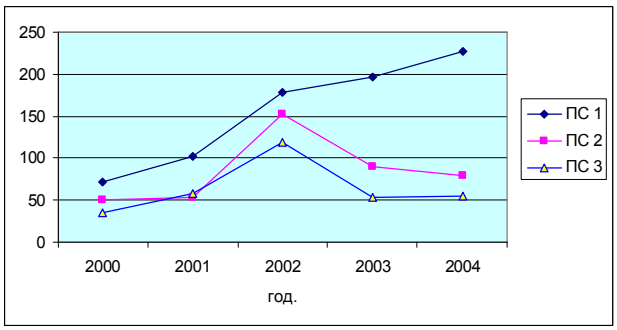
Индекс на средната продължителност на прекъсване на електрозахранване до клиент (Customer Average Interruption

Duration Index). Това е средното време, необходимо за възстановяване на подаване на захранване на клиенти засегнати от прекъсването.

$$CAIDI = \frac{Общ\,брой\,минути\,прекъсване\,на\,клиент}{Общ\,брой\,прекъсвания\,на\,клиент}$$



Фиг. 5. CAIDI - Индекс на средната продължителност на прекъсване на електрозахранване до клиент



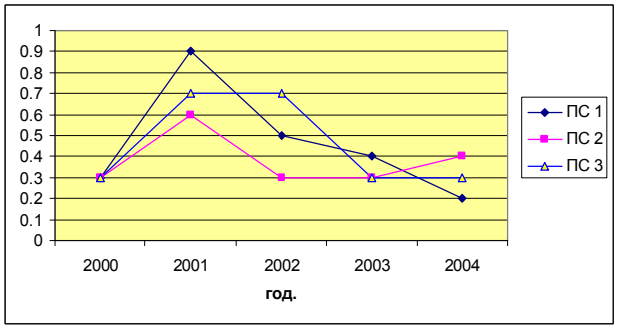
Фиг. 6. CAIDI - Индекс на средната продължителност на прекъсване на електрозахранване до клиент

От фиг. 5 (планови) и фиг. 6 (непланови) за индекс CAIDI е видно, че средната продължителност на прекъсване подаването на електрозахранване до клиентите на трите подстанции е различно за разглеждания период, но варира около средната стойност за случаите на планови прекъсвания. Непланoвите прекъсвания за ПС 1, за целия разглеждан период се увеличават, показваики необходимоста от по-детаилен анализ на причините, довели до прекъсване на електрозахранването, начините и средствата за възстановяване на захранването на засегнатите потребители.

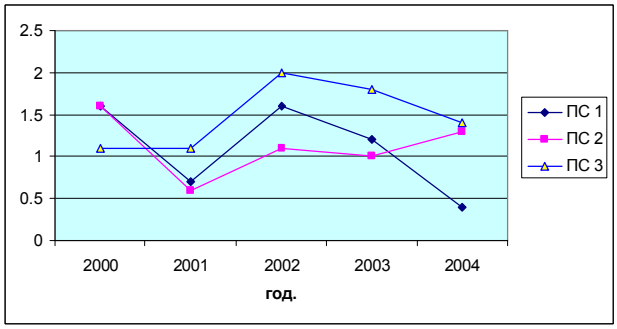
Индекс SAIFI

Системен индекс на средната честота на прекъсване на електрозахранване (Total number of customer interruptions). Това е средния брой прекъсвания спрямо всички клиенти, независимо дали са засегнати от прекъсването. Чрез този индекс може да се следи (сравнява) честотата (времето) между отделните прекъсвания в електрозахранването.

$$SAIFI = \frac{Общ\,брой\,прекъсвания\,на\,клиент}{Общ\,брой\,клиенти}$$



Фиг. 7. SAIFI - Системен индекс на средната честота на прекъсване на електрозахранване

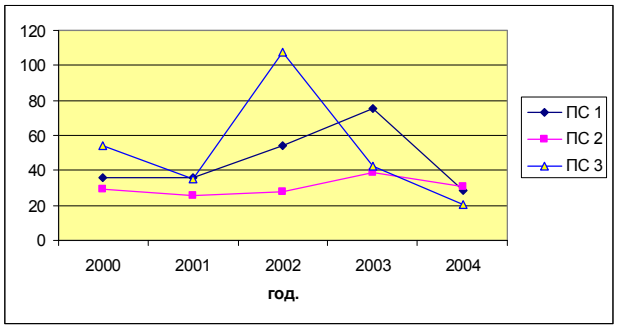


Фиг. 8. SAIFI - Системен индекс на средната честота на прекъсване на електрозахранване

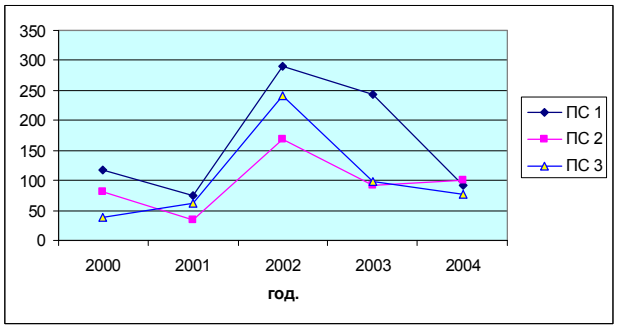
Индекс SAIDI

Системен индекс на средната продължителност на прекъсване на електрозахранване (Sum of all customer interruption durations). Това е средната продължителност на времето, през което е прекъснато подаването на електроенергия.

$$SAIDI = \frac{Общ\,брой\,минути\,прекъсване\,на\,клиент}{Общ\,брой\,клиенти}$$



Фиг. 9. SAIDI - Системен индекс на средната честота на прекъсване на електрозахранване

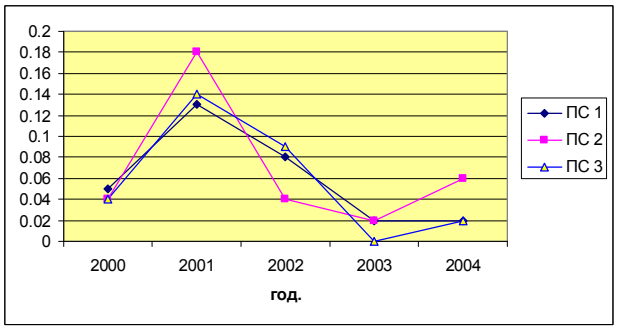


Фиг. 10. SAIDI - Системен индекс на средната честота на прекъсване на електрозахранване

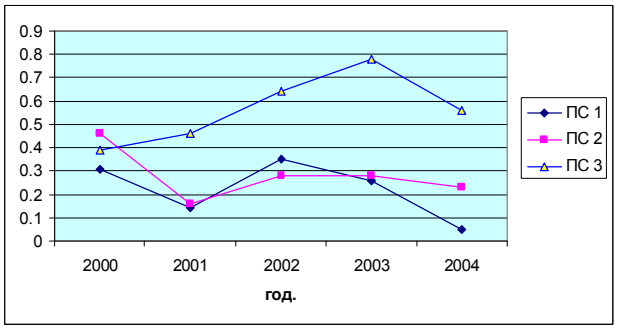
Индекс MAIFI

Индекс на честотата на моментните прекъсвания. Това е броя на моментните прекъсвания на клиент. Под моментни се разбират всички прекъсвания с продължителност по-малка от пет минути.

$$MAIFI = \frac{Общ\ брой\ моментни\ прекъсвания\ на\ клиент}{Общ\ брой\ клиенти}$$



Фиг. 11. MAIFI - Системен индекс на средната продължителност на прекъсване на електрозахранване



Фиг. 12. MAIFI - Системен индекс на средната продължителност на прекъсване на електрозахранване

Колкото по-ниски стойности имат тези индекси, толкова по-надеждно е електрозахранването на потребителите. Общата тенденция на промяната на индексите за разгледаните обекти е към намаляване.

В ПС 1 и ПС 2 е изградена земна контрола. В ПС 3 неутралата на захранващия силов трансформатор е заземена през активно съпротивление и има земни защити. На това се дължат увеличената честота и продължителност на прекъсванията, както се вижда от фиг. 10 и фиг. 12.

В нашите условия предложените индекси могат да се приложат за:

- даден извод от подстанция,
- подстанция,
- електроенергийна компания,
- други отрасли.

Направена е съпоставка на индексите на изследваните български електрически мрежи и данни от Национална Асоциация на Регулаторна Комисия (NARUC), занимаваща се с регулаторна дейност в области телекомуникация, електроенергия и др, и отчетен доклад на New York State Public Service Commission (NYPSC) таблица 2 [6]. В таблица 2 са сравнени средни стойности на индексите за разглеждания период за изследваните Български ел. мрежи и New York градски район, като към външни са разгледани всички прекъсвания, а към вътрешни прекъсванията без отчитане на атмосферните влияния.

Таблица 2. Общи данни

Индекс	Изследвани ел. мрежи			Сравнителна ел. мрежи	
ЕМ	ЕМ 1	ЕМ 2	ЕМ 3	Външни	Вътрешни
Брой прек/100км	166.14	176.74	74.06	61.74	
CAIDI	116.7(155.04)	83.9(85.2)	114.1(64.2)	158.22	135.7
SAIFI	0.46(1.1)	0.38(1.12)	0.46(1.48)	1.34	1.21
SAIDI	46.02(163.3)	30.48(95.38)	51.94(103.7)	214.9	164.16
MAIFI	0.06(0.222)	0.068(0.282)	0.058(0.566)	-	-

В таблица 2 за електрически мрежи 1 до 3 са представени данните за индексите при планови (непланови) прекъсвания на електрозахранването.

Анализът на резултатите (таблица 2) показва, че броят на авариите за 100 км дължина на изследваната българска електрическа мрежа е по-голям в сравнение с използваните за сравнение чуждестранни електрически мрежи. В същото време индекси CAIDI, SAIFI, SAIDI и MAIFI са съпоставими или по-добри.

III. ИЗВОДИ:

1. Необходимо е въвеждане на единни изисквания за поддържане на бази данни и архивна документация, за да може да се определят индекси чрез които да се анализира работата на отделни електрически мрежи.
2. Целесъобразно е използване на едни и същи индекси и показатели за оценка състоянието на различните електроразпределителните мрежи, каквито са индексите CAIDI, SAIFI, SAIDI и MAIFI.
3. Необходим е анализ на показателите за непланови прекъсвания със и без отчитане на атмосферната дейност, като показател за техническо състояние.

ЛИТЕРАТУРА:
[1]. Авариен бюлетин Приложение 1
[2]. www.Northpower.com.au
[3]. www.occ.state.ok.us/
[4]. www.state.nj.us/
[5]. www.mtpc.org/
[6]. www.naruc.org/

За контакти:
инж. Антон Филипов, ст. асистент. в Катедра"Електроенергетика" при ЕФ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 805Е.
e-mail: filipov@tu-varna.bg
инж. Медиха Мехмед-Хамза, гл. асистент в Катедра" Електроенергетика" при ЕФ на ТУ-Варна. e-mail: Mediha.Hamza@tu-varna..bg
инж. Стоян Андреев, доцент д-р. в Катедра" Електроенергетика" при ЕФ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 704
E e-mail: St.andreev@tu-varna.bg

Рецензент: доц. д-р инж. Кольо Тасев

СЪБИТИЙНО ОРИЕНТИРАНО МОДЕЛИРАНЕ НА ДЕНОНОЩЕН ТОВАРОВ ГРАФИК ЗА ЦЕЛИТЕ НА АВТОМАТИЧНО ИЗГОТВЯНЕ НА КРАТКОСРОЧНИ И ОПЕРАТИВНИ ПРОГНОЗИ

EVENT ORIENTED MODEL OF THE DAILY CHANGE OF THE POWER ELECTRICAL LOAD INTENDED TO BE USED IN AN AUTOMATIC CONTROL SYSTEM WHICH EMPLOYS MACHINE-MADE FORECASTS

Георги Георгиев

Резюме: За изготвяне на оперативни и краткосрочни прогнози на електрически товари често се използват само ретроспективни извадки на товара. Тези извадки в общия случай са нееднородни и за създаване на автоматични регулатори, използващи прогнози за електрическия товар, се изисква разработване на изчислително ефективна методика за информация за разделяне на ретроспективния запис на еднородни участъци и за подготовка на входните данни за прогнозиране. Методиката следва да използва минимум априорна информация и да е устойчива по отношение на шум и изолирани груби смущения в записа. Направени са дефиниции, свързващи събитията в електрическата мрежа, водещи до промени в електрическия товар с понятието за "форма" на товаровия график и с нейната предсказуемост. Описан е алгоритъм за събитийно ориентирано описание на формата на денонощен товаров график и е демонстрирана употребата му.
Ключови думи: прогнозиране, разпознаване на образи, товаров график

Abstract: The short-term forecasting of the overall load of a power grid often are made with respect to the previous records of the load only. These records often are inconsistent, so a method to break the record into consistent pieces is needed, especially in the case of the creating of an automatic control system which employs machine-made forecasts. Such a method should use as less as possible axiomatic presumption, should be efficient and robust toward noise and small percentage of corrupted data or outliers in the records. To meet these requirements in this paper is discussed necessity of a method to describe the "shape" of the time-series in the context of the events that occur in the grid. Such a method is proposed and a test results are shown.
Keywords: load forecasting, shape descriptions, time-series

I. ВЪВЕДЕНИЕ

В ЕЕС съществуват автоматични регулатори, чиито управляващи въздействия се основават на електрическия товар в нормален режим и се налага да бъдат валидни за бъдещ период от време. В такива регулатори е подходящо въвеждането на алгоритми, използващи автоматично изготвени прогнози, основани на ретроспективни данни записани в паметта на регулатора. Това не може да бъде осъществено без машинно ориентирана методика за подготовка на изходната информация.

Основен проблем е липсата на стационарност на процеса на консумация на електроенергия. За изготвяне на адекватни прогнози е важен правилния подбор на ретроспективна извадка. Извадките трябва да съответстват на периодите на "локална" стационарност [1] .Подготовката на изходните данни за изготвяне на прогноза въз основа на ретроспективна извадка изисква да се решат следните задачи :

Разделяне на дадена ретроспективна извадка на локално стационарни (еднородни) участъци;

Избор на изходни данни въз основа на анализ на причинно-следствените връзки за между различните еднородни участъци и времевия интервал обект на прогнозата.

Методика, която да решава тези задачи в автоматичен регулатор следва да използва минимум априорна информация, да бъде изчислително ефективна и робастна по отношение на шум и изолирани груби смущения в записа. В настоящата разработка се предлага записите на товарови графици

да се разглеждат не като последователности от числа, а като последователности от фигури. В този контекст понятието "еднородност" е свързано не с математическия смисъл на понятието "стационарност", а със смисъла на геометричното понятие "подобие".
Използването на понятието "подобие" изисква дефиниране на понятието "форма" и числен модел на това понятие. Целта на настоящата статия е дефинирането на понятието "форма" и на алгоритъм за намиране на числената му интерпретация от записи на електрически товари.

II. АНАЛИЗ

Основни принципи и дефиниции.

Измененията в моментния електрически товар на дадена електрическа мрежа, в краткосрочен и оперативен план, могат да се разгледат като резултат от следните основни събития:

1. Събития свързани с денонощната и седмична цикличност на човешката активност – начало и край на работния ден или седмица, включване и изключване на осветлението на границите на светлата и тъмната част на денонощието и др.;
2. Събития свързани с технологични цикли на крупни промишлени консуматори.
3. Събития свързани с реакция на товара на промените в климатичните условия.
4. Събития свързани с наслагване на множество комутации на електрически товари по случайни причини.
5. Събития свързани с аварии съпроводени с успешни или неуспешни повторни включвания (ръчни или автоматични) на отделни възли или на цели електропроводни линии.
6. Събития свързани с промени в структурата на мрежата, извършвани от оперативния персонал, осъществяващ управлението на мрежата и на товарите в нея.

Първите три фактора могат да се класифицират като детерминирани източници на промени (Първа група фактори). Първият фактор оправдава презумпцията на делението на товаровите графици на денонощия като най-малка обусловена единица на цикличност на промените в електрическия товар. Факторите от втората група (видове събития 4,5 и 6) имат характер на случайни величини и не могат да бъдат предсказани по ретроспективни извадки на товара. Първата група събития прави процеса на консумация на електроенергия представен от товаровия график детерминиран и съответно предсказуем, докато втората го прави хаотичен. Всички тези фактори действат едновременно и като цяло не могат да бъдат ясно разграничени при числения анализ на дадена ретроспективна извадка. Разглеждането им обаче дава възможност за моделиране и анализ на товаровите графици не като функция на големината на електрическия товар във времето, а като последователност от моменти на поява на характерни точки бележещи начало на промени в товара. Ако товаровия график е моделиран като гладка или по части гладка крива, то тези характерни точки са екстремумите и особените точки (инфлексни точки, крайни прекъсвания или рогови точки).
При валидност на презумпцията за наличие на цикличност в повторението на определени събития е валидно и дефинирането на елементарни цикли в товаровия график като най-малка единица на деление на извадката. По нататък в настоящата разработка се запазва общоприетата дължина за елементарен цикъл - 24 часов товаров график ("денонощие"). Всеки елементарен цикъл се разглежда като единна геометрична фигура и има смисъл на едно наблюдение на случайния процес на промяна на електрическия товар. С помощта на връзката събития-характерни точки за тази фигура се дефинира понятието "форма" като състоящо се от три аспекта :

- брой и вид на характерните точки;
- моменти на поява на характерните точки или дължина на интервалите между тях;
- мащаб на промените в товаровия график настъпващи с появата на тези характерни точки.

Първият аспект е чисто геометричен - описва формата с абстрахиране от стойностите на електрическите товари в характерните точки и моментите им на поява. Вторият аспект е времеви и е свързан с идеята за идентификация на модел валиден за прогнозния период и описващ появата на определен брой и вид събития в определени моменти от време. Третият аспект е количествен и е мярка не за големината на електрическия товар към някакъв момент, а за важността на съответното събитие при изработване на управляващо въздействие върху системата. Този аспект следва да оценява големината на промените и тяхната продължителност в контекста на управленската задача, изпълнявана от съответния автоматичен регулатор и обусловените от тази задача и конкретния обект настройки на регулатора.

Алгоритъм за събитийно ориентирано описание на формата на денонощен товаров график

Алгоритъма за описание на формата следва да отчита следните особености : ретроспективната извадка съдържа шум и "аутлайери" – отчети които се характеризират с много голяма или много малка стойност, несъгласуващи се с общото разпределение на шума и с ниска вероятност за повторение(събития от втората група – 4,5 и 6.). Шумът няма Гаусово разпределение - потвърдено е в [1], [2] и в изследванията извършени в подкрепа на настоящата разработка. По тази причина, преди да се пристъпи към обработка, график-записа следва да се филтрира. Изчисленията се извършват в следния ред :

1. Записът се филтрира за подобряване на съотношението сигнал шум и за отстраняване на аутлайери. За филтриране следва да се използва метод независещ от параметрите на вероятностното разпределение на шума. Предлага се следната итерационна процедура :

1.1. Извършва се изглаждане на сигнала с цифров филтър основан на полиноми от втори ред получени по метода на най-малките квадрати за пет точки [3]. Формулата за филтрираната стойност на отчет е :

(1)

Формула (1) е симетрична по отношение на коефициентите и съответно не внася фазови изкривявания във филтрирания сигнал. За филтриране на първите и последните два отчета от записа се ползват аналогични формули, също получени чрез метода на най-малките квадрати.

1.2. Изчисляват се разликите между отчетите и филтрираните им стойности. Полученият времеви ред на остатъците се проверява за наличие на аутлайери на база на метода за разузнавателен статистически анализ "кутия и мустаци", описан в [4]. Този метод е подходящ, тъй като се базира на не алгебрични величини – медианата и квартилите на разпределението, които са робастни по отношение на екстремални случаи (аутлайери) [5]. За аутлайери са приети всички случаи отстоящи вляво от първия квартил и вдясно от третия на разстояние по-голямо от 3 пъти квартилната разлика (разликата между третия и първия квартил на разпределението). Аутлайерите, съгласно принципа изложен в [6], се заместват в оригиналния запис с филтрираните им стойности. Оригиналният запис, в който аутлайерите са заменени с филтрираните им стойности, се връща на входа на процедурата, която се повтаря до пълно заглушаване на аутлайерите или до достигане на предварително зададен максимален брой итерации. За по-надеждни резултати операциите по филтриране се изпълняват за всички налични данни наведнъж – записа се разглежда като единен, не се прави деление на денонощия.

2. Филтрираният запис се разделя на 24 часови товарови графици. За всеки участък се намира разложението му в ред на Фурие по метода с подобрена сходимост и с елиминиран на ефекта на Гибс изложен в [2]. Броят на членовете в развитието на реда на Фурие се определя въз основа на зададена точност на апроксимация.

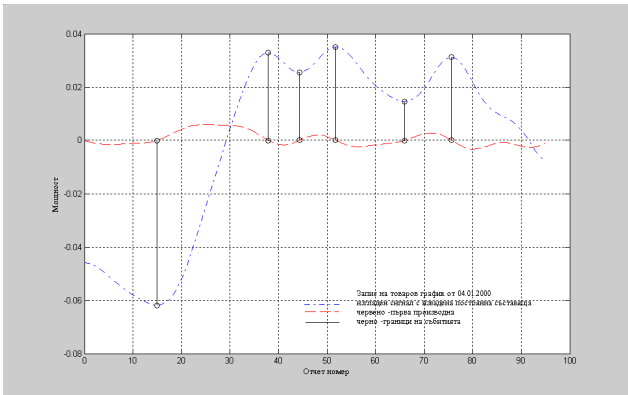
3. Получените редове на Фурие за всеки товаров график се диференцират аналитично. С получените диференцирани редове се изчисляват стойностите на първата производна за всеки момент на отчитане. Чрез сканиране със стъпка равна на стъпката на отчитане се откриват точките на анулиране на първата производна с точност до един интервал на отчитане.

4. Получените моменти на анулиране на първата производна се пренасят в единия край на интервала за да съвпаднат с момент на отчитане. В практическата реализация на алгоритъма е избран левия (младшия) отчет. Резултата се записва във векторен вид. Този вектор може да се нарече “вектор на събитията”. Векторът е с дължина равна на броя на моментите на отчитане в един 24 часов график, а елементите му са : “0” - ако в съответния момент няма екстремум; “+1” - ако в този момент е регистриран максимум (събитие 1), “-1” - ако е регистриран минимум (събитие 2). Полученият вектор описва формата на товаровия график чрез първите два аспекта на понятието “форма”. При необходимост, тази процедура може да се разшири и с търсене на други характерни точки – инфлексни точки, екстремуми на първата производна и др.

Илюстрация на метода за събитийно ориентирано описание на формата на товарови графици.

Описаната по-горе методика се илюстрира с нейното приложение върху извадки от товарови графици на активна и пълна мощност. Всички анализирани данни са взети от цифрови електромери монтирани към страна средно напрежение на силови трансформатори в една и съща разпределителна подстанция. Стъпката на отчитане е 15 минути(96 отчета на денонощие). Отчет номер 0 съответства на 00:15 часа, а отчет номер 96 на 24:00 часа.

Графична илюстрация. За целите на илюстрацията местоположението на екстремумите е уточнено по метода на секущите. Графикът е в единици на отчитане от цифровия електромер (отчетите не са приведени към страна средно напрежение). За нагледност от товаровия график е премахната постоянната съставяща.



Фиг. 1 Апроксимиран с ред на Фурие товаров график, първа производна и местоположение на екстремумите (граници на събитията).

Описателен статистически анализ

Направен е анализ по отношение на първия аспект на формата - броя на екстремумите на товаровите графици на пълната мощност за месеците февруари и март на 2004г. Грешката на апроксимация на товаровите графици с ред на Фурие, оценена чрез средното абсолютно процентно отклонение на апроксимираните стойности спрямо измерените, е под 2.3%. Анализът е направен по отношение на броя на екстремумите с абстрахиране от моментите им на поява. Типа на деня от седмицата в таблиците с резултати е кодиран с : 1 за работен ден и с 2 за почивен ден.

Таблица 1 . Графици за месец февруари 2004г.					
Дата	номер на деня от седмицата	тип на деня от седмицата	брой макси-муми	брой мини-муми	брой екстре-муми
03.2.2004	2	1	2	2	4
04.2.2004	3	1	6	6	12
05.2.2004	4	1	2	3	5
06.2.2004	5	1	2	2	4
07.2.2004	6	2	2	2	4
08.2.2004	7	2	2	2	4
09.2.2004	1	1	2	2	4
10.2.2004	2	1	3	3	6
11.2.2004	3	1	7	7	14
12.2.2004	4	1	2	2	4
13.2.2004	5	1	4	4	8
14.2.2004	6	2	2	2	4
15.2.2004	7	2	2	2	4
16.2.2004	1	1	4	4	8
17.2.2004	2	1	4	4	8
18.2.2004	3	1	3	3	6
19.2.2004	4	1	2	2	4
20.2.2004	5	1	2	2	4
21.2.2004	6	2	2	2	4
22.2.2004	7	2	2	2	4
23.2.2004	1	1	2	2	4
24.2.2004	2	1	2	2	4
25.2.2004	3	1	7	7	14
26.2.2004	4	1	5	5	10
27.2.2004	5	1	4	4	8
28.2.2004	6	2	2	2	4
29.2.2004	7	2	7	6	13
Мода			2	2	4
Медиана			2	2	4
Първи квартил			2	2	4
Трети квартил			4	4	8
Квартилно отклонение			1	1	2
Статистика за работните дни					
Мода			2	2	4
Медиана			3	3	6
Първи квартил			2	2	4
Трети квартил			4	4	8
Квартилно отклонение			1	1	2
Статистика за почивните дни					
Мода			2	2	4
Медиана			2	2	4
Първи квартил			2	2	4
Трети квартил			2	2	4
Квартилно отклонение			0	0	0

Таблица 2 . Графици за месец март 2004г.					
Дата	номер на деня от седмицата	тип на деня от седмицата	брой макси-муми	брой мини-муми	брой екстре-муми
02.3.2004	2	1	7	7	14
03.3.2004	3	1	2	3	5
04.3.2004	4	1	4	4	8
05.3.2004	5	1	4	4	8
06.3.2004	6	2	2	2	4
07.3.2004	7	2	2	2	4
08.3.2004	1	1	2	2	4
09.3.2004	2	1	3	3	6
10.3.2004	3	1	2	2	4
11.3.2004	4	1	2	2	4
12.3.2004	5	1	6	6	12
13.3.2004	6	2	4	4	8
14.3.2004	7	2	2	2	4
15.3.2004	1	1	4	4	8
16.3.2004	2	1	3	3	6
17.3.2004	3	1	5	5	10
18.3.2004	4	1	6	6	12
19.3.2004	5	1	4	4	8
20.3.2004	6	2	3	3	6
21.3.2004	7	2	3	3	6
22.3.2004	1	1	6	7	13
23.3.2004	2	1	8	8	16
24.3.2004	3	1	6	6	12
25.3.2004	4	1	4	4	8
26.3.2004	5	1	5	5	10
27.3.2004	6	2	4	4	8
28.3.2004	7	2	3	4	7
29.3.2004	1	1	5	5	10
30.3.2004	2	1	4	3	7
31.3.2004	3	1	3	3	6
Мода			4	4	8
Медиана			4	4	8
Първи квартил			3	3	6
Трети квартил			5	5	10
Квартилно отклонение			1	1	2
Статистика за работните дни					
Мода			4	3	8
Медиана			4	4	8
Първи квартил			3	3	6
Трети квартил			5.75	5.75	11.5
Квартилно отклонение			1.375	1.375	2.75
Статистика за почивните дни					
Мода			2	2	4
Медиана			3	3	6
Първи квартил			2	2	4
Трети квартил			3.25	4	7.25
Квартилно отклонение			0.625	1	1.625

Прегледа на таблиците и на параметрите на статистическото разпределение на общия брой на екстремумите (максимуми и минимуми) показват, че :

1. По отношение на работните дни двата месеца се различават съществено, както по средния брой екстремуми в графиците, така и по динамиката на промяна на броя им. За месец март средният брой екстремуми, оценен и чрез модата и чрез медианата, е значително по-голям спрямо месец февруари. В динамично отношение преценено по квартилното отклонение, изменението на броя на екстремумите за март също е по-значително.

2. По отношение на почивните дни, двата месеца се различават в средния брой на екстремумите и в динамиката на промяната им. Не е установена съществена разлика между дните съботи

и недели и за двата месеца. И за двата месеца се забелязва съществена разлика между работни и почивни дни, въпреки че за месец февруари стойностите на модата за двата типа дни съвпада. Сравнението на динамиката на почивните спрямо тази на работните дни показва, че и за двата месеца, товаровите графици на почивните дни са с относително по-стабилна форма

3. В графика на месец март участва един особен ден – 3-ти март, който е неработен (в случая е включен в графика на делничните дни). Броят на екстремумите в него е най-малкия спрямо броя на другите делнични за целия месец и по-този показател се доближава до типичните почивни дни (събота и неделя).

4. Обяснение за наблюдаваната разлика между двата месеца може да се намери в [1], където се посочва, че динамиката на промяна на товаровите графици през месеците с по-нестабилна температура е по-голяма и това ги прави по-трудно предсказуеми. По-голямата степен на неоднородност за месец март се вижда ясно от по-големите ширина на "кутиите", показани на фигури 2 и 3.

1. Предложен е метод за събитийно ориентирано описание на денонощни товарови графици, чрез дефиниране на понятието "форма" и на неговите характеристики в три апсекта.

2. Методът е приложен в аспекта "брой екстремуми" за описателен анализ на неоднородността на две последователни ретроспективни извадки. Използването на този аспект комбинирано заедно с другите два аспекта на описание на формата би позволило прилагане и на по-мощни методи като клъстерен анализ и/или факторен анализ, размита логика и др. за отделяне на периодите на еднородност в извадките и за разкриване на причинно-следствените връзки които ги обуславят.

III. ИЗВОДИ:

1. Предложен е метод за събитийно ориентирано описание на денонощни товарови графици, чрез дефиниране на понятието "форма" и на неговите характеристики в три апсекта.

2. Методът е приложен в аспекта "брой екстремуми" за описателен статистически анализ на неоднородността на две хронологично последователни ретроспективни извадки. Дори само този аспект дава инструмент за разграничаване на неоднородните извадки. С приложението на този аспект и статистически критерии е установено без моделиране на времеви редове, че са налице следните отличаващи се групи: месец февруари, месец март, работни и почивни дни през месец февруари и работни почивни дни през месец март. Използването на този аспект комбинирано, заедно с другите два аспекта на описание на формата, би позволило прилагане и на по-мощни методи като клъстерен анализ; факторен анализ; размита логика и др. за отделяне на периодите на еднородност в извадките и за разкриване на причинно-следствените връзки които ги обуславят.

3. Методът предлага значителни изчислителни удобства, тъй като не се налага използване на изчислително обемни идентификационни процедури за създаване на модели на времеви редове по различни части от извадката.

4. Използването на филтри прави метода за събитийно ориентирано описание на денонощни товарови графици устойчив по отношение на шум и аутлайери.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Николов Д. "Оперативно и краткосрочно прогнозиране на товаровия график на активната мощност на електроенергийната система и в нейните основни възли" Дисертация 2003г.

[2]. Георгиев С., Г. Георгиев, Апроксимация на товаров график с ред на Фурие и изследване на остатъка, Конференция "Електроенергетика'2006", ТУ Варна .

[3]. Хеминг Р. У. "Числени методи за научни работници и инженери." С.,Техника, 1974г.

[4]. Аркадиев Д., Статистика,Стара Загора, Идея,1999г.

[5]. Statistics Toolbox User's Guide, Version 4, © COPYRIGHT 1993 - 2002 by The MathWorks, Inc.

[6]. Изерман Р. "Цифровые системы управления",Москва, "МИР", 1984г.

За контакти:
инж. Георги Георгиев, "ЕСО" ЕАД София МЕР Шумен, докторант към катедра "Електроенергетика" при ЕФ на ТУ Варна,
e-mail: postbox27@yahoo.com

Рецензент: доц. д-р инж. Кольо Тасев

МЕТОД ЗА МНОГОКРИТЕРИАЛНО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОЗНАЧЕНИЕТО, СМИСЪЛА И ЗНАЧИМОСТТА НА РАЗМИТИ МНОЖЕСТВА

METHODS FOR DETERMINING OF THE NAME, THE MEANING AND SIGNIFICANCE OF FUZZY SETS

Йордан Червенков

Резюме: В тази статия е предложен метод за многокритериално определяне на функцията на принадлежност на размити множества от експертното знание на опитни оператори. Функцията на принадлежност се формира чрез определяне на означението, смисъла и значимостта на всяко едно от отделните измерени проявления на дадено свойство на обекта на управление, които са елементи на неговото универсално множество. Разгледаният метод е косвен и за разлика от вече съществуващите, позволява чрез три критерия да бъде оценено експертното знание на опитните оператори. Това дава възможност за по-точното му представяне и използване в техническите размити системи за управление.

Ключови думи: Технически размити системи за управление, Експертно знание, Три критерия за оценяване, Многокритериално оценяване, Размито представяне.

Abstract: This article proposed a method for determining Multi function belonging to the fuzzy sets of expert knowledge of experienced operators. Membership function is formed by identifying the name, meaning and significance of each of the different manifestations of a measured property of the object of management, which are elements of its universal multitude. The discussed method is indirect and, unlike the existing ones is a new permit by three criteria to be assessed expertise of experienced operators. This allows for a more accurate representation of its use in technical and fuzzy systems.

Keywords: Technical fuzzy control systems, Expert knowledge, Three criteria for assessment, Multicriteria assessment, Fuzzy presentation.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

В основата на всяка теория стои много важното, основополагащо за нейното изграждане, понятие за елементарен обект. Основно в теорията на размитите множества е понятието за „Размито множество", което се характеризира със своята „Функция на принадлежност". Посредством размитото множество може да бъдат описани строго формално нестрогите, неясни и недобре определени елементи на естествения език. Основната трудност обаче, която пречи за интензивното прилагане на теорията на размитите множества в решаването на практически задачи, е факта, че функцията на принадлежност трябва да бъде задавана вън от самата теория и следователно: адекватността на функцията на принадлежност не може да бъде проверявана непосредствено със средствата на теорията на размитите множества. Сега всеки инженер сам формулира свои изисквания и обосноваване на избора на метода за построяване на функцията на принадлежност. В тази статия се предлага нов метод за построяване на тази функция, който ще бъде обоснован по-нататък в изложението.

II. ОПИСАНИЕ НА ПРОБЛЕМА

Съществуват доста литературни източници, в които се предлагат различни методи за построяване на функцията на принадлежност на размити множества по експертни оценки.[1],[2]. Пръв Л.Заде предлага степента на принадлежност на всеки елемент от размитото множество да бъде оценявана в диапазона - [0,1]. Фиксираните конкретни стойности в този диапазон имат субективен характер и се определят от експерти или опитни

оператори. За определяне на стойностите на функцията на принадлежност са важни:

Типът на измерванията за определяне на елементите на размитото множество – първични или производни;

Типът на скалата, която определя допустимия вид операции със стойностите на получената функция на принадлежност.

Съществуват редица методи за построяване на функцията на принадлежност на размитото множество по експертни оценки, но могат да се отделят две основни групи: преки и косвени методи. Всички те обаче, са свързани с психометрични измервания, известни от литературата.[3].
Преките методи се определят от факта, че експертът непосредствено задава правилата за определяне на стойностите на функцията на принадлежност. Например за понятието – А за дадено свойство на обекта на управление, чиито проявления се измерват и представляват елементи на универсалното множество – U, стойностите на функцията на принадлежност - μ_A се съгласуват с предпочитанията на експерта върху това множество по следния начин:

За кои и да са две измерени стойности – $u_1, u_2 \in U$, $\mu_A(u_1) < \mu_A(u_2)$ тогава и само тогава когато u_2 е предпочитано пред u_1, т.е. в по-голяма степен се характеризира с понятието А;

За кои и да са две измерени стойности – $u_1, u_2 \in U$, $\mu_A(u_1) = \mu_A(u_2)$ тогава и само тогава когато u_2 и u_1, се характеризират в еднаква степен с понятието А или още са безразлични спрямо него.

Преките методи се основават на следното предположение: „По своята природа оценката е приближена. В много случаи е достатъчна само приблизителна характеристика на набора от данни, доколкото в повечето основни задачи, решавани от човека, не трябва висока точност.”

В косвените методи стойностите на функцията на принадлежност се избират по такъв начин, че удовлетворяват предварително формулирани условия. Експертната информация е само изходна информация за по-нататъшна обработка. Допълнителните условия могат да се налагат както върху вида на получаваната информация, така и върху процедурата на нейната обработка. Например, за допълнителни условия могат да бъдат посочени следните изисквания:

Функцията на принадлежност трябва да отразява близостта към по-рано зададен еталон;

Елементите на универсалното множество - U трябва да са точки в параметричното пространство;

Резултатът от процедурата за обработка на информацията трябва да бъде функция на принадлежност, удовлетворяваща условията на интервалната скала;

При сравнение по двойки на елементите, ако един елемент се оценява α пъти по-силно от друг, то другият елемент се оценява само $1/\alpha$ по-силно от първия.

Ако се гарантира, че експертите са застраховани от случайни грешки и работят като: „надеждни и правилни прибори”, то те може да бъдат питани непосредствено за стойностите на функцията на принадлежност. Много често това не е изпълнено и затова преките методи за определяне на стойностите на функцията на принадлежност трябва да се използват само в онези случаи когато такива грешки са незначителни или малко вероятни.

Косвените методи са основани на много по-слаби предположения за хората като:” измервателни прибори”. Косвените методи са много по-трудоемки от преките, но тяхното преимущество е в сигурността

им по отношение на изкривявания в отговорите на експертите.

Определянето на функцията на принадлежност може да отразява както мнението на група експерти, така и мнението на само един експерт. Следователно са възможни четири групи методи – преки и косвени за един и повече експерти.

Предлаганият тук метод може да бъде причислен към косвените методи за повече от един експерт, доколкото един експерт трябва да определи три функции на принадлежност за едно и също свойство при предварително зададени условия. Този метод е нов доколкото не бяха намерени литературни източници в тази област и неговата същност е описана в следващия параграф.

III. КОСВЕН МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ФУНКЦИЯТА НА ПРИНАДЛЕЖНОСТ НА РАЗМИТИ МНОЖЕСТВА

Определянето на означението, смисъла и значимостта на всяко едно измерено проявление на дадено свойство по отношение на лингвистично изразено определение (понятие) за него се разглеждат с този метод. Чрез него с това определяне се дефинират съответни стойности на функцията на принадлежност на определеното по този начин, размито множество. размити променливи за получаване както на числови, така и на лингвистични коефициенти в обобщените понятия имат за цел да моделират съответни аспекти на човешкото поведение.

Косвеният метод, който се предлага тук е свързан с определянето на три размити множества за едно множество от измерени проявления на едно свойство на обекта на управление от един експерт. според три критерия, а именно: означението, смисъла и значимостта на всяко измерено проявление на дадено свойство по отношение на лингвистично изразено определение (понятие) за него в експертното знание.

Нека U е универсално множество от измерени стойности на проявленията на дадено измервано свойство - P, а S е лингвистично изразено определение (понятие), което представлява общо название на съответното свойство. Задачата за определяне на съответното на определението – S, размито множество, което представлява подмножество на U, се решава чрез въпроси към експерта относно „означението”, „смисъла” и „значимостта” на всеки един от елементите на U.

Експертът отделя от универсалното множество – U на измерваното свойство, елементи – Q_1 ($Q_1 \subset U$), които по негово мнение съответстват на критерия „означение” за определението (понятие) – S на свойството - P. Ранжирайки всички елементи на множеството - Q_1 “по предпочитане”, в смисъл на съответствие на определението – S, експертът подрежда Q_1, използвайки отношения на „порядък” – „$>$” , или – „$\geq$”, или – „$\cong$”.

Отношението - „$\cong$” се отнася до еднаква степен на предпочитане между кои и да са два елемента – q_a, $q_b \in Q$. Предполага се, че експертът може да постави и коефициенти на предпочитане - γ пред елементите в подреждаща последователност, усилвайки или отслабвайки отношението на предпочитане.

Въвежда се разстояние между елементите на указаната последователност q_a, $q_b \in Q$:

$$\rho(q_a, q_b)=1/\gamma\Sigma\gamma_{\gamma+1}\,\rho(q_j, q_{j+1}) \text{ от } j=a \text{ до } \gamma=b-1$$

където:

$$\rho(q_l, q_{l+1}) = 1, \text{ ако } q_l > q_{l+1}$$

$$\rho(q_l, q_{l+1}) = 1/2, \text{ ако } q_l \geq q_{l+1}$$

$$\rho(q_l, q_{l+1}) = 0, \text{ ако } q_l \cong q_{l+1}$$

a и b са порядкови номера на елементите в подреждането им. Разстоянието се изчислява чрез първия в подреждането елемент:

$$\rho(q_a, q_b) = \rho(q_1, q_b) - \rho(q_1, q_a) = \rho_b - \rho_a$$

Тази разлика показва доколко предпочитано е q_a в сравнение с q_b. При решаване на задачата за претегляне на предпочитането на елементите на Q се предполага, че разликата между теглата $\varphi(q_a)$ - $\varphi(q_b)$ е пропорционална на разликата: $\rho_b - \rho_a = \varphi(q_{b+\nu}) - \varphi(q_b)$. Когато $\nu = 1$, формулата се превръща в рекурентна и задачата се свежда към определянето на теглото на първия елемент. При използването на рекурентни формули теглото на последния елемент трябва да бъде различен от нула.

С аналогична процедура експертът отделя от универсалното множество – U на измерваното свойство, елементи – Q_2 ($Q_2 \subset U$), които по негово мнение съответстват на критерия „смисъл" за същото определение (понятие) – S на свойството - P.

Аналогично експертът отделя от универсалното множество – U на измерваното свойство, елементи – Q_2 ($Q_2 \subset U$), които по негово мнение съответстват на критерия „значимост" за същото определение (понятие) – S на свойството - P.

Въз основа на трите изчислени стойности на $\varphi(q_a^i)$ се определя значението на $\varphi(q_a) = 1/3\sum\varphi(q_a^i)$ за i=1, … 3, което представлява степента на принадлежност на всеки един елемент - $u \in U$ от универсалното множество - U към размитото множество за лингвистично изразеното определение (понятие) - S за свойството – P.

III. ИЗВОДИ

Предложеният в тази статия: „Метод за многокритериално определяне на функцията на принадлежност на размити множества от експертното знание на опитни оператори." е нов в тази област и дава възможност то да бъде проектирано по-точно и адекватно в техническите размити системи за управление. За тази цел степента на принадлежност на всеки един елемент $u \in U$ към размитото множество за лингвистично изразеното определение (понятие) - S за свойството – P, която по мнение на експерта съответства на критериите: „означимост", „смисъл" и „значимост".

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Hsiao-Fan Wang "Fuzzy multicriteria decision making – an overview", Journal of Intelligent and Fuzzy Systems", Vol. 9, Issues 1,2, 2000, p.p. 61.
[2]. D.Dubois and H.Prade, "Criteria aggregation and ranking of alternatives in the framework of fuzzy set theory", in Fuzzy Sets and Decision Analysis, 2007"
[3]. Мешалькин Л. "Психологические измерения" М. 2002

За контакти:
инж. Йордан Червенков, гл.ас. д-р. в Колеж в структурата на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 311УК, E-Mail: ychervenkov@yahoo.co.uk

Рецензент: доц. д-р. инж. Емил Маринов, катедра „АП" на ТУ - Варна

Статията е написана във връзка с проект НП-46 от 2009 год. по Фонд „Научни изследвания" на МОН.

МЕТОД ЗА МНОГОКРИТЕРИАЛНО ОЦЕНЯВАНЕ И РАЗМИТО ПРЕДСТАВЯНЕ НА ЕКСПЕРТНОТО ЗНАНИЕ НА ОПИТНИ ОПЕРАТОРИ В ТЕХНИЧЕСКИТЕ РАЗМИТИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ

METHOD FOR MULTICRITERIA ASSESSMENT AND FUZZY PRESENTATION OF THE EXPERT KNOWLEDGE OF SKILL OPERATORS IN TECHNICAL FUZZY CONTROL SYSTEMS

Йордан Червенков

Резюме: В статията се разглежда метод за многокритериално оценяване и размито представяне на експертното знание на опитни оператори в техническите размити системи за управление. За целта са определени обекта и предмета на изследване и е конструиран размит модел на определеното в предмета на изследване, експертно знание на опитните оператори въз основа на неговия знаков модел. Всяко твърдение от знаковия модел на експертното знание е оценено чрез три критерия и е представено размито в конструирания модел. Разгледаният метод, за разлика от вече съществуващите, е нов и позволява многокритериално оценяване на експертното знание на опитните оператори, което дава възможност за по-точното му представяне и използване в техническите размити системи за управление.

Ключови думи: Технически размити системи за управление, Експертно знание, Знаков модел, Три критерия за оценяване, Многокритериално оценяване, Размито представяне, Конструиране на модел на експертно знание, Обект и предмет на изследване.

Abstract: In this article a method for multicriteria assessment and fuzzy presentation of the expert knowledge of experienced operators in technical fuzzy control systems is discussed. For this purpose they are defined the object and subject of study and a fuzzy model is constructed for the assertions in definenig as a subject of study, language model of expert knowledge of experienced operators. Each assertion from the language model of the expert knowledge is evaluated by three criteria and is presented fuzzily in the constructed model. The discussed method, unlike the existing ones, is new and allows multicriteria evaluation of the expert knowledge of experienced operators, which enables a more accurate representation and its use in technical fuzzy control systems.

Keywords: Technical fuzzy control systems, Expert knowledge, Language model, Three criteria for assessment, Multicriteria assessment, Fuzzy presentation, Constructing of model of expert knowledge, Object and subject of study.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Отличителна черта на съвременното производство е както непрекъснато нарастващата сложност на включваните в него нови технологични процеси, така и повишените изисквания към тяхното ефективно управление. В този смисъл, развитието на производството зависи не само от неговото усъвършенстване, но и от ефективността на управлението му, а оттук и от неговата автоматизация. Тази теза не се нуждае от обосноваване, доколкото същността на всяка автоматизация се разбира винаги като: "съвкупност от научни изследвания и приложна дейност, ориентирани към проектирането, и изграждането на технически системи за управление, чиято функционалност е равностойна на съществуващото преди тях неавтоматично управление на човеко-машинните производствени системи (ЧМПС)".

Преди да бъде автоматизирано, управлението в ЧМПС се осъществява винаги от хора – "опитни оператори", "експерти". Тогава автоматизацията на ЧМПС трябва да осигури постигането на предварително поставените управленчески цели чрез изграждането на съответни технически системи за управление. В този

смисъл, основната и най-важна задача за всяка автоматизация е методологическа по своята същност, и е свързана както с избора, така и с ефективността на прилаганите за нейната реализация - теоретични принципи, подходи, методи и технически средства.

Множество теоретични и приложни задачи бяха решавани, а и сега се решават успешно, с утвърдилите се вече в инженерната практика – принципи, методи и средства на теорията на автоматичното управление(ТАУ). Автоматизацията с ТАУ обаче, е ефективна за обекти, за които има "добре дефинирано", формално описание на тяхната структура и цели на управление. Обектите на управление, за които традиционните методи на ТАУ са или недостатъчно ефективни, или пък изцяло неприложими, са "лошо" структурирани или притежават елементи на "свободна воля", което не позволява тяхното адекватно формално описание с точни математически модели.[1] Затова и проблематичната автоматизация на такива, очевидно "нетрадиционни" за ТАУ, обекти на управление доведе до определена преоценка на нейната универсалност и доведе до търсенето на нови, алтернативни методи и средства за автоматизация. Типичен пример в това отношение са системите, определяни като: "Размити" системи за управление на нетрадиционни обекти, за чието проектиране и изграждане се използва експертното знание на опитни оператори (експерти), които преди автоматизацията са управлявали същите обекти в ЧМПС.

II. ОПИСАНИЕ НА ПРОБЛЕМА

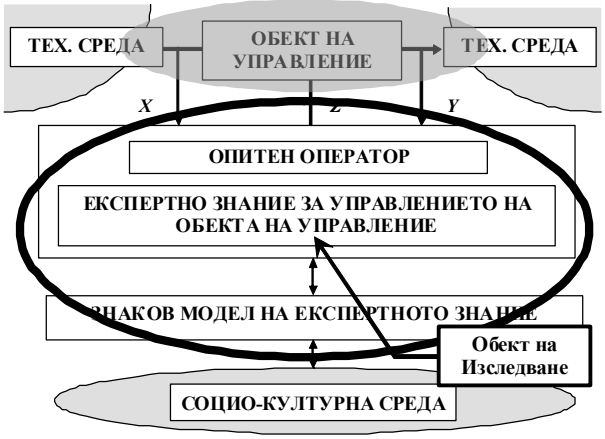
Проектирането и изграждането на размити системи за управление е ограничено в определена степен поради някои все още незадоволително решени задачи. Една от тях е свързана с интерпретирането на „абстрактното, и затова общо по своята същност, експертно знание на опитните оператори в сетивно различимия и единичен по своите проявления, обект на управление". Абстрактната същност на експертното знание произтича от спецификата на управлението на опитния оператор в ЧМПС, което по своя характер е сетивно-предметна практическа дейност. В нея, опитният оператор "абстрахира" от единичния в своите проявления обект на управление само онези негови свойства, които имат функционална значимост за постигане на предпоставените цели на управление в ЧМПС. Абстрахираните свойства са възприемани и включвани в структурата на неговото експертно знание като възможни и обобщени, и по този начин то може да бъде определено като: „субективна по форма и обективна по съдържание структура на обобщени, и функционално-значими за управлението, възможни свойства на обекта на управление.

Проблемът, който е разгледан в тази статия, и за който се предлага едно възможно решение, се отнася до представянето на експертното знание на опитния оператор в размитите системи за управление и използването му в тях. За тази цел са определени предварително обекта и предмета на изследване и въз основа на тях е конструиран размит модел на експертното знание, който позволява проектирането му в размитите системи за управление.

III. ОБЕКТ И ПРЕДМЕТ НА НАУЧНОТО ИЗСЛЕДВАНЕ

Всеки научен анализ има за своя предпоставка точно определени обект и предмет на изследване и тяхната предметна даденост е необходимо условие за неговото реализиране.

Обектът, разглеждан като система от сетивно различими компоненти и отношения между тях, е с независима от изследователя даденост, т.е. той е субстанциално зададен и поради това има емпирично съществуване за анализа в степента, в която е въвлечен в него. За обект на изследване е определена организацията на управленческата дейност на опитния оператор в ЧМПС, чиито три компоненти са показани с елипсовидно очертание на блок-схемата от Фиг.1.



Фиг. 1. Организация на управлението в ЧМПС

Първата от компонентите е свързана с целесъобразно дейностно отношение на опитния оператор към обекта на управление и се определя като: "регулиране". Проектирането на тази компонента в размитите системи за управление е необходимо условие за тяхното успешно функциониране;

Втората компонента е форма на отношение на опитния оператор към други хора в социо-културната среда чрез знакови средства. Тя се определя като "комуникация" и е предпоставка, както за изразяване на експертното му знание, така и за неговото „разбиране" и проектиране в размитите системи за управление;

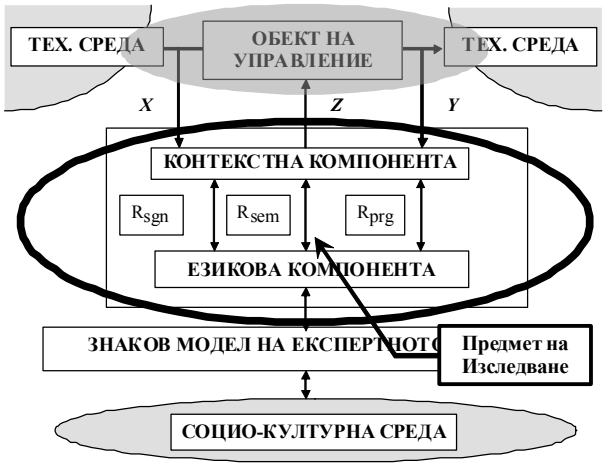
Третата компонента е свързана с възприемането и усвояването на ново знание от опитния оператор както в процеса на управление, така и в процеса на общуване. Тя се определя като "асимилация" и дава възможност за включване в размитите системи за управление на процедура за тяхното автоматично "обучение".

Всяка една от трите компоненти е единство на две форми:

- Обективна форма, която характеризира и трите компоненти като целесъобразно взаимодействие на опитните оператори с обекта на управление, както и с хора от социо-културната среда, което се осъществява чрез съответни за това средства;

- Субективна форма, която характеризира и трите компоненти като мисловна, интелектуална дейност, чиято основа е експертното знание на опитните оператори, както и поставените цели на управление.

Предметът на изследване обаче, няма самостоятелно съществуване и се съдържа в обекта като множество от негови характеристики. В зависимост от задачите и целите на изследването от един обект могат да бъдат отделени различни предмети на изследване. В конкретния анализ за предмет на изследване е определено експертното знание на опитния оператор в ЧМПС, което е отделено като проекция от обекта, а неговата структура е очертана с елипсовидна крива на Фиг.2.



Фиг. 2. Структура на експертното знание на опитния оператор в ЧМПС

Основание за този избор е решавания проблем, а именно: проектиране на експертното знание на опитните оператори в размитите системи за управление.

IV.СПЕЦИФИЧНИ ОСОБЕНОСТИ НА ПРЕДМЕТА НА ИЗСЛЕДВАНЕ.

Определеното за предмет на изследване, експертно знание на опитния оператор е със специфични особености,

които ще бъдат последователно показани във формата на твърдения (тезиси).

Твърдение 1

Експертното знание на опитния оператор, макар и обективно „по съдържание", има субективна форма на съществуване.

Доколкото експертното знание на опитния оператор е опосредствано от неговата познавателна дейност, то е субективна „по форма" организация от абстрактни, и затова общи по своя характер, съотнесени свойства на обекта на управление.

Твърдение 2

Абсолютно необходимо условие за проектирането и използването на субективното „по форма" експертно знание в размитите системи за управление е неговото предварително обективиране.

За разлика от обекта на изследване, който съществува обективно и независимо от изследователя, субективното експертно знание на опитния оператор няма такава даденост. Затова и обективирането му в самостоятелна предметна форма позволява неговото проектиране в размитите системи за управление.

Твърдение 3

Две са формите за обективиране на субективното експертно знание на опитния оператор. Първата от тях е свързана с неговото управление в ЧМПС, а втората – с общуването му чрез знакови средства с други хора в социо-културната среда.

Активното целесъобразно отношение на опитния оператор към обекта в ЧМПС представлява неговото „управление". Чрез тази дейностна форма, определяна като: "регулативна", експертното му знание представлява „условие и предпоставка" за управлението.

Управлението на опитния оператор се извършва винаги в по-малки или по-големи организирани групи от хора, наричани още: "кооперации", чиято организация се характеризира със строго определени цели и задачи, и съответно – с определени процедури и средства за тяхното решаване. Тази дейностна форма, е определяна като: "общуване" и е осъществявана от опитния оператор чрез знакови средства. Тя характеризира активното му отношение към други членове на "кооперацията" в социо-културната среда.

Твърдение 4

Обективирането на експертното знание на опитния оператор се извършва от самия него чрез двете дейностни форми - управление и общуване в две обективни, предметни проекции, съответно в обекта на управление и в знаковия модел на експертното знание.

Експертното знание на опитния оператор се обективира от самия него в обекта на управление като резултат от неговата необходима управленческа дейност в ЧМПС. От друга страна, опитният оператор обективира своето експертно знание в знаков модел за другите членове на "кооперацията" в социо-културната среда.

Твърдение 5

Двете предметни проекции, макар и удовлетворяващи необходимото условие за проектиране на експертното знание в размитите системи за управление, не могат да бъдат използвани непосредствено за тази цел.

Обективната предметна проекция на експертното знание в обекта на управление не може да бъде използвана непосредствено в размитите системи за управление, доколкото единичният по своите проявления обект на управление не може да бъде включван в тези системи в двойно качество: от една страна като обект на управление, а от друга - като управляващо устройство.

Знаковият модел на експертното знание също не може да бъде използван

непосредствено в размитите системи за управление, доколкото опитният оператор е изключен „по принцип” от тях и интерпретацията на знаковия модел в обекта на управление е невъзможна.

Твърдение 6

Експертното знание на опитния оператор, което е предмет на изследване, може да бъде проектирано в размитите системи за управление след конструиране на негов адекватен модел, основан върху знаковия му модел.

Непосредственото използване на двете предметни проекции на експертното знание в размитите системи за управление е принципно невъзможно и това налага конструирането на негов адекватен модел, който да позволи проектирането му в тях.

Предметната проекция на експертното знание в обекта на управление обаче, не може да бъде използвана за тази цел, тъй като нейната форма съвпада с обективното й съдържание, т.е. съвпада със самото управление.

Предметната проекция на експертното знание в знаковия модел обаче, позволява конструирането на такъв адекватен модел, доколкото нейната форма не отоваря на обективното й съдържание, т.е. тя е различна от самото управление. Това дава възможност тя да бъде модифицирана и чрез нея да бъде конструиран адекватен модел на експертното знание.

V.РАЗМИТО ПРЕДСТАВЯНЕ НА ЗНАКОВИЯ МОДЕЛ НА ЕКСПЕРТНОТО ЗНАНИЕ

Експертното знание на опитния оператор, което е свързано с неговото управление в ЧМПС, е най-често изразявано от самия него с езикови средства в конкретен знаков модел. В структурата на модела са включени всички, значими за управлението, потенциални свойства на обекта на управление, проявяващи се само във взаимодействие с технологичната среда и средствата за управление на опитния оператор. Доколкото всяко едно от тези свойства – F е сетивно възприемано от опитния оператор, интензивността на неговите проявления бива абстрахирана от оператора независимо от останалите свойства и обобщавана в експертното знание. По тази причина, в знаковия модел на експертното знание всяко свойство бива изразявано с твърдения, състоящи се от неговото име и обобщеното значение на „възможните” стойности на интензивността на неговите потенциални проявления. Твърденията в знаковия модел на експертното знание се определят още като „гранули” [1] и са във форма, показана с израза от (1):

$$A^L : < T^L \text{ “e“ } t_i^L > \qquad (1)$$

в който:

- A^L е твърдение от знаковия модел;
- T^L е името на дадено свойство;
- t_i^L е i-тото обобщено значение на „възможните” стойности на интензивността на T^L.

Отделните твърдения са свързани в знаковия модел на експертното знание само с логически съюзи на съвместеност, доколкото съответстващите на тях свойства са възприемани от опитния оператор като независими. По тази причина, всяко крайно множество от свързани твърдения изразява ситуация от „възможни” стойности на интензивността на потенциалните проявления на съответните свойства в обекта на управление, представляващи предпоставка и условие за съответни „необходими” управляващи въздействия от страна на опитния оператор. В този смисъл, знаковият модел на експертното знание представлява крайно множество от „възможни” ситуации, импликативно свързани със съответни, „необходими” управляващи въздействия в обекта на управление.

Знаковият модел на експертното знание е показан с израза от (2):

$$Im: \{Im_i = (C_i \ R \ U_i) \mid i=1, \dots, n\} \quad (2)$$

в който:

- Im е крайно множество от продукции – Im_i, i=1, … , n;
- C_i е i-тата ситуация, съставена от съотнесени твърдения, показани с (1);
- U_i е съответното i-то управляващо въздействие, съставено от съотнесени твърдения, показани с (1);
- R е импликативно отношение между i-тата ситуация и i-то управляващо въздействие.

Проектирането на знаковия модел на експертното знание в размитите системи за управление е винаги предпоставено от конструирането на негов адекватен модел. Изходно начало за такова конструиране е връзката между двете, определяни като: езикова и контекстна, компоненти на експертното знание.[2]

Те са показани на Фиг.2 като връзката между тях е дефинирана съответно с три отношения: на „означаване” - R_{sgn}, на „смисъла” - R_{sem} и на „значимостта” - R_{prg}. За разлика от съществуващите методи, предложението за три отношения между двете компоненти на експертното знание е новост в тази област и позволява по-точното и адекватно негово представяне в техническите автоматични размити системи за управление.

Връзката между двете компоненти се определя от опитния оператор чрез психометрични методи за всяко от свойствата, включени в управлението и съответно в експертното знание.[3]

За тази цел опитният оператор използва лингвистични критерии за оценка на възможните стойности на интензивността на потенциалните проявления на всяко отделно свойство по отношение на съответното на тях, обобщено значение в езиковите твърдения от знаковия модел на експертното знание.

Чрез лингвистичния критерий на „означаване” - K_{sgn}, опитният оператор оценява всички възможни измервани стойности на интензивността на потенциалните проявления – $\{t_i^M\}$ на дадено свойство - P, които са „означение” за едно обобщено значение – t_i^L на същото свойство от твърдението - A^L.

Този критерий може да бъде представен формално с функционното отношение (функцията):

$$F_{sgn}: \{t_i^M\} \times t_i^L \rightarrow [0,1] \quad (3)$$

в който:

- F_{sgn} е функционно отношение (функция) на „означаване”;
- $\{t_i^M\}$ е множество от всички възможни измервани стойности на интензивността на потенциалните проявления на свойството – P от твърдението A^L;
- t_i^L е обобщено значение на възможните стойности на свойството - F;
- [0,1] е нормирано множество от дискретни стойности в диапазона от 0 до 1.

В дефиниционната област на функционното отношение - F_{sgn} е включено множеството на всички възможни „измервани” стойности на интензивността на потенциалните проявления - $\{t_i^M\}$ на свойството - P, доколкото конструираният адекватен модел ще бъде проектиран в технически размити системи за управление, а в тях отсъства опитния оператор с неговите сетивни способности и се използват само технически изчислителни средства.

Оценката на множеството възможни измервани стойности - $\{t_i^M\}$ чрез критерия на „означаване” - K_{sgn} се извършва с помощта на едномерни скали. Те се представят с изображението:

$$f_{hom}: <\{t_i^M\}, R> \rightarrow <[0,1], S> \quad (4)$$

в който:

- f_{hom} е хомоморфно изображение;
- $<\{t_i^M\},R>$ са възможните измервани стойности на интензивността на потенциалните проявления - $\{t_i^M\}$ на свойството – P с отношения между тях – R;
- $<[0,1],S>$ е нормираното множество от дискретни стойности - [0,1] с отношения – S между тях;

Образите на отделните елементи - $f_{hom}(a_i^M)$ от множеството възможни измервани стойности на интензивността на потенциалните проявления - $\{t_i^M\}$ в нормираното множество от дискретни стойности в диапазона от 0 до 1 са скални значения на оценките по критерия на „означаване - K_{sgn}. Скалата на оценките може да бъде определяна от опитния оператор с различни известни методи и е най-често рангова, но в някои случаи може да бъде и интервална[4].

Чрез лингвистичния критерий на „смисъла” – K_{sem} опитният оператор оценява същите възможни измервани стойности на интензивността на потенциалните проявления – $\{t_i^M\}$ на същото свойство - P, които имат „смисъл” за същото обобщено значение - t_i^L от същото твърдение A^L. Формално, този критерий може да бъде предствен с функционното отношение (функцията):

$$F_{sem}: \{t_i^M\} \times t_i^L \rightarrow [0,1] \quad (4)$$

Аналогично чрез лингвистичния критерий на „значимостта” – K_{prg}, опитният оператор оценява същите възможни измервани стойности на интензивността на потенциалните проявления – $\{t_i^M\}$ на същото свойство - P, които имат практическа „значимост” по отношение на предпоставената цел на управление на обекта за същото обобщено значение - t_i^L от същото твърдение A^L.

Формално, този критерий може да бъде предствен също с функционното отношение (функцията):

$$F_{prg}: \{t_i^M\} \times t_i^L \rightarrow [0,1] \quad (5)$$

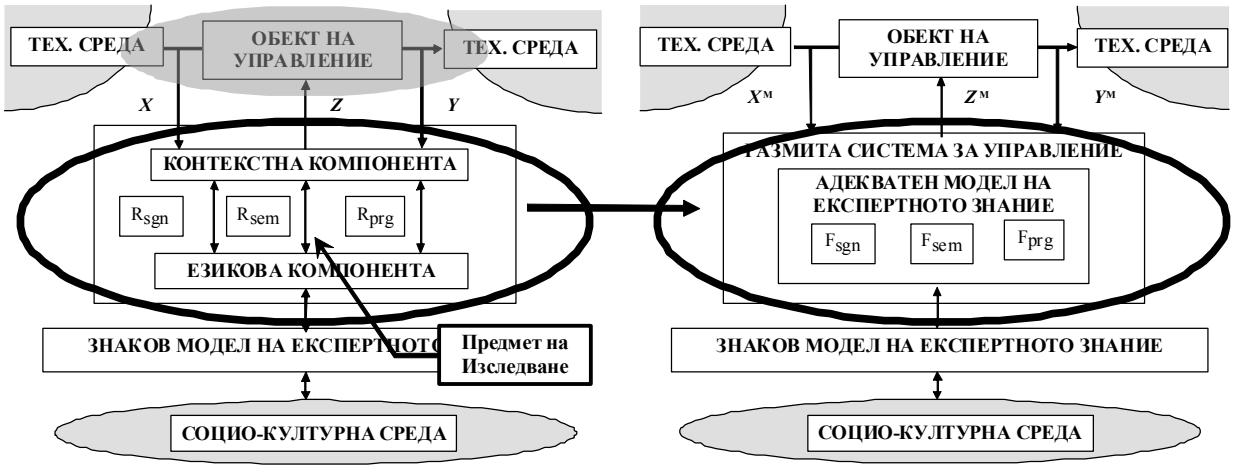
В резултат от оценяването на възможните измервани стойности на интензивността на потенциалните проявления - $\{t_i^M\}$ на дадено свойство - P чрез трите лингвистични критерия – K_{sgn}, K_{sem}, K_{prg} представлява многокритериално оценяване на едно обобщено значение - t_i^L на твърдението A^L, което е включено в знаковия модел на експертното знание на опитните оператори. То може да бъде представено в техническите размити системи за управление чрез декартовото произведение на трите функционни отношения:

$$F: F_{sgn} \times F_{sem} \times F_{prg} \quad (6)$$

в което за определяне на многокритериалната оценка се използва „максминния” критерий на Валд, както е показано с израза от (7):

$$F: \{t_i^M\} \times t_i^L \rightarrow \max(\min([0,1]^3)) \quad (7)$$

В него с израза: $\min([0,1]^3)$ се определя минималната стойност от трите дискретни стойности на трите нормирани множества - [0,1] за трите функционни отношения - F_{sgn}, F_{sem}, F_{prg}. За всяка възможна измервана стойност - t_i^M на интензивността на потенциалните проявления на свойството - P и за едно нейно обобщено значение - t_i^L от твърдението A^L се определя минималната стойност от трите нормирани множества - [0,1], за трите функционни отношения.



Функционното множество – F, определяно с израза (7), представлява адекватен модел на функцията на принадлежност на размитото множество, чрез което се представя всяко едно твърдение - A^L от знаковия модел на експертното знание от гледна точка на неговата обективна опосредованост, познавателна адекватност и практическа значимост.

С това се дава възможност за размито представяне на експертното знание на опитни оператори в техническите размити системи за управление, което е показано с блок-схемата от Фиг.3.

III. ИЗВОДИ

Предложеният в тази статия: „Метод за многокритериално оценяване и размито представяне на експертното знание на опитни оператори" е нов в тази област и дава възможност то да бъде проектирано по-точно и адекватно в техническите размити системи за управление. За тази цел са определени предварително: обекта и предмета на научното изследване. Показано е, че за проектирането на експертното знание на опитните оператори е необходимо да бъде конструиран негов размит модел въз основа на определения в предмета на изследване знаков модел. Показано е още, че всяко твърдение - A^L от знаковия модел на експертното знание трябва да бъде оценявано чрез три лингвистични критерия и по този начин да бъде представено чрез три размити множества в конструирания модел. По такъв начин конструирания модел е адекватен на знаковия модел на експертното знание от гледна точка на неговата обективна опосредованост, познавателна адекватност и практическа значимост.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Zadeh L. "From Computing with Numbers to Computing with Words to Computation of Perceptions – A Paradigm Shift, BISC Program EECS, CS Division, UC Berkeley 2000.

[2]. Hausser, R. "A Theory of Signs for Database Semantics", EJC 13, Kyushu Institute of Technology, Kitakyushu, Japan, 2004

[3]. Мешалькин Л. "Психологические измерения" М. 2002

За контакти:
инж. Йордан Червенков, гл.ас. д-р. в Колеж в структурата на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 311УК, E-Mail: ychervenkov@yahoo.co.uk

Рецензент: доц. д-р. инж. Емил Маринов, катедра „АП" на ТУ - Варна

Статията е написана във връзка с проект НП-46 от 2009 год. по Фонд „Научни изследвания" на МОН

ТЕНДЕНЦИИ В ИЗМЕНЕНИЕТО НА ФИЗИКО-ХИМИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА РЕКА ДЕВНЕНСКА

TRENDS IN THE CNANGES OF RIVER DEVNENSKA PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS

Анна Симеонова

Резюме: Разгледани са физико-химичните характеристики на р. Девненска за периода 2006-2008г., вклюващи активна реакция, разтворен кислород, перманганатна окисляемост, биохимична потребност от кислород, биогенни елементи, неразтворени вещества, сулфати, хлориди, тежки метали и сероводород. Реката се характеризира със стойности на изследваните показатели значително под допустимите норми. Активната реакция на водата е с подчертан слабо алкален характер. Кислородният режим е много добър, съдържанието на биогенни елементи, биохимично разградими органични вещества и тежки метали е много ниско. По- високото съдържание на хлорни йони, в много от случаите над допустимите норми, е в резултат от антропогенното въздействие на промишлените емитенти.

Ключови думи: емитенти, замърсяване, р. Девненска**,** физико-химични характеристики

Abstract: The physico- chemical characteristics of river Devnenska are investigated for 2006-2008y., including pH, dissolved oxygen, permanganate index, BOD, nutrients, suspended matter, sulfates, chlorides, heavy metals and hydrogen sulphide. The river's parameters are characterized with values considerably under the threshold limits. The water is characterized with low basic reaction, the dissolved oxygen concentrations are very high, the levels of the nutrients, biochemically degradable organic matter and heavy metals are very low. The concentrations of chlorides are above the limits which could be a result of the anthropogenic influence of the industrial emitters .

Keywords: emitters, pollution, r. Devnenska, physico-chemical characteristics

I. ВЪВЕДЕНИЕ

С влизането в сила на Европейската рамкова директива за водите (Директива 2000/60/ЕС) [1] в страната започва прилагането на интегриран подход към управление на водите, чиято основна цел е постигането на "добър екологичен статус " до 2015 г. Приоритетна задача в тази връзка е да се направи нова категоризация на водните ресурсите в страната в зависимост от екологичния им статус. Това налага извършване на по-задълбочен системен мониторинг и определяне на т.н. "горещи точки" [2]. Горещите точки са райони с "лош статус" на водите, в които съществува реален риск от неизпълнение на екологичните цели за качество.

Съществуващата мрежа за физико-химичен мониторинг на водите в България е слабо ориентирана към оценка на "горещите точки", една от които е р.Провадийска [3].

Целта на настоящото иследване е да се проследи екологичния статус на р.Девненска, намираща се в район с интензивно развита химическа промишленост и явяваща се приток на р.Провадийска.

II. ОБОБЩЕНА ПОСТАНОВКА

Обект на настоящото изследване е река Девненска, която се намира на територията на промишлен район Девня, характерен с интензивно развита химическа промишленост. На територията на района са разположени някои от най-големите химически заводи на страната: „Соловей Соди" АД, ТЕЦ „Девен"АД, „Агрополихим"АД, „Полимери" АД, „Девня Цимент" АД и „Захарен завод".

Река Девненска извира от землището на Община Суворово, протича през територията на общините Суворово и Девня и се влива в река Провадийска,

характеризираща се с „лош статус” на водата и обявена за „гореща точка” .

Дължината на р. Девненска е 27 км, като водосборната й област е с площ 201км^2. Реката е с преобладаващо подхранване от подземни и валежни води (50% от подземни води, до 40% от дъждовни води и до 10-20% от топене на снеговете). Основното подхранване на реката е от Девненските извори, които са разположени на около 0,5-1,0 km от Девня Цимент АД. Понастоящем, повечето от изворите са каптирани за питейно-битово водоснабдяване на заводите в района и на гр. Варна и подхранването на Девненската река се осъществява от некаптираните Девненски извори, от преливниците на каптираните извори и на две помпени станции (Ада–1 и Ада-2). Оттокът на реката е сравнително равномерно разпределен през годината, като средният отток е 1,3 m^3/s [4].

Река Девненска е приемник на отпадъчните и дъждовни води на част от заводите разположени на територията на гр. Девня: „Девня цимент” АД, „Полимери”АД, ТЕЦ „Девен”АД, ГПСОВ Девня и „Захарен завод”АД (Литекс шугър). Проектната категория на реката в зависимост от степента й на замърсяване и възможността за използване е III-та категория (води за напояване и промишлено водоснабдяване), като непосредсвено след изворите (по протежение на по-малко от 2 км.) проектната категория на реката е I-ва (води за питейни нужди).

Мониторинг на реката се извършва ежемесечно от Басейнова Дирекция за Черноморски район (гр. Варна) в два пункта- след Циментов завод (първи пункт) и преди вливане в р. Провадийска (втори пункт)[5]. Миниторингът на физико-химичните параметри в пункта след Циментов завод е проведен в м. I, V,VII, VIII, IX, X и XI за 2006г.и в м. II, IV, V, VII, IX, XI за 2007г. Мониторингът на физико-химичните параметри на р. Девненска в пункта преди вливането в р. Провадийска е проведен в м. I, II, V, VI, VII, IX, X, XI за 2006 и през всички месеци на 2007. На изследване са подложени следните показатели: активна реакция, разтворен кислород, насищане с кислород, перманганатна окисляемост, биохимична потребност от кислород ($БПК_5$), биогенни елементи, неразтворени вещества, сулфати, хлориди, тежки метали и сероводород.

Химичните анализи на горепосочените параметри са проведени в Регионалната лабораторията към Изпълнителната Агенция по Околна Среда в гр. Варна по утвърдени международни стандарти. Проби от водите на р.Девненска в същите пунктове са взети и през 2008г., от колектив към катедра ЕООС на ТУ-Варна и са анализирани в учебната лаборатория по „ Контрол на водите” към катедрата, като са използвани аналитични и спектрофотометрични методи.

III. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ И ИЗВОДИ

Активната реакция на водата за разглеждания период е в нормални граници - в диапазон от 7,52 до 8,89 pH. Средните стойности след Циментов завод (1-ви пункт) са от порядъка на 7,72-7,77 pH и 8,19-8,26 pH за 2-ри пункт, преди вливането на реката в р.Провадийска. Прави впечатление, че pH на водата във втория пункт има по-високи стойности от тази в първия и ясно изразен алкален характер. Преобладаващите стойности са от порядъка 8.30-8,88 pH, което ги доближава до нормата (pH 9,0) за проектната категория на реката [6]. Повишеното съдържание на pH във втория пункт може да се обясни с влиянието на емитентите от Девненския район, чието заустване на отпадъчни води се осъществява в участъка между двата пункта.

Реката се характеризира с много добър кислороден режим. За 2006 г., в пункта след Циментов завод, стойностите на разтворения кислород са в границите 7,08-7,88 mg/dm^3, като през м.май за същата година са отчетени много високи стойности - 9,14 mg/dm^3. Не са установени

стойности под нормите за проектната категория (норма за III-та категория- 2 mg/dm^3) [6]. През 2007г., за пункта след Циментов завод, кислородният режим на реката е значително по-добър от този през 2006г. Измерени са стойности от порядъка на 11,41; 10,39; 10,01 mg/dm^3 за месеците април, май и юли, които отговарят на I-ва категория приемник. За 2006г. във втория пункт, кислородното съдържание на водата е стабилно-стойности в граници от 7,13 до 8,89 mg/dm^3 , много по-високи от допустимите, докато за 2007 то се изменя много динамично. Много високи стойности на разтворения кислород за втория пункт са установени през месеците от март до септември - с максимум през м.март-12,11 mg/dm^3, след което се наблюдават значително по-ниски концентрации през м.октомври- 4,2 mg/dm^3 и ноември- 5,3 mg/dm^3, които въпреки това са значително над нормата. Не се наблюдава съществена промяна в кислородното съдържание в участъка между двата мониторингови пункта, както и в кислородното съдържание за 2008г. Високото кислородно съдържание показва, че процесите на постъпване на кислород в реката преобладават значително над тези на усвояването му, което предполага, че съдържанието на биохимично разградими замърсители е незначително или, че голяма част от замърсителите притежават значителна консервативност по отношение на аеробно разграждане.

Показателите БПК$_5$ и Перманганатна окисляемост за първия мониторингов пункт се характеризират с ниски и стабилни стойности- много под нормите както за 2006, така и за 2007г (табл.1).

Табл. 1. Стойности на показателите БПК$_5$ и Перманганатна окисляемост на р.Девненска в пунктовете след Циментов завод (1-ви пункт) и преди вливане в река Провадийска (2-ри пункт), за периода 2006-2007г.

Месец	БПК , mg /dm^3				Перманганатна окисляемост, mg O_2/dm^3			
	2006г.		2007г.		2006г.		2007г.	
	1-ви пункт	2-ри пункт	1-ви пункт	2-ри пункт	1-ви пункт	2-ри пункт	1-ви пункт	2-ри пункт
Януари	0,5	0,9	-	1	0,56	1,14	-	1,9
Февруари	-	-	0,4	0,8	-	-	1,7	3,2
Март	-	-	-	1	-	-	-	2,9
Април	-	-	2	-	-	-	1,9	-
Май	0,7	0,7	1,3	2	0,52	1,03	2,2	3,2
Юни	-	-	-	1,1	-	-	-	2,9
Юли	3,1	2,2	0,8	0,4	0,1	1	2,2	2,7
Август	0,6	0,7	-	2	0,74	1,2	-	1,52
Септември	0,6	0,5	0,6	0,4	0,26	1,06	0,65	0,91
Октомври	0,4	0,4	-	4	1,9	1,9	-	3,1
Ноември	0,6	0,5	0,9	**34**	1,5	3,4	2,4	**28**
Декември	-	-	-	-	-	-	-	-
	норма за III категория приемник-25 mg /dm^3				**норма за III категория приемник-40 mg /dm^3**			

Стойностите на показателят БПК$_5$ варират в границите от 0,4 до 3,1 mg/dm^3 за 2006г. и от 0,4 до 2,0 mg/dm^3 за 2007г., при норма 25 mg/dm^3. Перманганатната окисляемост е от 0,56 до 1,9 mg/dm^3 за 2006г. и от 1,7 до 2,4 mg/dm^3 за 2007г., при норма 40 mg/dm^3 [6]. Почти два пъти са по-високи стойностите за перманганатната окисляемост за 2007, но въпреки това са значително под допустимите норми. Това свидетелства за ниско органично натоварване на реката, в района около първия мониторингов пункт. Органичното натоварване във втория мониторингов пункт е също под допустимите норми, което доказват стойностите на показателите БПК$_5$ и Перманганатната окисляемост. Стойностите за БПК$_5$ за

2006г варират от 0,4-2,2 mg/dm^3, за 2007 от 0,4-1,0 mg/dm^3, а за 2008 отчетената средномесечна стойност е 1,0 mg/dm^3. Наблюдава се рязко повишаване на БПК$_5$ - до 34 mg/dm^3 през м.ноември 2007, което надвишава значително допустимите концентрации от 25 mg/dm^3. За Перманганатната окисляемост са отчетени през същия месец на 2007г. значително по-високи стойности -28 mg/dm^3 (норма-40 mg/dm^3) в сравнение с останалите месеци на 2006г, 2007г и 2008г. Тези стойности са значително по-високи от измерените през същия месец в мониторинговия пункт след Циментов завод, което е индикатор за допълнително органично натоварване в участъка между двата пункта. Тъй като тези значителни стойности за установени еднократно за целия период на мониторинга, може да се предположи, че са в резултат на залпово замърсяване от емитентите изпускащи товара си в участъка между двата пунка. По данни за товара на отпадъчните води за „Захарен завод" АД заустващ в р. Девненска, за 2007г. [5]. е отчетено действително състояние за показателя БПК$_5$ - 480,50 mg/dm^3 при норма по разрешително- 50 mg/dm^3, което би могло да обясни отчетените завишени стойности на тези показатели в реката. Имайки предвид значително ниските стойности за тези показатели за целия разглеждан период може да се направи извода, че за реката не са характерни биохимично разградими органични замърсители.

Стойностите на биогенните елементи- амониев, нитратен, нитритен азот и фосфати са значително под нормите за III-та категория приемник [6] за целия разглеждан период.

Табл. 2. Стойности на биогенните елементи на р.Девненска в пунктовете след Циментов завод (1-ви пункт) и преди вливане в река Провадийска (2-ри пункт) за периода 2006-2007г.

Месец	NH_4^+				NO_2^-				NO_3^-			
	2006		2007		2006		2007		2006		2007	
	1-ви пункт	2-ри пункт	1-ви пункт	2-ри пункт	1-ви пункт	2-ри пункт	1-ви пункт	2-ри пункт	1-ви пункт	2-ри пункт	1-ви пункт	2-ри пункт
Януари	<0,089	<0,089	-	0,57	0,003	<0,0005	-	0,02	0,67	1,55	-	1,2
Февруари	-	-	0,026	0,66	-	-	0,03	0,036	-	-	1,70	1,5
Март	-	-	-	0,61	-	-	-	0,017	-	-	-	1,5
Април	-	-	0,038	-	-	-	0,009	-	-	-	1,40	-
Май	0,014	0,09	0,034	0,05	0,013	0,011	0,015	0,036	1,00	0,93	0,80	0,78
Юни	-	-	-	0,36	-	-	-	0,012	-	-	-	0,8
Юли	0,052	0,07	0,14	0,36	0,011	0,024	0,053	0,074	1,38	1,64	0,19	0,61
Август	0,035	0,07	-	1,35	0,014	0,01	-	0,03	1,21	0,70	-	1,74
Септември	0,04	0,04	0,31	0,12	0,011	<0,008	0,013	0,011	1,65	1,72	0,93	1,38
Октомври	0,22	0,22	-	0,94	0,03	0,03	-	0,012	2,63	2,63	-	0,19
Ноември	0,033	0,032	0,07	0,1	0,011	0,009	0,009	0,063	1,42	1,39	1,08	<0,008
Декември	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	норма за III категория приемник-5,0 mg /dm^3				**норма за III категория приемник-0,06 mg /dm^3**				**норма за III категория приемник-20 mg /dm^3**			

Концентрациите на амониевия азот за пункта след Циментов завод са в границите от 0,014-0,089 mg/dm^3 за 2006г. и от 0,026-0,31 mg/dm^3 за 2007г. при норма 5 mg/dm^3, на нитритния азот от 0,003-0,014 mg/dm^3 за 2006 и 0,009-0,053 mg/dm^3 за 2007г при норма-0,06 mg/dm^3 (табл.2). Измерените концентрации на нитрати за 2007 са по-високи от тези за 2006, а концентрациите на амоняк по-ниски, което показва че през 2007г. нитрификационните процеси в първия мониторингов пункт протичат по-пълноценно, за разлика от тези през 2006. Това се благоприятства и от по-добрия кислороден режим на участъка, отчетен за 2007. Стойностите на биогенните елементи, за пункта преди вливането в р.Провадийска, остават под допустимите норми през целият разглеждан период.

Значително под нормите са и стойностите на биогените за пробите взети за анализ през 2008г. Ниските стойности на биогени може да се обясни с факта, че в района няма развито интензивно селско стопанство, което би могло да се окаже източник на разсредоточено замърсяване на р. Девненска с нутриенти. Освен това технологичните процеси на емитентите заустващи в реката, не се явяват източник на биогени, което също е причина за отчетените ниски стойности за разглеждания период.

Стойностите на показателя неразтворени вещества (НВ) са значително под нормата за III категория приемник (норма 100 mg/dm^3) и са със средно годишни стойности за 2006г -10,89 mg/dm^3 и за 2007г.- 18,55 mg/dm^3 (табл. 3). Превишение над допустимата норма е отчетено еднократно за целия период през месец септември 2006г.- 111 mg/dm^3. Значителна разлика в стойностите на НВ са регистрирани между двата мониторингови пункта през есенните месеци, като за м. септември 2006г. за първия пункт е отчетена стойност- 0,17 mg/dm^3, а за втория 111 mg/dm^3, а за м. ноември 12 mg/dm^3 и съответно-27 mg/dm^3. Подобна е тенденцията за същите месеци за 2007г., като за м.септември 2007 за първия пункт е отчетена стойност- 9 mg/dm^3, а за втория 26 mg/dm^3, а за м. ноември 6 mg/dm^3 и съответно-68 mg/dm^3. Сулфатните йони са с концентрации между 60-70 mg/dm^3, което е значително под допустимата стойност даже за I категория приемник (норма 200 mg/dm^3). Много динамично се изменя показателят хлориди и варира в широки граници от 16 mg/dm^3 до 835 mg/dm^3, като в много от случаите превишава допустимите норми за съответната категория (норма 400 mg/dm^3).

Табл. 3. Стойности на показателите неразтворени вещества (НВ), хлориди и сулфати на р.Девненска в пунктовете след Циментов завод (1-ви пункт) и преди вливане в река Провадийска (2-ри пункт) за периода 2006-2007г.

Месец	НВ				Хлориди				Сулфати			
	2006		2007		2006		2007		2006		2007	
	1-ви пункт	2-ри пункт	1-ви пункт	2-ри пункт	1-ви пункт	2-ри пункт	1-ви пункт	2-ри пункт	1-ви пункт	2-ри пункт	1-ви пункт	2-ри пункт
Януари	9	14	-	23	-	-	-	353	-	-	-	87
Февруари	-	-	4	14	16	358	19,3	**596**	40,8	57,8	59	85
Март	-	-	-	15	-	-	-	144	-	-	-	91
Април	-	-	21	-	-	-	23	-	-	-	54	-
Май	20,17	4	11	18	22	198	21	99	54,8	82,7	48	73
Юни	-	-	-	16	-	-	-	125	-	-	-	68
Юли	4	8	18	19	-	-	24	**440**	-	-	42	61
Август	<0,17	<0,17	-	23	21,7	239,2	-	225	52,7	58,2	-	74
Септември	<0,17	**111**	9	26	20,1	176	36	329	44,9	55,2	44	54
Октомври	13	13	-	12	835	**835**	-	**590**	89	89	-	100
Ноември	12	27	6	68	22,8	**584**	36	329	60,9	130	48	79
Декември	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	норма за III категория приемник-100 mg /dm^3				**норма за III категория приемник- 400 mg /dm^3**				**норма за III категория приемник- 400 mg /dm^3**			

Концентрацията на хлориди във втория пункт е с пъти по-висока от тази в първия пункт. Причината за това трябва да се търси в емитентите на река Девненска, характера на производството им и състава на отпадъчните им води. За изследвания период няма данни за товара на емитентите с хлорни йони, но резултати от контролни анализи на водата за периода 2000-2002г. [7], след заустване на емитенти от Девненската низина, показват много високи концентрации на тези йони в диапазон от 370 до 2079 mg/dm^3, което е доказателство за тяхното влияние върху замърсяването на реката. От направените анализи на хлориди за 2008г е отчетена средна стойност-450 mg/dm^3.

Проведеният мониторинг в разглеждания участък включва и анализ на тежки метали**,** тъй като тяхното наличие във водите е предпоставка те да попаднат и в почвите в района, което може да предизвика постепенното им акумулиране в кореновата система на много растения. Концентрациите на тежките метали- Fe, Mn, Cd, Pb, As, Cu, Zn и Cr и за двата мониторингови пункта показват много по- ниски стойности от утвърдените норми, което може да се приеме за нормални фонови концентрации. Не се наблюдава повишение или намаление на концентрациите им през 2007г. в сравнение с 2006. Значително по-високи концентрации на Fe се наблюдават във втория пункт от тези отчетени в първия пункт, като за 2006г. усреднените концентрации на Fe са 0,8210 mg/dm^3 (за втория пункт) и 0,0448 mg/dm^3 (за първия пункт), а за 2007 съответно -0,173 mg/dm^3 и 0,0359 mg/dm^3. За 2008г. концентрацията на Fe в разглеждания пункт е същата отчетена през 2007г. Същата тенденция се наблюдава и по отношение на Mn. Отчетените стойности в пункта преди вливането в р.Провадийска са с цял порядък по-високи през целия разглеждан период (0,01-0,05 mg/dm^3) спрямо тези отчетени в участъка след Циментов завод (0,002- 0,005 mg/dm^3), но значително под нормите.

Показателят сероводород, който характеризира наличието на гнилостни процеси е определян само за 2007г и 2008г и показва постоянни стойности през целия период на мониторинга- < 0,05 mg/dm^3, при норма от 0,1 mg/dm^3. Поради това, че няма отклонения в стойностите на този показател, концентрациите могат да се приемат за референтни. Ниската стойност на този показател показва висока относителна стабилност и ниска степен на загниваемост на водата.. Очевидно, високото съдържание на кислород във водата и ниските концентрации на биохимично разградими замърсители обуславят високата устойчивост на водата към загниване.

От горепосочения анализ на физико-химичните показатели на р. Девненска може да се направи извода, че през разглеждания период не са установени превишения на допустимите за проектната категория норми, с изключение на съдържанието на хлориди. Участъкът се характеризира със стабилно екологично състояние- добър кислороден режим, ниски концентрации на биогенни елементи и метали и слабо органично натоварване. Въпреки отпадъчния товар на промишлените източници на замърсяване, тяхното влияние върху статуса на реката е незначително.

Тенденциите в изменението на физико- химичните характеристиките на водите на р. Девненска са ясно изразени и показват добър екологичен статус за разглеждания период.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Директива 2000/60/ЕС на Европейския Парламент и Съвета на Европа от 23 октомври 2000 г. установяваща рамката за действие на Общността в областта на водната политика.

[2]. Национален доклад за управление на водите на речно басейново ниво в РБ,2007г.

[3]. Интегрирано управление на водите в България – състояние и национални приоритети, фондация „ Тайм- екороекти”, София, 2003г.

[4]. ИВП-БАН, МОСВ. Данни за водите в България, www.bluelink.net/water.

[5]. Данни от мониторинг на пунктовете на р. Девненска, находящи се при устието на реката и след Циментов завод в гр. Девня за периода 2006-2007г., Басейнова Дирекция за Черноморски район (БДЧР) с център Варна.

[6]. Наредба № 7 от 08.08.1986 г. за показатели и норми за определяне качеството на течащите повърхностни води.

[7]. Оценка на влиянието на отпадъчните води от промишлено- дъждовната канализация на„ Девен” АД върху състоянието на р.Девненска, 2002г.

За контакти:
инж. хим. Анна Симеонова, д-р, кат.”ЕООС” при ФМНЕ на ТУ-Варна, ул.Студентска 1, 318 НУК, e-mail: annsim@abv.bg

Рецензент: Живка Бекярова, доц., д-р
кат.”ЕООС” при ФМНЕ на ТУ-Варна
e-mail: jbekyarova@ abv.bg

ВЛИЯНИЕ НА АБИОТИЧНИ И БИОТИЧНИ ЕКОЛОГИЧНИ ФАКТОРИ ВЪРХУ ХИБРИДИ И ЛИНИИ ПШЕНИЦА (*T. AESTIVUM*) ПРЕЗ 2009 г.

INFLUENCE OF ABIOTIC AND BIOTIC ECOLOGICAL FACTORS ON HYBRIDS AND LINES OF COMMON WHEAT (*T. AESTIVUM*) IN 2009 YEAR

Драгомир Пламенов, Пенко Спецов

Резюме: Изследвано е влиянието на абиотични (зимни условия, ниска температура) и биотични фактори (брашнеста мана и кафява ръжда) върху 28 линии обикновена зимна пшеница, получени по метода на отдалечената хибридизация. За стандарти са използвани 4 сорта пшеница. Проучена е и продуктивността на част от генотиповете за условията на 2009 г. Подчертан интерес за селекцията към абиотичен и биотичен стрес представляват линиите № 342/АК-6-1, 404/КО-1-2, 404/КО-3-2, 404/КО-4-2 и 404/КО-15-2. Линия № 404/КО-3-2 е най-продуктивна в опита, но разликата спрямо втория по добив (сорт Пряспа) не е статистически доказана.
Ключови думи: абиотични, биотични, пшеница, фактори

Abstract: The influence of abiotic (winter conditions, low temperature) and biotic factors (powdery mildew and leaf rust) on 28 lines of common winter wheat, resulted from wide crosses, was investigated. Four varieties were used as standards. The productivity of a part of the genotypes for the conditions of 2009 year was measured too. Lines № 342/АК-6-1, 404/КО-1-2, 404/КО-3-2, 404/КО-4-2 and 404/КО-15-2 were of great value for abiotic and biotic stress breeding. Line № 404/КО-3-2 was the best yielding genotype in the experiment, but the difference to cultivar Pryaspa, was not significant.
Keywords: abiotic, biotic, common wheat, factors

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Основна задача на съвременната селекция е производството на сортове растения с висока продуктивност в съчетание с толерантност към биотичните и абиотични фактори на средата. Гъбните патогени причиняват едни от най-важните за условията на нашата страна болести, включително и при зърнено-житните растения. Селекцията на хлебната пшеница е насочена към създаване на продуктивни сортове с повишена устойчивост към брашнеста мана и ръжди. До настоящия момент, основен селекционен метод в селекцията на хлебната пшеница е междусортовата хибридизация. През последните 15-20 години развитие получават отдалечената (междувидова и междуродова) хибридизация в съчетание с биотехнологичните методи за създаване на линии и форми пшеница и тритикале с повишена устойчивост към биотичен и абиотичен стрес [3, 7]. Направлението от растителните биотехнологии, известно под общото понятие тъканни култури, намира приложение, като разширява възможностите на традиционната селекция за създаване, размножаване и поддържане на растенията с ценни стопански качества, за създаване на генетично разнообразие и преодоляване бариерите на несъвместимост. Антерната култура е един от елементите на тъканните култури, при който се получават хаплоидни растения регенеранти. Хаплоидията е най-бързият метод за привеждане на растенията в генетично стабилно състояние и получаване на изравнени линии в рамките само на една генерация [1, 2].

Болшинството от видовете в род *Triticum* (*Poaceae*) съдържат геномите A и B, които са почти еднакви с тези на хлебната пшеница (2n=42, AABBDD). Това улеснява генетичния трансфер на гени между видовете. Културните, както

и дивите видове, са генетичен резервоар на полезни за селекцията гени: устойчивост към гъбни болести, устойчивост към суша, студ, висока адаптивност и приспособимост към средата, солеустойчивост, и др. Икономически важни болести за страната са брашнестата мана (*Blumeria graminis* f.sp. *tritici*) и кафявата ръжда (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*), които спадат към биотичните фактори на средата.

За Варненска и Добричка област са характерни крайморските климатични условия, които благоприятстват развитието на гъбните болести. Загубите, вследствие на нападение на хлебната пшеница само от кафява ръжда достигат 15% и повече, в зависимост от фенологичната фаза на гостоприемника. От тук произтичат и разходите, които се правят за извеждане на химична борба срещу гъбните патогени. От друга страна, паразитните гъби непрекъснато се приспособяват като еволюират, създавайки нови и по-вирулентни раси, срещу които няма достатъчно ефективни гени за устойчивост. Селекционирането на сортове с нови гени за устойчивост към биотичните (брашнеста мана, кафява ръжда, фузариози и др.) и абиотичните екологични фактори (сурови зимни условия, ниски и високи температури, типове и реакция на почвата) е най-икономичният и ефективен начин за адаптация и изява на максимален биологичен добив при конкретни условия на средата.

Ето защо е необходимо проучване и идентифициране на нови източници на устойчивост сред растителните ресурси при хлебната пшеница, каквито са родствените видове, хибридите им с хлебната пшеница (естествени и изкуствено получени), а също и линиите тип културна пшеница, селекционирани от най-различни междувидови кръстоски в последните 20 години. Целта на статията е да проучи влиянието на някои биотични и абиотични фактори на средата при изпитване на нови линии хлебна пшеница *T. aestivum* L., при неконтролируеми оранжерийни и полски условия, в района на ДЗИ-Генерал Тошево през 2009 г.

II. АНАЛИЗ

Селекцията на линии тип обикновена зимна пшеница с произход от отдалечени кръстоски преминава през следните етапи:

- отглеждане на единични хибридни растения в оранжерия (оценка на устойчивост към брашнеста мана, бракуване на чувствителните растения, отбор по озърненост);
- репродукция на полски участък (отглеждане на хибридните материали в редове, оценка за нападение от брашнеста мана и кафява ръжда, отбор на озърненост и устойчивост до получаване на изравнени линии);
- изпитване на устойчивите линии в контролен опит (оценка за полягане, оценка за нападение от гъбни болести, добив);
- изпитване на линиите в КСО (оценка за зимоустойчивост, студоустойчивост, гарниран посев, оценка за нападение от брашнеста мана и кафява ръжда, и добив).

Зимоустойчивостта се оценява при полски условия по петобална система (1-5) като за стандарти служат пшениците Пряспа и Енола (бал 5, отлична зимоустойчивост). Степента на полягане се измерва визуално по следната скала: 0-неполегнали (устойчиви), и оценки от 1 до 4: 25, 50, 75 и 100% полегнали растения (парцелки), съответно. Студоустойчивостта е оценена по метод, описан от Ценов и Петрова (1984) [9]. Растенията са отглеждани в съдове и закалявани при естествени условия. Замразяването е извършено на 30.12.2008 г. в хладилни камери КТК 3000 при температура -17^{o}C. След възстановяване е определена студоустойчивостта в процент живи растения. За сравнение са използвани стандартите по студоустойчивост: обикновените зимни пшеници Мироновская 808, Безостая 1, № 301, Русалка и San Pastore.

Устойчивостта на брашнеста мана *Blumeria graminis* f.sp. *tritici* (синоним *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*) е изследвана във възрастова фаза в оранжерия при наличната естестествена инфекция на патогена. Типът на инфекция се отчита по скалата на Tomerlin et al. (1984) [12] с оценки от 0 до 9, както следва: 0: имунна реакция, без следи от инфекция; 1-3: устойчивост, с некротични петна и понякога слабо развит мицел; 4-6: средна устойчивост, с некротични петна, развит мицел и конидиоспори; и 7-9: чувствителна реакция, с хлоротични петна, силно развит мицел и конидиоспори. Растенията за удобство се групират по следния начин: R /устойчивост/-с оценки 0-3; MR /средна устойчивост/-с оценки 4-6; и S /чувствителност/ - с оценки 7-9 [11]. За сравнение служи чувсвителния сорт пшеница Садовска ранозрейка-4 (група S). Отчитането се извършва два пъти във фаза цъфтеж-млечна зрялост, с промеждутък от 10-14 дни.

При полски условия се отчита степен на нападение от брашнеста мана и кафява ръжда по скалата на Stakman et al.(1962) [10], двукратно, в условията на естествен инфекционен фон. Според оценките линиите се групират така: R-толерантни, MR-средно толерантни, и S-чувствителни (нетолерантни).

Конкурсен сортов опит е изведен в района на ДЗИ - Генерал Тошево през 2009 г. съгласно Технологията за производство на пшеница (1998) [8]. Включени са четири сорта за стандарти: Пряспа, Енола, Аглика и Янтър, и 28 нови линии, получени по метода на отдалечената хибридизация (табл. 1). Опитът е заложен в 5 повторения от по 10 m^2 реколтна парцелка. След прибиране на реколтата е отчитан добивът от зърно на материалите. Резултатите от продуктивността (в kg/dka) са включени в дисперсионен анализ с изчисляване на най-малката доказана разлика между вариантите (LSD). Статистическата обработка е осъществена с помощта на програмен продукт STATISTICA, version 5.0.

Таблица 1. Педигре на линиите, изпитани за добив и толерантност на гъбни болести при полски условия

Селекционен номер	К р ъ с т о с к а	Брой линии в КСО
37г	Янтър х *Ae. speltoides*	1
97	Янтър х *Ae. ovata* (синоним *Ae. geniculata*)	1
201	11-8 х Траяна	1
281	11-8 х 259 C_1 (Янтър х *Ae. triuncialis* ssp. *caput*)[1]	1
283	Аглика х 259 C_1 (Янтър х *Ae. triuncialis* ssp. *caput*)[1]	3
287	Кристал х 261 C_1 (Янтър х *Ae. ovata* ssp. *gibberosa*)[1]	2
288	Мизия х 259 C_1 (Янтър х *Ae. triuncialis* ssp. *caput*)[1]	1
311	43/51-1 х Русалка	2
313	331-А/131 х Чародейка	2
373	Монозаместена линия на Тракия[2] х Аглика	3
342, 404	Монозаместена линия на Тракия[2] х Аглика	7
Поп.2	Монозаместена линия на Тракия[2] х Тракия	4
	Общо:	28

[1], 259 и 261 са амфиплоиди в първа генерация (C_1);
[2], Линията е получена от кръстоска Тракия х *Aegilops geniculata* и по генотип е монозаместена (хромозома 6D е заместена от 6U на дивия вид);
Линиите са получени след проведен отбор на устойчивост към брашнеста мана в оранжерийни условия.

От таблица 1 се вижда, че 28 линии са отбрани по озърненост и устойчивост на гъбни болести от 12 кръстоски. Според произхода си линиите се разделят

на първични, получени от пряко кръстосване на културна форма с див вид, и вторични, получени от кръстосване на две първична линии, или когато само единия родител е сорт пшеница. Например линии № 37г-4 и 97-2 са първични, получени чрез отбор по устойчивост в директни кръстоски, а също и линии № 281, 283, 287 и 288, в които вторият родител е амфиплоид. Останалите линии са вторични, получени от кръстосване на първична с културна форма. Четири линии са от кръстоска, означена като популация 2. Майчин родител е монозаместена линия на Тракия, получена чрез отбор на устойчивост към брашнеста мана в оранжерия и извършена цитогенетична характеристика на линията. Носител на устойчивостта е чуждата хромозома 6U с произход от вида *Aegilops geniculata* [11]. Кръстоски № 342 и 404 са еднакви по родители, но различни по допълнително приложени фактори за увеличаване на генетичната вариабилност в получените хибриди. Монозаместената линия участва в общо 4 кръстоски, а линиите отбрани от тях и изпитвани при полски условия са общо 14 (кръстоски № 373, 342, 404 и поп. 2) (табл. 1).

През 2009 г. генотиповете са изследвани за нападение от болести на естествен инфекциозен фон, като за целта е направена полска оценка (табл. 2). От стандартните четири сорта обикновена зимна пшеница, нито един не показа чувствителност към брашнеста мана и кафява ръжда. Толерантността към двете икономически важни болести е потвърдена и от резултатите, които тези генотипове демонстрират в пострегистрационното изпитване в системата на Изпълнителната агенция по сортоизпитване, апробация и семеконтрол (ИАСАС) [14]. Подобно на данните от нашия експеримент, ИАСАС отчита относително най-ниска степен на нападение от брашнеста мана и кафява ръжда при сорт Енола. Генотиповете, продукт на отдалечена хибридизация, проявяващи комбинирана толерантност към двете болести са четиринадесет, т.е. половината от изпитваните образци. Пет от проявяващите толерантна реакция линии са дихаплоидни (404/КО-3-2, 404/КО-15-2, 404/КО-1-2, 404/КО-4-2 и 342/АК-6-1) и за получаването им е използван метода на антерната култура. Майчин родител на кръстоска № 404 е монозаместената линия на Тракия, но в F_1 растения е приложена калусна култура и облъчване с доза от 5Gr гама-лъчи за получаване на различни по генотип хаплоидни растения.

По отношение на студоустойчивостта материалите се представят над нивото на стандарта № 301. Аналогични данни демонстрират и 56% от изпитваните селекционни материали в ДЗИ – гр. Генерал Тошево през 1999 г. [4]. Според цитираният литературен източник, подобна характеристика е положителна, тъй като такива генотипове притежават достатъчен резерв от студоустойчивост, над тази на посочения стандарт. Данните от настоящото проучване показват, че линия № 201 и сорт № 301 са с еднакъв % оцелели растения, като само два образеца (№ 287-1 и 311') са под нивото на стандарта. Сравнявайки реакцията на изследваните сортове и линии със световните стандарти по студоустойчивост (Мироновская 808 и Безостая 1), отчитаме, че сорт Енола и шест линии се представят по-добре от Безостая 1. Сорт Енола и образците № 404/КО-3-2 и 283-1 завършват теста за студоустойчивост с 95% живи растения. На нивото на Мироновская 808 (100% оцелели растения при -17^{o}C) са четири линии (№ 281, 311, 342/АК-6-1 и 404/КО-1-2). Такава висока студоустойчивост е отчетена при 9 линии, селекция на ДЗИ – гр. Генерал Тошево, като изпитването е през 1999 г. [4]. Регистрираните оценки за зимоустойчивост при полски условия и полягането (данните не са представени) са от много добри до отлични на изпитваните линии, на нивото на стандартните сортове Пряспа и Енола.

Таблица 2. Толерантност към болести и студоустойчивост на сортове и линии обикновена зимна пшеница, изпитани в района на ДЗИ – Генерал Тошево през 2009 година

Сортове/ Линии	Толерантност към болести		Студоустойчивост при -17°C
	Брашнеста мана	Кафява ръжда	
404/КО-3-2	R	R	95
Пряспа	MR	R	43
288-1	R	R	65
404/КО-4-2	R	R-MR	79
281	R	MR-S	100
311	R	MR-S	100
287-1	R	S	16
373-48	R	S	77
342/КО-35-2	S	MR-S	71
201	MR	R	35
283	R	S	81
404/КО-15-2	R	R	86
2/13 DH2	R	S	86
2/24-8	MR-S	MR	61
342/АК-6-1	R-MR	R	100
37г-4	S	R	48
313	R	R	38
Енола	R	R	95
Аглика	R	R-MR	55
283’	MR	MR-S	80
DH2/42-4	S	R	79
287	MR	S	43
404/КО-1-2	R	R	100
Янтър	MR	R	38
283-1	R	S	95
373-34	MR	R	73
2/16-7	MR	R	76
373-46	R-MR	R-MR	82
311’	R	MR	11
342/АК-5-4	MR-S	R	74
97-2	R	R	59
313’	R	R	43
Стандарти			
Мироновская 808			100
Безостая 1			87
№301			35
Русалка			12
San Pastore			0

Продуктивността на генотиповете пшеница с добив над 850 kg/dka е показана в таблица 3. Съгласно използвания дисперсионен анализ, най-малката достоверна разлика между вариантите е 63 kg. Статистическият анализ показва, че няма доказана разлика в продуктивността между най-добивният за годината образец (№ 404/КО-3-2 с добив от 1058 kg/dka) и втория по този показател сорт Пряспа (1042 kg/dka). Разликата в относителния добив е само 1.54% в полза на линията. Съществува обаче достоверна разлика между № 404/КО-3-2 и шест генотипа (между тях и сорт Енола). Линията с най-висока

продуктивност е дихаплоидна, изпитва се в КСО за първа година, като получените резултати са обнадеждаващи и с оглед на високата й толерантност към биотичен и абиотичен стрес (табл. 2). В настоящото проучване, образец № 288-1 (втората по продуктивност линия) и сорт Пряспа са с еднакъв добив. По отношение на сорт Пряспа се потвърждават резултатите от предходни наши изследвания, в които сортът превишава по продуктивност останалите стандарти и голяма част от изследваните линии, както през предходната 2008 г. [5], така и за периода 2003-2006 г. [6]. Сортът проявява висок добив и в различни пунктове в страната [4, 13]. Интересно е, че Пряспа е създадена в резултат на отбор в сорт Янтър, който е стандарт в група В. От друга страна, сорт Пряспа е стандарт за група Г (продуктивни пшеници) в системата на ИАСАС.

Таблица 3. Продуктивност на сортове и линии обикновена зимна пшеница в района на ДЗИ – Генерал Тошево през 2009 година (kg/dka)

Сортове/ Линии	Д О Б И В		
	Среден, kg/dka	Относителен, %	Вариационен коефициент, VC
404/КО-3-2	1058	101.54	2.56
Пряспа	1042	100	1.97
288-1	1042	100	2.32
281	1032	99.04	3.72
311	1027	98.56	4.20
287-1	1023	98.18	2.15
373-48	1016	97.50	7.58
342/КО-35-2	1015	97.41	3.71
201	1010	96.93	4.37
283	1008	96.74	5.84
2/13 DH2	993	95.30	4.72
313	985	94.53	4.51
Енола	978	93.86	4.76
283’	977	93.76	3.92
404/КО-1-2	953	91.46	9.29
97-2	884	84.84	8.18
Средно	1003		
$LSD_{0.05}$	63		

В сравнение с резултатите от 2008 година [5], получените данни за образците № 287-1, 201 и 283 са еднопосочни, като представянето им отново е над средния добив в опита. По отношение на най-ниско продуктивната линия в опита за 2009 г. - № 97-2, настоящите данни не корелират с тези от предходната година, когато този образец демонстрира продуктивност, близка до тази на сорт Пряспа. Обяснението е може би в произхода на линията, получена чрез отбор на устойчивост към брашнеста мана от директна кръстоска Янтър х *Ae. ovata*. Като първична линия, вероятно с чужда двойка хромозоми и/или междувидова хромозомна транслокация, в многогодишното изпитване без сортоподдържане, генотипът е претърпял промени в условията на естествено самоопрашване, и под въздействието на механичното и биологично замърсяване. От всички изследвани генотипове, най-хомогенен по добив на зърно е сорт Пряспа (VC=1.97), следван от линия № 287-1 (VC=2.15). С най-висока вариабилност се отличават най-ниско продуктивните образци (№ 404/КО-1-2, VC=9.29 и № 97-2, VC=8.18).

III. ИЗВОДИ

1. Половината от изпитваните генотипове, създадени по метода на отдалечената хибридизация, проявяват висока толерантност към брашнеста мана и кафява ръжда през 2009 г.
2. Четири линии (№ 281, 311, 342/АК-6-1 и 404/КО-1-2) са изравнени по студоустойчивост със световния стандарт сорт Мироновская 808.
3. Подчертан интерес за селекцията към абиотичен и биотичен стрес представляват линиите № 342/АК-6-1, 404/КО-1-2, 404/КО-3-2, 404/КО-4-2 и 404/КО-15-2 проявяващи висока толерантност към гъбни болести и подчертана студоустойчивост.
4. За условията на 2009 г. най-продуктивен генотип в опита е линия № 404/КО-3-2, следвана от сорт Пряспа, като разликата между тях не е статистически доказана за добив на зърно.

БЛАГОДАРНОСТИ

Данните за студоустойчивост са любезно предоставени от ст.н.с. II ст. д-р Татяна Петрова, ДЗИ – гр. Генерал Тошево.

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Белчев, И. Изследвания върху антерна култура от зимна обикновена пшеница (*Triticum aestivum* L.) и приложение на дихаплоидните линии в селекцията. Автореферат, Добрич, 2003.
[2]. Друмева, М., Ю. Енчева, И. Белчев, Н. Ненова, П. Иванов. Растителни биотехнологии и тяхното приложение в Добруджански земеделски институт. Field Crops Studies, vol. III – 1, 2006, 61-68.
[3]. Кържин, Хр. Проучвания върху ръждите по пшеницата в България и средствата за борба с тях. Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево, 2003.
[4]. Панайотов, И., Н. Ценов, И. Тодоров, К. Костов, В. Байчев, С. Цветков, И. Стоева, Т. Александров, П. Спецов, Н. Ставрева, И. Илиев, В. Кирякова, Т. Петрова. Състояние на селекцията при житните култури в Института по пшеницата и слънчогледа „Добруджа". Селскостопанска наука, 3, 2000, 10-17.
[5]. Пламенов, Д., П. Спецов. Продуктивни възможности на обикновената зимна пшеница през 2008 г. в района на ДЗИ – гр. Генерал Тошево. Научни трудове на Русенския университет, т. 47, серия 1.1, 2008, 12-16.
[6]. Пламенов, Д., И. Белчев, П. Спецов. Изследване на взаимодействието генотип х среда при сортове и линии обикновена зимна пшеница. Годишник на Технически Университет – Варна, 2008, 77-82.
[7]. Спецов, П. Приложни резултати на отдалечената хибридизация при обикновената пшеница (*T. aestivum* L.) в ДЗИ - Генерал Тошево. Field Crops Studies, vol.1 (1), 2004, 43-50.
[8]. Технологията за производство на пшеница. ИПС „Добруджа", 1998, 19 стр.
[9]. Ценов, А., Т. Петрова. Методи за оценка на селекционните материали от зимните житни и зърнено-бобовите култури към стресови въздействия. Растениевъдни науки, 21, 1984, 77-87.
[10]. Stakman, E.C., D.M. Stewart, W.Q. Loegering. Identification of physiological races of *Puccinia graminis* var. *tritici.* Agric. Res. Serv. E617 (United States Department of Agriculture: Washington DC), 1962.
[11]. Stoilova, T., P. Spetsov. Chromosome 6U from *Aegilops geniculata* Roth carrying powdery mildew resistance in bread wheat. Breeding Sci, 56, 2006, 351-357.
[12]. Tomerlin, J.R., M.A.El-Morshidy, J.G. Moseman, P.S. Baenziger, G. Kimber. Resistance to *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*, *Puccinia recondita* f.sp. *tritici*, and *Septoria nodorum* in wild *Triticum* species. Plant Disease, 68, 1984, 10-13.
[13]. Tsenov, N., T. Gubatov, V. Peeva. Study on the genotype x environment interaction in winter wheat varieties. II. Grain yield. Field Crops Studies, vol. III – 2, 2006, 167-175 (in Bulg.).
[14]. http://iasas.government.bg/bg/rezult.html - Изпълнителната агенция по сортоизпитване, апробация и семеконтрол (ИАСАС).

За контакти:
Драгомир Пламенов, гл.ас. д-р в Катедра "Екология и опазване на околната среда" при ФМНЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 331 НУК, e-mail: dplamenov@abv.bg
Пенко Спецов, ст.н.с. I ст. д.с.н. в Добруджански Земеделски Институт – гр. Генерал Тошево,
e-mail: pspetsov@abv.bg

Рецензент: ст.н.с. II ст. д-р Миглена Друмева

ВРЕМЕВО ИЗМЕНЕНИЕ НА СПЕЦИФИЧНАТА АКТИВНОСТ НА ^{137}Cs В ГОРСКИ НЕОБРАБОТВАЕМИ ПОЧВИ

TIME-DEPENDENCE OF THE SPECIFIC ACTIVITY OF ^{137}Cs IN UNDISTURBED FOREST SOILS

Яна Спасова, Деян Динков, Живка Бекярова

Резюме: Техногенната радиоактивност в околната среда се дължи на глобалните атмосферни отлагания (опитите с ядрено оръжие) и замърсяването, в резултат от аварията в Чернобилската АЕЦ. В статията са представени резултатите от проведените изследвания на миграцията на глобално отложен ^{137}Cs в локална екосистема в Южна България с радиологични параметри, отклоняващи се от средно статистическите показатели. Въз основа на собствени измервания и литературни данни е проследено времевото изменение на специфичната активност на ^{137}Cs в горски необработваеми почви и са определени ефективните периоди на полуразпад за избраните референтни обекти.
Ключови думи: ефективен период на полуразпад, почви, радиоцезий

Abstract: The technogenic radioactivity in the environment is due to the global atmospheric fallout (nuclear weapon tests) and the contamination resulting from the Chernobyl accident. In the paper results from a study of the migration of the global deposited ^{137}Cs in a local ecosystem in Southern Bulgaria with radiological parameters deviating from the mean statistical values are presented. Based on own measurements and published data the time-dependence of the specific activity of ^{137}Cs in undisturbed forest soils was studied and the effective half-lives for the chosen reference positions were determined.
Keywords: effective half-life, radiocesium, soil

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Техногенната радиоактивност в околната среда се дължи на глобалните атмосферни отлагания (опитите с ядрено оръжие) и замърсяването, в резултат от аварията в Чернобилската АЕЦ. През втората половина на XX век към естествените източници на облъчване се добавя и това, от човешката дейност, т.нар. техногенно, дължащо се на развитието на ядрената енергия и използването на техногенни радионуклиди в различни сфери на стопанството и науката [1, 6].

Към началото на XXI век основният източник на замърсяване на биосферата и на облъчване на човешкия организъм, дължащи се на Чернобилската авария, е ^{137}Cs. Всички останали радионуклиди (^{90}Sr, ^{239}Pu и др.) имат принос към облъчването от порядъка само на няколко процента [5].

Цезият (Cs) е химичен елемент от първа главна група и се числи към алкалните метали. Числото на заряда на атомното му ядро е 55. Името си (caesius = от латински "небесносиньо") получава заради своите предимно в синьо оцветени спектрални линии с дължина на вълната 455.5 nm и 459.3 nm. Единственият стабилен и срещащ се в природата негов изотоп е ^{133}Cs. Освен това са известни още 34 цезиеви изотопа, които се образуват при делене на ядрото. Двата изотопа с най-голямо значение в радиоекологията са ^{137}Cs с време на полуразпад 30.17 а и ^{134}Cs-2.06 а. ^{137}Cs се образува при делене на ядрото на ^{235}U, непосредствено като продукт на делене или при разпадане на продуктите на делене ^{137}Te и ^{137}J през ^{137}Xe до ^{137}Cs. Той се получава при β-разпад, като една част се превръща в стабилен ^{137}Ba, а в най-голямата си част (94.6%) в метастабилен ^{137m}Ba. Последният още веднъж отделя γ-квант с енергия, равна на 661.6 keV, докато се превърне в стабилен ^{137}Ba [7]. ^{134}Cs се образува в реактор на атомна централа посредством неутронно активиране на ^{133}Cs.

^{137}Cs мигрира в екосистемите, представени от почви-води-растителност-животни, и от там в човека, като поведението му в основното депо – почвата, е твърде сложно и все още

недостатъчно проучено. От друга страна дългосрочното въздействие на замърсените горски почви може да бъде доста значимо, тъй като те се явяват един ефективен резервоар за замърсители [2].

II. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Обект на изследване

Целта на настоящата разработка е да се изследва миграцията на глобално отложен ^{137}Cs в локална екосистема в Южна България с радиологични параметри, отклоняващи се от средно статистическите показатели, като въз основа на собствени измервания и литературни данни да се проследи времевото изменение на специфичната активност на ^{137}Cs в горски необработваеми почви (смесен тип гора) и да се определят ефективните периоди на полуразпад за избраните референтни обекти.

Ефективният период на полуразпад ($T_{1/2(еф)}$) отразява намаляването на специфичната активност в дадена субстанция наполовина под действието на околната среда (екологичен период на полуразпад-$T_{1/2(екол)}$) и физичното време на полуразпад на нуклида ($T_{1/2(физ)}$) [6, 8]. Тези три величини са свързани помежду си посредством следната зависимост:

$$\frac{1}{T_{1/2(еф)}} = \frac{1}{T_{1/2(екол)}} + \frac{1}{T_{1/2(физ)}}$$

За реализиране на поставените задачи са изследвани три позиции в Южна България (Богутево, Зорница и Чепеларе) и проучени четири позиции (Наречен, Смолян, Стойките и Широка Лъка) в същия район (фиг. 1), като са използвани данни от звеното по „Радиационен контрол" към РИОСВ - Пловдив, което от 1987 год. ежегодно анализира почви от дефинирани пунктове с цел изясняване последствията от трансграничния пренос у нас след аварията в Чернобил.

Избраният референтен обект се характеризира с относително високи плътности на отлаганията на радиоцезий, в резултат на Чернобилската авария [3, 5].

Фиг. 1. Карта на изследвания район

Метод на изследване

Почвени проби се вземат посредством сонда (диаметър 55 mm, дължина 200 mm), която позволява при пробоотбора да се обхване почти целият почвен инвентар. За да се намали влиянието на флуктуациите на инвентара, се вземат от околността на всяка позиция три проби. Всяка от пробите съдържа материал от три бодвания със сондата, като по този начин представлява една смесена проба. Средната стойност се изчислява следователно от материала от девет бодвания със сондата. Почвените проби са изсушени при 105^0C в продължение на 24 часа [4], след което са смлени, хомогенизирани и изследвани чрез недеструктивен гама–спектрометричен анализ, като за целта е използван широко енергиен германиев детектор на Canberra-Eurysis.

III. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Измерените и литературно проучени специфични активности на ^{137}Cs в горски необработваеми почви в дефинираните

позиции за периода 2004-2006 год. са представени в таблица 1 и таблица 2.

Таблица 1 Специфична активност на ^{137}Cs в почвени проби – Южна България

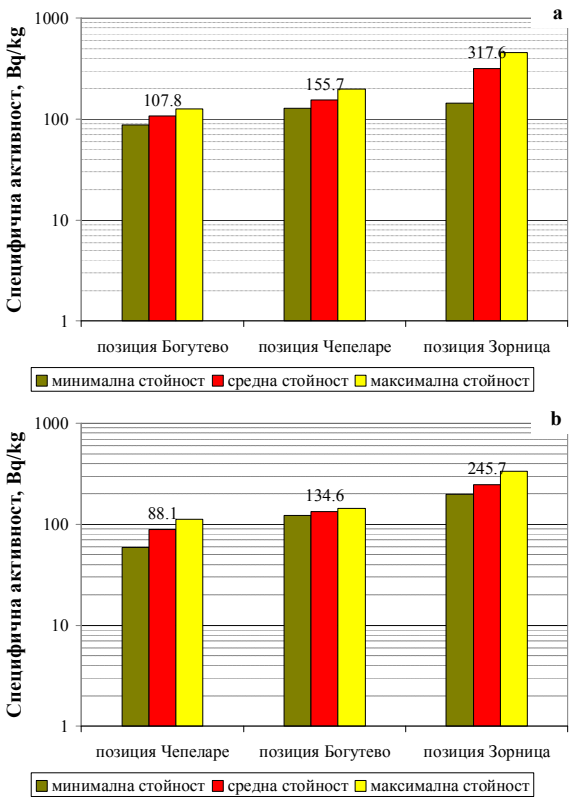
Позиция	Проба 1		Проба 2		Проба 3	
	^{137}Cs	Неопр.	^{137}Cs	Неопр.	^{137}Cs	Неопр.
	Bq/kg	%	Bq/kg	%	Bq/kg	%
2004 год.						
Богутево	111.2	4.8	87.1	4.3	125.2	2.2
Зорница	356.2	1.2	453.1	1.6	143.62	1.2
Чепеларе	142.4	2.8	197.5	2.2	127.3	3.3
2006 год.						
Богутево	143.7	3.1	123.2	3.2	136.8	2.2
Зорница	198.9	2.0	201.6	2.3	336.68	1.2
Чепеларе	111.7	3.9	59.0	4.5	93.7	3.3

Таблица 2 Специфична активност на ^{137}Cs (Bq/kg) в почвени проби в Южна България (по данни от РИОСВ-Пловдив)

Позиция	2000 год.	2001 год.	2002 год.	2003 год.	2004 год.	2005 год.
Наречен	273	92	111	99.83	83.3	94.7
Смолян	48	50	45	44	87	25
Стойките	96	185	35	61	87	82
Широка Лъка	142	-	150	86	43	41

На фиг. 2a и фиг. 2b са представени минималните, максималните и изчислените средни стойности на специфичната активност на ^{137}Cs за необработваеми горски почви в повърхностния 20 cm слой. Представените данни за 2004 и 2006 год. са определени на базата от направени собствени изследвания за трите дефинирани позиции в Южна България.

Най-висока специфична активност на ^{137}Cs е измерена в района на позиция Зорница, като средната стойност на радиоцезия е 317.6 Bq/kg, а за позиция Богутево и позиция Чепеларе е в диапазона от 88 до 150 Bq/kg. Някои от измерените специфични активности са сравнително по-ниски от ежегодно вземаните контролни проби от звеното по „Радиационен контрол” към РИОСВ-Пловдив в изследвания район, но това може да бъде обяснено с установения петнист характер на замърсяването с ^{137}Cs [3].

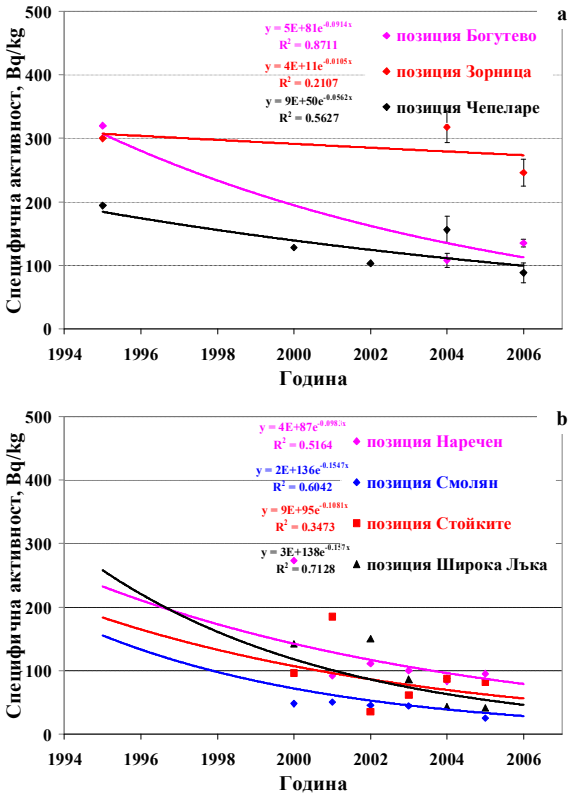


Фиг. 2. Специфична активност на ^{137}Cs в горски необработваеми почви (a. – 2004 г.; b. – 2006 г.)

На базата на проведените измервания и данни от РИОСВ-Пловдив са определени и графично изобразени времевите зависимости на специфичната активност на ^{137}Cs за седем позиции в Южна България, с цел изясняване последствията от трансграничния пренос у нас след аварията в Чернобил. На фиг. 3a са изобразени резултатите за позиции Чепеларе, Зорница и Богутево, а на фиг. 3b – позиции Наречен, Смолян, Стойките и Широка Лъка.

При всички изследвани позиции се наблюдава експоненциално намаляване на специфичната активност на ^{137}Cs с течение на времето, като за всяка една е представено уравнението на тази експоненциална функция.

На базата на направените измервания и анализи е изчислен ефективният период на полуразпад на почвата в изследваните и проучени участъци в Южна България (таблица 3).



Фиг. 3. Времева зависимост на специфичната активност на ^{137}Cs в почви

T_{eff} варира в диапазона от 4.4 а за позиция Широка Лъка, до 12.3 а за Чепеларе (таблица 3). Единствено при Зорница се наблюдава, че периодът на полуразпад на ^{137}Cs е равен на физичния период на полуразпад и за да бъде изчислен T_{eff}, са необходими допълнителни измервания и анализи.

Таблица 3 Ефективни периоди на полуразпад

Позиция	Ефективен период на полуразпад T_{eff}, а
Чепеларе	12.3
Зорница	-
Богутево	7.6
Наречен	7.1
Смолян	4.5
Стойките	6.4
Широка Лъка	4.4

IV. ИЗВОДИ

Определена е чрез гама-спектрометрия специфичната активност на техногенния радионуклид ^{137}Cs в почвени проби за три позиции в района Чепеларе-Зорница-Богутево, Южна България.

Проследена е времевата зависимост на специфичната активност на ^{137}Cs в почвени проби за седем позиции в Южна България на базата на собствени измервания и резултати от РИОСВ-Пловдив. За всяка една от тях е изчислен ефективният период на полуразпад.

В сравнение с данни от предходни години се наблюдава общо снижаване на специфичната активност на техногенния ^{137}Cs, което се обяснява с глобалното му преразпределение при естествените миграционни процеси.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Г. Василев, Основи на радиационната защита, София, Тита Консулт, 2002.
[2] Д. Динков, Изследване миграцията на глобално отложен ^{137}Cs в локални екосистеми в Европа с радиологични параметри, отклоняващи се от средно статистическите показатели (Анализ на последиците от експлоатация и аварии на ядрени енергетични обекти), Докторска дисертация, Техническия Университет – Варна, 2009.
[3] Национален доклад за състоянието и опазването на околната среда в Република България за 2004 година, МОСВ, ИАОС, София, 2005.
[4] П. Иванов, Р. Джендова, Д. Пламенов, Влияние на начина на подготовка и съхранение на почвените проби върху минералния и минерализуем азот в почвата, 50 години Добруджански Земеделски Институт – Юбилейна научна сесия „Селекция и агротехника на полските култури", том 2, с. 663-669, 2002.
[5] Чернобилското радиоактивно замърсяване в България (10 години след аварията), КИАЕМЦ, София, 1996.
[6] E. Van der Stricht, R. Kirchmann, Radioecology, radioactivity & ecosystems, Belgium, Fortemps, 2001.
[7] G. Knoll, Radiation detection and measurement, Third edition, John Wiley & Sons, Inc, USA, 2000.
[8] G. Zibold, E. Klemt, Residence half-lives of ^{137}Cs in european forest soils, Proceedings of the XXXIV Annual Meeting of ESNA, Novi Sad, Serbia and Montenegro, pp. 6-11, 2004.

За контакти:
Живка Бекярова, доцент д-р в катедра "Екология и опазване на околната среда" при ФМНЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 309НУК
e-mail: jbekyarova@abv.bg

Рецензент: ст.н.с.IIст. д-р Галя Щерева

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ПРОМИШЛЕНИ АЗОТНИ ТОРОВЕ

COMPARATIVE ANALYSIS OF INDUSTRIAL NITROGEN FERTILIZERS

Велика Янева, Вилма Петкова

Резюме: При системното азотно торене се изменят редица агрохимични свойства на почвата, които оказват влияние върху хранителния режим на растенията. Представената в настоящата работа информация за силните и слаби страни, възможностите и заплахите от прилагането на най-разпространените азотни торове в земеделието, систематизирана чрез приложения SWOT анализ, би могла за отделни случай да помогне за оптималния избор на торовия компонент.
Ключови думи: азотни торове, SWOT анализ

Abstract: With the regular nitrogen fertilization many of the agrochemical properties of the soil, which influence the food regime of the plants, change. The presented in the present work information about the strong and weak sides, the opportunities and threats of the application of the most widely spread nitrogen fertilizers in agriculture, systematized by the applied SWOT analysis could be able in some cases to facilitate the optimal choice of the fertilizer component.
Key words: nitrogen fertilizers, SWOT analysis

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Азотът и неговите съединения играят изключително важна роля в живата природа и живота на човека. Той участва в основните биохимични процеси и образува най-важните хранителни вещества за растенията, животните и човека. Около 90 % от световното производство на азот под форма на съединения намира приложение в земеделието за наторяване [3]. Целта на настоящата работа е чрез метода на SWOT анализа да се систематизират елементите на основните силни и слаби страни, възможности и заплахи на произвежданите промишлени азотни торове.

II. ПРОМИШЛЕНИ АЗОТНИ ТОРОВЕ. МЕТОДИ ЗА ПОЛУЧАВАНЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ПОЧВИТЕ

Главен източник за получаване на азотни торове е атмосферният въздух, който съдържа около 78 об. % свободен азот. Днес основното производство на азотни торове се основава на непосредствено свързване на атмосферния азот с водород до амоняк (1):

$$N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3 + Q \qquad (1)$$

Амонякът се използва директно като тор, за получаване на твърди амониеви торове или се окислява до азотна киселина. От амоняка и азотната киселина се получават всички азотни торове.

В зависимост от формата, в която е застъпен азотът, промишлените азотни торове се разделят на пет групи: амониеви торове; нитратни торове; амониево-нитратни торове; амидни торове и смесени азотни торове. В страна се произвеждат торове от петте групи, но най-голям дял заемат амониево-нитратните и амидните торове.

Амониеви торове – те биват течни и твърди. Към групата на т***ечните амониеви торове*** се отнасят втечненият амоняк и амонячната вода [1-2].

Втечненият амоняк (NH_3) съдържа 82.3 % азот и се получава чрез нагнетяване на газообразния амоняк под налягане.

Амонячна вода. Представлява разтвор на синтетичен или коксохимичен амоняк във вода.

Внесен в почвата втечненият амоняк се превръща от течност в газ, който се адсорбира от колоидите на почвата и се поглъща от почвената влага, като образува амониев хидрооксид. Взаимодействайки с анионите на почвения разтвор амониевите катиони дават различни соли, които встъпвайки във физикохимично взаимодействие с почвените колоиди се поглъщат от твърдата фаза на почвата.

При внасяне на амонячна вода в почвата, амонякът се адсорбира от колоидите, поради което слабо се

придвижва в нея. С течение на времето азот се нитрифицира и придобива по-голяма подвижност, мигрира с почвения разтвор.

Опитите с различни култури показват, че чрез правилно прилагане, втечненият амоняк и амонячната вода в еднакви норми са равностойни по ефективност с амониевата селитра.

Твърди амониеви торове - към тази група се отнасят амониевият сулфат и амониев хлорид [1-3].

Амониевият хлорид се използва все по-рядко в земеделието. В световното производство на азотни торове на *амониевия сулфат* се падат около 25 %. У нас той се получава главно при коксуването на въглища, при производството на капролактам и чрез конверсия на калциев сулфат с амониев карбонат. Получаването му от синтетичен амоняк и сярна киселина е загубило практическо значение, поради високата себестойност.

Внесените в почвата амониеви торове бързо се разтварят в почвената влага и веднага встъпват в обменна реакция с катионите на твърдата фаза. Значителна част от амониевите катиони от разтворения в почвата тор постъпват в почвения поглъщателен комплекс, а в почвения разтвор преминават еквивалентни количества от други катиони. Ако почвата е кисела и съдържа по-големи количества обменен водород и алуминий амониевият катион ги измества и в почвения разтвор се появява сярна или солна киселина, които могат да повишат киселинността на почвата;

$$[\text{ППК}]^{H^+}_{H^+} + (NH_4)_2SO_4 \leftrightarrow [\text{ППК}]^{NH_4^+}_{NH_4^+} + H_2SO_4 \quad (3)$$

Погълнатият в обменна форма в почвата амониев азот се усвоява добре от растенията. Освен това намиращият се в обменна форма амониев азот е слабо подвижен в почвата и опасността от измиване е много малка. При благоприятни условия (влага, топлина, аерация и подходящо pH) амониевият азот бързо се подлага на нитрификация и подвижността на азота се повишава. Амониевият сулфат е подходящ за предсеитбено торене на голям брой култури (царевица, памук, слънчоглед, краставици и др.)

Нитратни торове - към тази група се отнасят натриевият нитрат - $NaNO_3$ и калциевият нитрат - $Ca(NO_3)_2$ [1-2]. Както *промишлената, така и чилската селитра* представляват ситнокристална бяла или сиво-бяла сол, добре разтворима във вода. Съдържанието на азот в натриевия нитрат е 15 – 16 %, а на натрий – 26 %.

Калциевата селитра е първият синтезиран минерален тор. Съдържа 13 – 15 % азот и 34.1 % CaO.

Амониево-нитратни торове - към тази група спада най-широко използваният азотен тор - амониевият нитрат и неговите модификации [1-3]. *Амониев нитрат (амониева селитра)* се получава се чрез смесване на 56 – 60 % азотна киселина с газообразен амоняк. Полученият разтвор се концентрира до 95 – 98 % NH_4NO_3, след което се подлага на гранулиране и изсушаване. Чистата амониева селитра съдържа не по-малко от 34.6 % азот.

Амониев сулфат-нитрат – получава се или чрез смесване на твърд амониев сулфат и твърд амониев нитрат, или чрез смесване на твърд амониев сулфат с 83 % разтвор на амониев нитрат, или чрез неутрализиране на смес от 50 % азотна киселина и 68 % сярна киселина с амоняк. При стопяването на амониевия сулфат с амониев нитрат се получава двойна сол $(NH_4)_2SO_4.2NH_4NO_3$, която съдържа примес на излишния компонент (сулфат, нитрат). Този тор съдържа 26 % азот.

Варово-амониева селитра съдържа 21÷26 % азот. Получава се при смесване и гранулиране на стопилка от амониева селитра и фино смлян варовик, креда или доломит.

Амониевата селитра бързо и напълно се разтваря в почвения разтвор. След внасяне в почвата тя встъпва в реакция с почвения поглъщателен комплекс, при което амониевият катион подобно на този от амониевите торове се адсорбира от

колоидите на почвата, а нитратният остава подвижен в почвения разтвор:

$$[ППК]Ca^{2+}+2NH_4NO_3 \leftrightarrow [ППК]^{NH_4^+}_{NH_4^+} + Ca^{2+} + 2NO_3^- \quad (4)$$

Ако почвата е бедна на бази и адсорбционният й комплекс съдържа обменен водород, то при торенето с амониева селитра обменният водород може да се измести от комплекса и да постъпи в почвения разтвор, чиято реакция се променя към кисела:

$$[почва]H^+ + NH_4NO_3 \leftrightarrow [ППК]NH_4^- + H^+ + NO_3^- \quad (5)$$

Почвената киселинност се увеличава и под влияние на дейността на нитрифициращи бактерии, поради това, че амониевият азот се окислява от тях до азотна киселина:

$$2NH_4NO_3 + 4O_2 = 4HNO_3 + 2H_2O \quad (6)$$

За да се избегне вкисляването на почвите при системно торене с амониева селитра, трябва за всеки 100 kg NH_4NO_3 да се внасят по 30 kg CaO под формата на различни калциеви торове или на кисели почви да се тори с варово-амониева селитра.

Амидни торове. Амидните торове съдържат азот в органична форма и затова независимо, че се произвеждат по синтетичен път те не са минерални, а са органични торове. Към тази група спадат карбамидът, калциевият цианамид и бавно действащи азотни торове - карбамидоформ, изобутилдикарбамид, кротонилиденкарбамид и оксиамид - получени от карбамид [1-2] .

Карбамидът $CO(NH_2)_2$ представлява безцветно дребнокристално вещество. Съдържа 46.5 % азот в амидна форма. Техническият продукт (тор) е бял или слабо жълтеникав, лесноразтворим във вода. Получава се по карбаматния метод, чрез пряк синтез от амоняк и въглероден диоксид.

При взаимодействие на карбамида с почвата настъпват процеси на ензимно разграждане на органичното съединение под действието на ензима уреаза, отделен от почвените бактерии и превръщането му в амониев карбонат:

$$CO(NH_2)_2 + 2H_2O = (NH_4)_2CO_3 \quad (7)$$

Като хидролитично алкално съединение амониевият карбонат може временно да алкализира почвата, поради образуване на амониев хидрооксид и амониев хидрогенкарбонат:

$$(NH_4)_2CO_3 + H_2O \rightarrow NH_4HCO_3 + NH_4OH \quad (8)$$

Амониевият хидрогенкарбонат е доста нетрайно съединение и се разгражда на амоняк и въглена киселина. Образуващите се амониеви йони взаимодействат с почвения поглъщателен комплекс и преминават главно в обменна и отчасти в необменна форма. Амониевият азот при благоприятни условия в почвата се нитрифицира, при което се образува азотна киселина. По тази причина временното алкализиране на почвата, дължащо се на амониевия хидрооксид се сменя с временно вкисляване. Поради това, че всичкият азот, било то в амониева или в нитратна форма се усвоява от корените на растенията, карбамидът може да се смята за физиологично неутрален тор.

Измененията във влажността на почвата от 5 до 65 % от капилярната влагоемност не влияят съществено върху скоростта на хидролизата на карбамида, Под 5 % разграждането е слабо, а при 2 % почти спира. Обикновено процесът на хидролизата на карбамида до амониеви съединения завършва за 2 - 6 дни в почви, богати с органично вещество и за 7 - 12 дни в по-бедните почви. Този процес е по-продължителен в засолени и силно кисели почви и по-ниски температури.

Бавнодействащи азотни торове. При взаимодействието на карбамид с различни алдехиди при определени условия се получават трудноразтворими синтетични органични продукти, които се използват в земеделието като бавнодействащи азотни торове [2].

Карбамидоформ. Той е първият азотен тор с бавно действие. Получава чрез синтеза на карбамид с формалдехид (HCOH).

Карбамидоформалдехидните торове съдържат 30 – 40 % общ азот, 5 – 10 % от който е разтворим в студена вода, а 15 – 20

% в гореща. По своето торно действие те се доближават до карбамида. Тези азотни торове се минерализират по-бавно като първоначално се хидролизират, след което се минерализират и се превръщат в лесноусвоима за растенията форма.

Изобутилдикарбамид. Получава се чрез синтеза на карбамид с изобутилов алдехид. Съдържанието на общ азот е 28 %, като по-голямата част от него е в трудноразтворима форма.

Кротонилиденкарбамид. Получава се при взаимодействието на карбамида с кротонов алдехид. Известен е под наименованието кротодур с 28 % общ азот изцяло в трудноразтворима форма.

Оксамид. Представлява амид на оксаловата киселина. Съдържа 32 % общ азот, който е по-трудноразтворим от останалите бавнодействащи торове.

За разлика от обикновените азотни торове, бавнодействащите азотни торове имат нисък процент на нитрификация и се усвояват по-продължително време от растенията.

Смесени азотни торове

Течен амониево-нитратно-амиден тор (УАН). Суровината за производството му е карбамид (урея) с 46 % азот, газообразен амоняк (99.9 %) и азотна киселина (56 %). Този тор съдържа 32 % азот, от който 45.7 % е под формата на амониев нитрат и 34.5 % под формата на карбамид.

При внасяне в почвата течният смесен азотен тор реагира както карбамида и амониевата селитра. По-голямото количество амиден и амониев азот го правят много подходящ за предсеитбено торене на зимните житни и пролетните окопни култури. Подходящ е също за предсеитбено торене или предпосадъчно торене на голям брой зеленчукови култури през пролетта. Може да се използва и за подхранване на зимните житни култури през пролетта. Единственото условие, което трябва да се спазва при подхранването на житните посеви е да не се пръска при ниски температури на въздуха поради опасността от замръзване и кристализиране на тора, което води до запушване на дюзите за разпръскване.

III. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ (SWOT АНАЛИЗ) НА НАЙ-РАЗПРОСТРАНЕНИТЕ ПРОМИШЛЕНИ АЗОТНИ ТОРОВЕ

Втечнен амоняк **(NH_3)**			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Концентриран безбалластен азотен тор, с най-ниска себестойност, позволяващ по-голяма точност и равномерност при дозиране и разпределение в почвата.	Необходимост от: - складово стопанство и техника за внасянето му в почвата; - висока квалификация на обслужващия персонал и.	Реализира се икономия на труд поради пълното механизиране на процесите на товарене, разтоварване и внасяне в почвата.	Възможност за образуване на взривоопасна амонячно въздушна смес; Възможност за генериране на емисии в атмосферния въздух при внасяне в почвата.
Амонячна вода			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Лесно се съхранява и транспортира	Ниско съдържание на азот	Подходяща за прилагане в районите на азотноторовите заводи	Възможност за генериране на емисии в атмосферния въздух при съхранение и транспорт.
Амониев сулфат			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Водоразтворим тор с добри физични свойства; Може да се транспортира и съхранява в насипно състояние Малка опасност от измиване на амониевия азот в обменна форма, поради слабата му подвижност в почвата.	Ограничено приложение като самостоятелен тор за почви с кисела реакция	Подходящ за: почви с неутрална, слабо кисела и слабо алкална реакция; почви бедни на сяра и култури с повишени изисквания към този елемент; Подходящ за приготвяне на смесени NP-торове, особено в комбинация с преципитат и фосфоритно брашно	Опасност от подкисляване на почвата

$NaNO_3$			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Бързодействащ тор, подходящ за подхранване на културите; Тор намаляващ вредната киселинност на почви с кисела реакция;	Хранителни елементи само във водоразтворима форма; Неподходящ като източник на азот при хидропонното отглеждане; Неподходящ за култури отглеждани на засолени почви; Ниска концентрация на хранителните елементи, ограничаваща приложението му;	Подходящ за почви с кисела реакция	Физиологично алкален тор; Възможност за измиване на нитратния азот в по-долните почвени хоризонти и преминаване в подпочвените води
$Ca(NO_3)_2$			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Бързодействащ тор, подходящ за подхранване на културите; Тор намаляващ вредната киселинност на почви с кисела реакция;	Хранителни елементи само във водоразтворима форма; Хигроскопичен тор;	Подходящ за хидропонно отглеждане.	Физиологично алкален тор; Възможност за измиване на нитратния азот в по-долните почвени хоризонти и преминаване в подпочвените води
Амониев нитрат			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Универсален тор, съдържащ амонячен и нитратен азот; Концентриран, бързо действащ, водоразтворим азотен тор, подходящ за подхранване на растенията;	Силно хигроскопичен тор, характеризиращ със сбиваемост, взривоопасост	Подходящ за получаване на течни азотни и комплексни торове	Физиологичен кисел тор; Възможност за измиване на нитратния азот в по-долните почвени хоризонти и преминаване в подпочвените води
Амониев сулфат-нитрат			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Тор с по-добри физични свойства в сравнение с амониевата селитра	Хранителните елементи са само във водоразтворима форма	Ограничено е вредното влияние на някои свойства на амониевата селитра.	Физиологично кисел тор
Варо-амониева селитра			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Тор с по-добри физични свойства в сравнение с амониевата селитра	По-големи експлотационни разходи и капиталовложение в сравнение с тази на амониевата селитра	Подходяща за торене на кисели почви и култури с високи изисквания към храненето с калций	Възможност за измиване на нитратния азот в по-долните почвени хоризонти и преминаване в подпочвените води
Карбамид			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Висококонцентриран, лесно усвояем азотен тор с по-добри физични свойства в сравнение с тази на нитратните и амониево нитратните торове;	Хигроскопичен	По-продължително се запазва в почвата около растенията;	Физиологично слабокисел азотен тор;
Карбамидоформ			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Бавнодействащ концентриран азотен тор;	Висока себестойност, което ограничава приложението му като тор	Усвоява се по-продължително време от растенията	Преодолени в по-висока степен
Изобутилдикарбамид			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Бавнодействащ азотен тор;	Висока себестойност, което ограничава приложението му като тор	Усвоява се по-продължително време от растенията	Преодолени в по-висока степен
Кротонилиденкарбамид			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Бавнодействащ азотен тор;	Висока себестойност, което ограничава приложението му като тор	Усвоява се по-продължително време от растенията	Преодолени в по-висока степен

Оксамид			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Бавнодействащ азотен тор;	Висока себестойност, което ограничава приложението му като тор	Усвоява се по-продължително време от растенията	Преодолени в по-висока степен
Течен амониево-нитратно-амиден тор (УАН).			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Равностоен по агрохимична ефективност на твърдите азотни торове при еквивалентни количества активно вещество; Универсална ефективност при всички почви и култури,	Неподходящ за внасяне в почвата при ниски температури на въздуха	Може да се използва като база за получаване на течни комбинирани торове;	Възможност за измиване на нитратния азот в по-долните почвени хоризонти и преминаване в подпочвените води

IV. ИЗВОДИ

Непосредственият ефект от торенето с азотни торове върху добивите от земеделски култури е безспорно доказан. При системното азотно торене се изменят редица агрохимични свойства на почвата, които оказват влияние върху хранителния режим на растенията. Представената информация за силните и слаби страни, възможностите и заплахите от прилагането на най-разпространените азотни торове в земеделието, систематизирана чрез приложения SWOT анализ, би могла за отделни случай да помогне за оптималния избор на торовия компонент.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. И. Грънчаров, И. Домбалов, Й. Пеловски, Н. Виденов. Производство на азотни торове. Спектър-5, София, 1992.

[2]. Ст. Горбанов, Л. Станчев, Й. Матев, Т. Томов, Г. Рачовски. Агрохимия. Дионис, София, 2005.

[3]. В. Янева. Въведение в химичните технологии част I. ТУ-Варна, 2009

За контакти:
инж. Велика Янева, главен асистент д-р в
Катедра ЕООС – ФМНЕ
ТУ-Варна, ул. Студентска №1, 319[а] НУК
e-mail:vianeva@abv.bg
инж. Вилма Петкова, ст. н.с. II ст. д-р в ЦЛМК, БАН, 1113 София, ул. Акад. Г. Бончев, бл. 107
e- mail: vilmapetkova@gmail.com

Рецензент: проф. д-р Йончо Георгиев Пеловски

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА РАДИОЦЕЗИЙ И НЕГОВИЯ ТРАНСФЕР В РАСТИТЕЛНИ ВИДОВЕ В ЮЖНА БЪЛГАРИЯ

DETERMINATION OF RADIOCESIUM AND ITS TRANSFER IN PLANTS IN SOUTHERN BULGARIA

Яна Спасова, Деян Динков, Живка Бекярова

Резюме: В статията са представени резултати от гама-спектрометрични анализи на проби от почви и растения за район в Южна България за 2004 г. и 2006 г. Определен е общият почвен инвентар на ^{137}Cs (Bq/m^2) в три позиции, като за всяка от тях са събрани и анализирани шест вида горски растения. Изчислена е специфичната активност на ^{137}Cs (Bq/kg суха маса) и е определен агрегираният трансферен фактор T_{agg} (m^2/kg) за отделните растителни видове. Направено е сравнение на контаминацията и трансфера на радиоцезий за отделните растителни видове в рамките на проведеното изследване.
Ключови думи: почви, радиоцезий, растения, трансферен фактор

Abstract: In the paper results from gamma-spectrometry analyses of soil and plant samples collected in a region in Southern Bulgaria in 2004 and 2006 are presented. The total soil inventory of ^{137}Cs (Bq/m^2) in three positions was determined and from each of the positions six plant species were collected and analysed. The specific activity of ^{137}Cs (Bq/kg dry mass) was calculated and the aggregated transfer factor T_{agg} (m^2/kg) for the individual plants was evaluated. A comparison between the contamination levels and the transfer of radiocesium in the different plant species was done in the frame of this study.
Keywords: plants, radiocesium, soil, transfer factor

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Поемането на радиоактивни субстанции в околната среда от растителните видове може да се осъществи по два различни начина. Директното поемане на радионуклиди от повърхността на растенията се означава като транслокация, а когато радионуклидите попаднат в растението чрез корените от почвата, тогава се говори за трансфер. Трансферният фактор е стойност, с която се описва биоразположението на един нуклид от почвата в растението. Той зависи от почвените и растителните качества, от климатичните условия и др. [4, 6]

Недостатъкът на тази дефиниция е, че нуклидите се разпределят по различен начин върху отделните почвени хоризонти и трансферният фактор зависи от дълбочината на корените [6].

Поради преразпределението на радионуклидите в почвите (например вертикална миграция в почва), трансферните фактори се променят във времето, тъй като те са дефинирани към средната специфична активност за стандартизирана дълбочина на почвата или когато е използван общият инвентар. Трансферни фактори, дефинирани по този начин, би трябвало да достигнат максимална стойност, когато максимумът на вертикално разпределение на радионуклидите достигне зоната около кореновата система или почвения слой, в който е разположен мицела на гъбите [7]. Много експерименти са проведени за изучаване на тези времеви промени с цел да се определи времевата зависимост на трансферните фактори, които да се използват за моделиране. Статистически доказателства за времевата зависимост на агрегирания трансферен фактор, базирани на обширни литературни обзори и опитни данни, са публикувани [2, 3, 5, 6], въпреки че отделни изследвания често докладват различни времеви зависимости при различни видове.

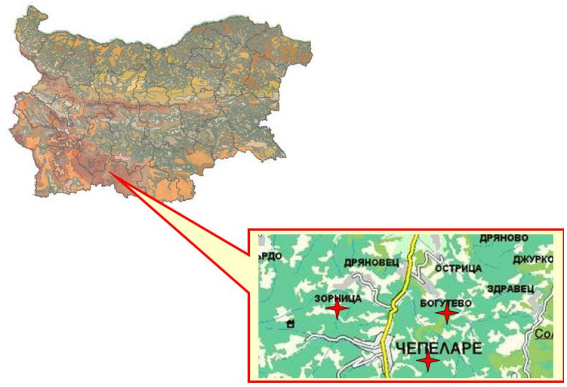
Съществува значителна липса на познания относно механизмите и процесите, участващи в трансфера на радионуклиди и задържането им от гъби и

зелени растения от горски почви, които често живеят в близки симбиотични отношения. Ето защо не е изненадващо, че трансферните фактори и концентрационни отношения са популярен емпиричен параметър за количествено описване на преминаването на радионуклиди от почви в гъби и зелени растения, особено за горски екосистеми.

II. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Обект на изследване

В рамките на настоящата разработка е изследван районът Чепеларе-Зорница-Богутево, Южна България, който се характеризира с относително високи плътности на отлаганията на техногенния радиоцезий в околната среда, вследствие на Чернобилската авария. На фиг. 1 е представена карта на изследвания район, а в таблица 1 са дадени общи данни за пробовземните позиции, като дата за вземане на пробата, GPS координати и надморска височина.



Фиг. 1. Карта на пробовземните позиции

Таблица 1 Общи данни за изследваните позиции

Позиция	Богутево	Зорница	Чепеларе
Дата на пробовземане	Май 2004 Август 2006	Май 2004 Август 2006	Май 2004 Август 2006
GPS координати	41° 46.02′ N 24° 42.27′ E	41° 44.91′ N 24° 41.22′ E	41° 44.11′ N 24° 41.17′ E
Надморска височина, m	1033	1135	1232

Целта на настоящата разработка е да се определят стойностите на агрегирания трансферен фактор на ^{137}Cs за системата почва-растителен вид в избрания район.

Агрегираният трансферен фактор (T_{agg}), представлява мярка за преминаването на количеството радиоактивност от почвата към растителния вид, т.е отношението на специфичната активност в растението към тази в почвата в една и съща позиция [1, 4].

$$T_{agg} = \frac{A_K(\text{m, растение})}{A_K(\text{F, почва})}, \ [\text{m}^2/\text{kg}]$$

Метод на изследване

Пробоотборните позиции се избират в зависимост от характерна растителност, местоположение в равнина, третиране на района с химикали и торове и др. Също така при избора на позиция се прави оглед на терена, с цел да се избере такъв район за вземане на почвена сърцевина, в който в радиус от 15-20 m да могат да бъдат събрани за изследване всички планирани растителни видове [2, 4].

За всяка от дефинираните позиции са събрани за изследване шест растителни вида: горски мъх (*Bryophyta*), папрат (*Polypodium vulgare*), детелина (*Trifolium repens*), горска ягода (*Fragaria vesca L.*), горска малина (*Rubus idaeus L.*) и полска къпина (*Rubus maerophylus*).

Различни растения се опаковат според вида и съответно се обозначават. Събраните растителни проби се сушат в продължение на 12 h в сушилня при температура 105°C до достигане на постоянно тегло. След хомогенизирането на пробите с миксер и при необходимост допълнително в лабораторен хаван, те се поставят в подходящ мерителен съд и се изследват чрез недеструктивен гама спектрометричен анализ.

III. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Чрез разделянето на отделните почвени пластове и последващите им анализи могат да се дадат показания за контаминацията на съответните хоризонти. През 2004 и 2006 год. са взети почвени профили от ненаторени горски участъци в района Чепеларе-Зорница-Богутево [2]. След проведените гама-спектрометрични анализи, за почвените сърцевини е изчислен почвеният инвентар на ^{137}Cs във всеки слой и общият инвентар

на почвата (Bq/m^2) за всяка от изследваните позиции (таблица 2).

Таблица 2 Общ повърхностен почвен инвентар за изследваните позиции

Позиция	**Почвен инвентар, kBq/m^2**	
	2004 год.	2006 год.
Богутево	2.70	3.27
Зорница	2.97	2.84
Чепеларе	3.57	3.61

Специфичната активност на ^{137}Cs, измерена в изследваните растителни видове – горски мъх (*Bryophyta*), папрат (*Polypodium vulgare*), детелина (*Trifolium repens*), горска ягода (*Fragaria vesca L.*), горска малина (*Rubus idaeus L.*) и полска къпина (*Rubus maerophylus*), е отразена в таблица 2 и таблица 3 и графично илюстрирана на фиг. 2a и фиг. 2b, съответно за 2004 г. и 2006 г.

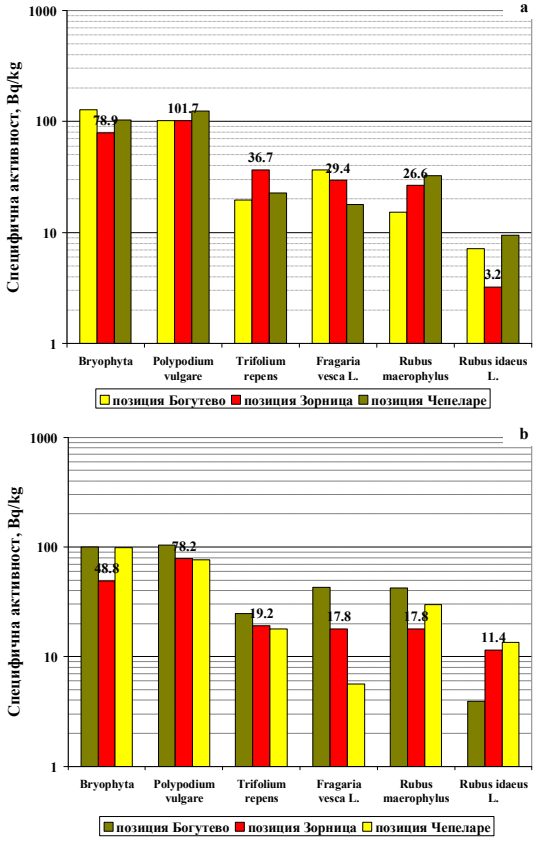
Таблица 2 Специфична активност на ^{137}Cs в растителни видове – 2004 год.

Позиция	Богутево		Зорница		Чепеларе	
	Акт.	Неопр.	Акт.	Неопр.	Акт.	Неопр.
	Bq.kg		Bq.kg		Bq.kg	
Bryophyta	126.8	3.28	78.9	3.32	103.2	3.26
Polypodium vulgare	101.3	4.11	101.7	2.50	123.3	3.11
Trifolium repens	19.5	1.16	36.7	1.65	22.7	1.42
Fragaria vesca L	36.4	1.64	29.4	1.47	17.9	0.93
Rubus maerophylus	15.2	0.56	26.6	0.30	32.6	0.72
Rubus idaeus L	7.1	1.02	3.2	0.51	9.5	0.99

Таблица 3 Специфична активност на ^{137}Cs в растителни видове – 2006 год.

Позиция	Богутево		Зорница		Чепеларе	
	Акт.	Неопр.	Акт.	Неопр.	Акт.	Неопр.
	Bq.kg		Bq.kg		Bq.kg	
Bryophyta	99.5	3.15	48.8	2.11	98.9	2.98
Polypodium vulgare	104.3	3.65	78.2	2.71	76.2	2.41
Trifolium repens	24.8	1.12	19.2	0.94	17.8	0.89
Fragaria vesca L	42.8	2.14	17.8	0.78	5.6	0.43
Rubus maerophylus	42.1	1.98	17.8	0.61	29.9	1.09
Rubus idaeus L	3.9	0.39	11.4	0.56	13.5	0.45

Определените през 2004 и 2006 година специфични активности на техногенния радионуклид ^{137}Cs в растителните видове са в интервал от 3 до 130 Bq/kg. Различията в стойностите могат да се обяснят с различната депозиция по време на аварията, растителния вид, типа почва, особености на терена, възможности за миграция на този елемент и др. [4, 6].



Фиг. 2. Специфичната активност на ^{137}Cs в растителни видове (a. - 2004 г.; b. – 2006 г.)

И в трите позиции се наблюдава най-висока специфична активност на ^{137}Cs при растителните видове *Bryophyta* и *Polypodium vulgare*, в диапазона от 70 до 130 Bq/kg, а най-ниска за *Rubus idaeus L.*, в интервала 3 до 14 Bq/kg. Специфичната активност на радиоцезия за видовете *Trifolium repens*, *Fragaria vesca L.* и *Rubus maerophylus* е в диапазона от 5 до 40 Bq/kg. Различната степен на поглъщане на радиоцезия от растителните видове зависи от геометрията на кореновата система, вертикалното (дълбочинно) разпределение на ^{137}Cs в почвата и неговата свързаност с отделните почвени фракции, а също така и от почвения

гранулометричен и физико-химичен състав [4, 6].

На базата на измерените специфични активности в почвените профили и растителни видове и изчисления общ повърхностен почвен инвентар е определен агрегираният трансферен фактор $T_{agg}(m^2/kg)$ за системата почва-растителен вид, като техните стойности са представени в таблица 4 и таблица 5, съответно за 2004 и 2006 год.

Таблица 4 Агрегирани трансферни фактори – 2004 год.

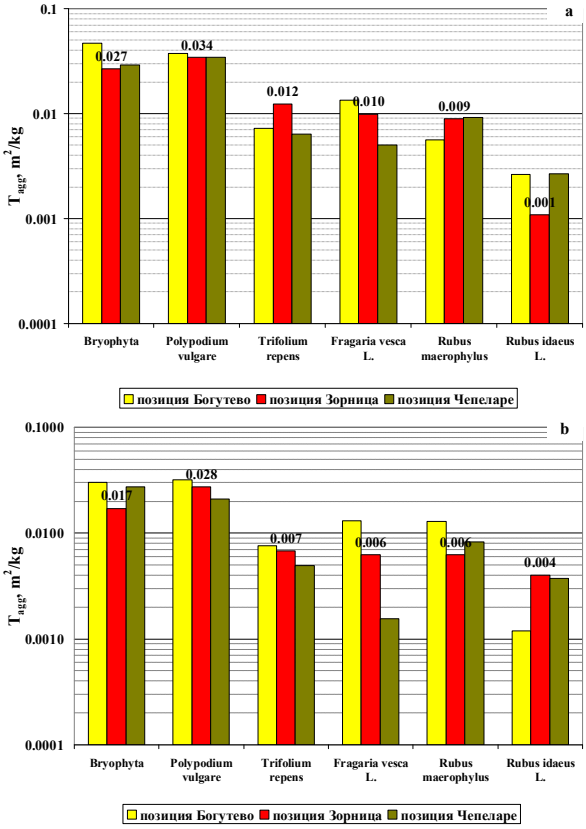
Позиция	Богутево		Зорница		Чепеларе	
	Акт.	Неопр.	Акт.	Неопр.	Акт.	Неопр.
	m^2/kg	%	m^2/kg	%	m^2/kg	%
Bryophyta	0.0469	3.0	0.0265	4.4	0.0289	3.4
Polypodium vulgare	0.0375	4.3	0.0342	2.7	0.0345	2.8
Trifolium repens	0.0072	6.1	0.0123	4.6	0.0063	6.4
Fragaria vesca L	0.0135	4.7	0.0099	5.1	0.0050	5.3
Rubus maerophylus	0.0056	4.0	0.0089	1.6	0.0091	2.5
Rubus idaeus L	0.0026	14.4	0.0011	15.8	0.0027	10.5

Таблица 5 Агрегирани трансферни фактори – 2006 год.

Позиция	Богутево		Зорница		Чепеларе	
	Акт.	Неопр.	Акт.	Неопр.	Акт.	Неопр.
	m^2/kg	%	m^2/kg	%	m^2/kg	%
Bryophyta	0.0304	3.6	0.0171	4.8	0.0274	4.0
Polypodium vulgare	0.0319	3.9	0.0275	4.1	0.0211	4.1
Trifolium repens	0.0076	4.8	0.0068	5.3	0.0049	5.6
Fragaria vesca L	0.0131	5.3	0.0063	4.9	0.0016	8.1
Rubus maerophylus	0.0129	5.0	0.0063	4.0	0.0083	4.5
Rubus idaeus L	0.0012	10.1	0.0040	5.3	0.0037	4.2

Изчислените агрегирани трансферни фактори T_{agg} (m^2/kg) за системата почва-растителен вид за отделните изследвани позиции (фиг. 3а–2004 г. и фиг. 3b–2006 г.), са най-високи за растителните видове *Bryophyta* и *Polypodium vulgare* (средно от 0.025 до 0.035 m^2/kg) и най-нисък за *Rubus idaeus L.* (средно от 0.002 до 0.003 m^2/kg).

Средните стойности на T_{agg} за видовете *Trifolium repens*, *Fragaria vesca L.* и *Rubus maerophylus* са в диапазона от 0.006 до 0.009 m^2/kg. Трябва да се има предвид, че трансферният фактор, представляващ стойност, която описва биоразположението на един нуклид от почвата в растението, зависи от почвените и растителни качества, от климатичните условия и времето [3, 4, 6].



Фиг. 3. Агрегиран трансферен фактор за изследваните растителни видове (a. – 2004 г.; b. – 2006 г.)

IV. ИЗВОДИ

Определен е общият инвентар на радиоцезий в горски необработваеми почви и е изследван трансферът на ^{137}Cs в шест растителни вида за три позиции в Южна България.

И при трите изследвани позиции се наблюдава подобен ред на поглъщане на ^{137}Cs от различните растения, като най-контаминирани са растителните видове *Bryophyta* и *Polypodium vulgare* и техните абсолютни стойности са около 10 пъти по-високи от тези за най-слабо замърсения растителен вид *Rubus idaeus L.*

Изчислен е и е представен графично агрегираният трансферен фактор (m^2/kg) за отделните растителни видове и е

установено, че се изменя с няколко порядъка. Липсват достатъчно данни, за да се направи окончателно заключение за времевата зависимост на трансфера на цезий в системата почва – растение. Ето защо е необходимо трансферните фактори да бъдат определени през следващите години или тези величини да бъдат изчислени на базата на математичен модел, който е валидиран с експериментални данни за вече изследвани подобни горски екосистеми.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Г. Василев, Радиоекология - радиация, екология, човек, България, София, 2005.

[2] Д. Динков, Ж. Бекярова, Я. Спасова, Р. Георгиева, Изследване миграцията на ^{137}Cs в системата почва-растение в района на Чепеларе, Годишник на Техническия Университет – Варна, Варна, том 1, стр. 229-234, 2007.

[3] A. Shcheglov, et. al., Biogeochemical migration of technogenic radionuclides in forest ecosystems, Moscouw, 2001.

[4] E. Van der Stricht, R. Kirchmann, Radioecology, radioactivity & ecosystems, Belgium, Fortemps, 2001.

[5] M. Belli, SEMINAT-Radionuclides in Semi-Natural [Environments, Final report 1996-1999-EC Reseach contract N F14P-CT95-0022, 2000.

[6] Modelling the migration and accumulation of radionuclides in forest ecosystems, IAEA, Vienna, 2002.

[7] Y. Thiry, N. Kruyts, B. Delvaux, Respective horizon contributions to Cesium-137 in Soil-to-Plant transfer: A Pot Experiment Approach, J Environ. Qual. 29, Vol. 29, 2000.

За контакти:
Живка Бекярова, доцент д-р в катедра "Екология и опазване на околната среда" при ФМНЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 309НУК
e-mail: jbekyarova@abv.bg

Рецензент: ст.н.с. II ст. д-р Галя Щерева

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ФОСФОРОСЪДЪРЖАЩИ ТОРОВЕ

COMPARATIVE ANALYSIS OF FERTILIZERS CONTAINING PHOSPHORUS

Велика Янева, Вилма Петкова

Резюме: В настоящата работа се разглеждат най-разпространените фосфоросъдържащи торове, използвани в земеделието. Отразени са методите за тяхното получаване и взаимодействието им с почвата. Чрез приложения SWOT анализ са систематизирани елементите на основните им силни и слаби страни, както и възможностите и заплахите от тяхното прилагане. Представената информация би могла за отделни случай да помогне за оптималния избор на необходимия торов компонент.
Ключови думи: фосфоросъдържащи торове, сравнителен анализ.

Abstract The present work investigates the most widely spread in agriculture fertilizers containing phosphorus. The methods for their obtaining and the interaction with the soil are presented. By the applied SWOT analysis the elements of their strong and weak sides, as well as the opportunities and threads of their application are systematized. The information presented could be able in some cases to facilitate the optimal choice of the fertilizer component.
Keywords: fertilizers containing phosphorus, comparative analysis.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Фосфорните торове са необходими за всички почви и култури. Изходните суровини за производство на фосфорни съединения са природните фосфати - апатити и фосфорити. Основната цел на преработването им е да се превърнат в разтворимо състояние, за да могат да се използват като минерални торове или за производство на други фосфорни съединения.

В настоящата работа е направен преглед на най-разпространените фосфоросъдържащи торове използвани в земеделието. Отразени са методите за тяхното получаване и взаимодействието им с почвата [1-3]. Чрез приложения SWOT анализ е направен опит за систематизиране на елементите на основните им силни и слаби страни, както и възможностите и заплахите от тяхното прилагане.

II.ФОСФОРОСЪДЪРЖАЩИ ТОРОВЕ. МЕТОДИ ЗА ПОЛУЧАВАНЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ПОЧВАТА.

Водоразтворими фосфорни торове – са всички суперфосфати: обикновен, двоен (троен). *Обикновеният суперфосфат* съдържа от 14 до 21 % усвояем P_2O_5. Получава се при разлагане на природните фосфати със сярна киселина (1) и втвърдяване на получения пулп в суперфосфатна камера.

$$2Ca_5F(PO_4)_3+7H_2SO_4+3H_2O=3Ca(H_2PO_4)_2.H_2O + +7CaSO_4 + 2HF \quad (1)$$

По външен вид, обикновеният суперфосфат представлява прахообразен или гранулиран продукт със светло или тъмносив до сивокафяв цвят. Съдържа 75÷80 % твърди вещества и 25 % течна фаза. Твърдата фаза на суперфосфатния тор включва $Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$ и $CaSO_4$, с примеси от $CaSO_4.0.5H_2O$ и неразложени минерали. Течната фаза представлява наситен разтвор на H_3PO_4 с $Ca(H_2PO_4)_2$ в някои случаи и $CaHPO_4$.

Двоен (троен) суперфосфат - получава се по два метода - камерен и безкамерен, чрез разлагане на природните фосфати с фосфорна киселина (38÷45 % P_2O_5) (2):

$$Ca_5F(PO_4)_3+7H_3PO_4+5H_2O=5Ca(H_2PO_4)_2.H_2O+ +HF \quad (2)$$

По външен вид прилича на обикновения суперфосфат, но е по-богат на $Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$. Той съдържа 40÷49 % усвояем P_2O_5 т. е, до 2÷3 пъти повече, отколкото в обикновения суперфосфат.

Поради това той се нарича двоен или троен суперфосфат.

Взаимодействие на водоразтворимите фосфорни торове в почвата. Обогатяването на почвите с усвоими фосфати зависи от редица свойства, като хумусно и карбонатно съдържание, pH, минералогичен и механичен състав. Внесените в почвата със суперфосфата водоразтворими калциеви фосфати взаимодействат с почвената влага, в резултат на което се получават две различни съединения:

$$Ca(H_2PO_4)_2.H_2O+xH_2O \rightarrow CaHPO_4.2H_2O+H_3PO_4 \quad (3)$$

Установено е, че $CaHPO_4$ е първоначалният продукт на взаимодействието и присъства до гранулата на суперфосфата. След това започва постепенно заместване на водорода в тази сол до $Ca_3(PO_4)_2$ и по-високоосновни калциеви фосфати. Докато се намират в свежо утаено състояние тези соли запазват свойствата на забележителна разтворимост в слаби киселини и частична усвоимост за растенията. Само по степен на стареене трикалциевите фосфати и по-високоосновните соли на H_3PO_4 стават недостъпни за голяма част от културните растения.

Новообразуваният $CaHPO_4.2H_2O$ остава в гранулата, докато фосфорната киселина се придвижва по дифузен път в почвата на незначително разстояние. Една част от фосфатните йони се използват от растенията и микроорганизмите, попадайки в почвения разтвор, а друга част влизат във взаимодействия и се трансформират в новообразувани фосфатни съединения, които се отличават от фосфатните минерали в естествените, неторените почви с по-висока разтворимост и усвоимост от растенията. Колкото по-дълго се установява равновесието между почвата и тора, толкова по-дълбоко в почвата се разпростира торовият фосфор. Дълбокото заораване на фосфорните торове и поддържането на влага в почвата са предпоставка за по-доброто усвояване на фосфорните торове.

Цитраторазтворими фосфорни торове - към тази група се отнасят суперфосфатно - фосфоритният тор (СФФ), преципитатът и термичните фосфати.

Суперфосфатно-фосфоритният тор се получава, като при гранулирането на пулпа, получен в условията на образуване на двоен суперфосфат, се прибави към ретура фосфорит в количество от 10 до 90 %. Получава се тор, при който в една гранула се намират едновременно моно-, известно количество ди-, а също и три- и по-високоосновни калциеви фосфати:

$$Ca_3(PO_4)_2+4H_3PO_4+3H_2O \rightarrow 3Ca(H_2PO_4)_2.H_2O \quad (4)$$

$$Ca_3(PO_4)_2+H_3PO_4+6H_2O \rightarrow 3CaHPO_4.2H_2O \quad (5)$$

СФФ съдържа 40-41 % общ фосфор и 26-28 % усвоим фосфор. Има сив цвят и се произвежда в гранулирано състояние.

Преципитата се получава чрез неутрализация на екстракционна или термична фосфорна киселина с варно мляко или суспензия от варовик при температура до 60 °C:

$$H_3PO_4 + Ca(OH)_2 = CaHPO_4.2H_2O \quad (6)$$

Получената утайка от $CaHPO_4.2H_2O$ се отделя от течността и се суши при температура 40-60°C, за да се запази кристализационната вода. При по-висока температура се извършва дехидратация и се получава безводен $CaHPO_4$ (монетит), който е частично разтворим в цитратен разтвор и се усвоява слабо от растенията.

Термофосфатите се получават от природни фосфати, чрез стапяне при висока температура с алкални съединения, кварцов пясък, магнезиев силикат или алкални алумосиликати. Съдържанието на общия P_2O_5 варира в широки граници и зависи от състава на изходния фосфат, от вида и количеството на използваните реагенти. Тук спадат: обезфлуорените фосфати, алкалните термофосфати, топените магнезиеви фосфати, металургичните шлаки и калциевия метафосфат.

Фосфорни торове, съдържащи трудно разтворими фосфати - към тази група се отнася фосфоритното и костеното брашно.

Фосфоритното брашно се получава чрез пряко смилане на природните фосфати или чрез обработване на предварително обогатени фосфорити. Агрохимичната активност и реакционната способност зависят от степента на смилане на фосфорита.

Костено брашно. Получава се от обезмаслени и обезклеени кости чрез фино смилане, при което се получава белезникав прах със съдържание на 15 до 34 % P_2O_5. Не е хигроскопичен. Препоръчва се за торене на почви с повишена киселинност.

Взаимодействие на малко- и трудноразтворимите фосфати с почвата. Внесени в почвата малко и трудноразтворимите фосфорни торове са подложени на редица промени под влияние на процесите на хидролиза, на почвената киселинност, на органичното вещество, на растителността и на физиологично киселите торове. Под въздействието на хидролизата протичат процеси на мобилизация и имобилизация на фосфатите. Тези процеси протичат най-бързо при разграждане на малкоразтворимите фосфати и по-бавно при трудноразтворимите фосфати. Вероятно се образуват $Ca_3(PO_4)_2$ и хидроксилапатит по следните реакции:

$$CaHPO_4.2H_2O+xH_2O \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2+Ca_{10}(OH)_2(PO_4)_6 \quad (6)$$

$$Ca_3(PO_4)_2 + H_2O \rightarrow CaHPO_4 + Ca(OH)_2 \quad (7)$$

$$Ca_3(PO_4)_2 + H_2O \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + Ca_{10}(OH)_2(PO_4)_6 \quad (8)$$

Тетракалциевите фосфати се хидролизират до $Ca_3(PO_4)_2$ - пресноутаен.

В почвите съществуват редица условия, които ускоряват хидролизните процеси. Например в киселите почви, намиращите се киселини свързват $Ca(OH)_2$ и изместват равновесието на хидролизата надясно по посока на по-разтворимите фосфати.

$$Ca(OH)_2 + 2H_2CO_3 \rightarrow 2H_2O + Ca(HCO_3)_2 \quad (9)$$

Растенията, усвоявайки калциевия катион намаляват неговата концентрация в почвения разтвор и предизвикват хидролиза на нови количества трудноразтворими калциеви фосфати.

Освен това в почвата се отделят въглена киселина и низши карбонови киселини, от една страна, а от друга страна те се образуват при разлагане на органичното вещество под влияние на микроорганизмената дейност:

$$2CaHPO_4+2H_2CO_3 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2+Ca(HCO_3)_2 \quad (10)$$

$$Ca_3(PO_4)_2+4H_2CO_3 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2+2Ca(HCO_3)_2 \quad (11)$$

С това се обяснява по-добрата усвояваща способност на някои култури към малко и трудноразтворимите фосфати.

Потенциалната почвена киселинност е важен фактор за разграждането на трудноразтворимите фосфати. Основна роля в тези процеси играе обменната киселинност, тъй като обменните водородни катиони от почвения поглъщателен комплекс взаимодействат с $Ca_3(PO_4)_2$, при което се получават по-нискоосновни калциеви фосфати:

$$[ППК]^{H}_{H} + Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2O \leftrightarrow [ППК]Ca^{2+} + 2CaHPO_4 + 2H_2O \quad (12)$$

Колкото е по-висока потенциалната киселинност, толкова по-бързо протичат процесите.

Подобна роля могат да изпълняват и физиологично киселите торове, при съвместното им внасяне с малко и трудноразтворими фосфати.

Комплексни торове съдържащи фосфор

Моноамониев фосфат ($NH_4H_2PO_4$) (амофос) се получава се при частична неутрализация на ортофосфорна киселина с амоняк:

$$H_3PO_4 + NH_3 = NH_4H_2PO_4 \quad (13)$$

Този тор съдържа 11 – 12 % N и 46 – 60 % P_2O_5.

Диамониев фосфат [$(NH_4)_2HPO_4$] (диамофос). Получава се при по-пълна неутрализация на фосфорната киселина с амоняк:

$$H_3PO_4 + 2NH_3 = (NH_4)_2HPO_4 \quad (14)$$

Съдържанието на азот в диамофоса е 18 - 21%, а на фосфор 46 – 50 % P_2O_5. Разтваря се добре във вода, с изключение

на примесите, останали от суровината при екстрахирането на H_3PO_4.

Амониевите полифосфати. В зависимост от условията на получаване те представляват смес от амониеви фосфати с различна степен на полимеризация с обща формула $(NH_4)_{n+2}P_nO_{3n+1}$ и $(NH_4)_nH_2P_nO_{3n+1}$ и съдържат 53-70 % P_2O_5 и 12-25 % N. Внесени в почвата полифосфатите образуват по-бавно неразтворими съединения с желязото, алуминия и мангана. Те бързо встъпват във взаимодействие с калция и магнезия, образувайки комплексни съединения, съдържащи амоний (главно пирофосфати), които са главен източник на азот и фосфор за растенията.

Нитроамофос. Това е комбиниран тор, получен на основата на моноамониевия фосфат. При внасяне на калиеви соли се получава нитроамофоска.

Диамонитрофос и диамонитроамофоска. Получават се главно чрез двустепенна алкализация на фосфорната киселина, както при получаване на диамофоса. Разлика има в стадия гранулиране, където се подават още и стопилка или твърд амониев нитрат и калиев хлорид. В зависимост от съотношението на компонентите се получава комбиниран тор с различно съотношение между азота, фосфора и калия.

Карбоамофоска. Този комбиниран комплексен тор съдържа азот в амидна и в амониева форма, фосфор и калий във водоразтворима форма. Получава се от карбамид, фосфорна киселина, амоняк и калиеви соли. Карбоамофоските могат да съдържат до 60 % хранителни вещества. Без добавяне на калиеви соли се получава карбоамофос, съдържащ също 60 % хранителни вещества. Не е подходящ за торене на ливади и пасища и за подхранване на зимните житни култури, поради възможни загуби на азот при излитане в атмосферата.

Калиев фосфат (KH_2PO_4 и K_2HPO_4). Получава се чрез частична неутрализация на ортофосфорната киселина с калиев карбонат или калиева основа:

$$H_3PO_4 + KOH = KH_2PO_4 + H_2O \quad (15)$$

$$H_3PO_4 + 2KOH = K_2HPO_4 + 2H_2O \quad (16)$$

$$2H_3PO_4 + K_2CO_3 = 2KH_2PO_4 + H_2CO_3 \quad (17)$$

Калиевият дихидрогенфосфат съдържа 55 % P_2O_5 и 34 % K_2O, а калиевият хидрогенфосфат съдържа 40 % P_2O_5 и 54% K_2O. Разтворими са във вода, като образуват различни кристалохидрати.

Калиев полифосфат. Получава се при термична обработка на калиевите ортофосфати до 500°C, при което протича процес на дехидратация и в зависимост от температурата и реакционното време продуктите преминават напълно или частично в калиеви полифосфати. Като торове те се характеризират с наличието на орто-, пиро- триполи- и други висши форми. На пазара се предлагат торове от този тип с 50 % P_2O_5 и 20 % K_2O. Те имат добри физични свойства. При взаимодействие с почвата реагират подобно на полуразтворимите фосфорни торове.

III. Сравнителен анализ (SWOT анализ) на най-разпространените фосфоросъдържащи торове

Еднокомпонентни фосфорни торове			
Обикновен суперфосфат			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
- Бързодействащ ; - Ниска себестойност.	- Ниско съдържание на $P_2O_5^{усв}$, високи разходи за транспортиране, съхраняване и внасяне в почвата; - Съдържа само $P_2O_5^{в.р}$	- Подходящ е за всички растения и почви, след предварително неутрализиран е; - Може да се използва за производство на смесени и сложно-смесени торове	Закисляване на почвите
Двоен (троен) суперфосфат			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
- Висококонцентриран тор; - Бързодействащ тор;	Повишен разход на енергия и капиталовложения и висока себестойност на готовия продукт; съдържа само $P_2O_5^{в.р}$	Подходящ за всички почви и култури	Закисляване на почвите

Суперфосфатно-фосфоритният тор			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
- По-ниска себестойност в сравнение с тази на двойния суперфосфат; - Съдържа $P_2O_5^{в.р}$, $P_2O_5^{ц.р}$, $P_2O_5^{тр.р}$	- Повишен разход на енергия и капиталовложения;	- Подходящ за всички почви и култури; - Може да се получи продукт с регулируемо съотношение на усвоимите форми на фосфора	Преодолени в по-висока степен
Преципитат			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Добри физични свойства, физиологично неутрален тор с високо съдържание на $P_2O_5^{усв}$.	- Висока себестойност; -Съдържа само $P_2O_5^{ц.р}$;	- Подходящ за приготвяне на торови смеси; - Подходящ като фуражен фосфат	Преодолени в по-висока степен
Термични фосфати			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Висока агрохимична ефективност и добри физични свойства.	Лошо разсейващ се тор, съдържащ само $P_2O_5^{ц.р}$;	Продукта е подходящ за всички култури и почви, особено при киселите.	Преодолени в по-висока степен
Фосфоритно брашно			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Бавнодействащ тор с добри физични свойства и ниска себестойност.	Не висока агрохимична ефективност - съдържа само $P_2O_5^{тр.р}$.	Подходящ за кисели почви, неутрализация на обикновен и двоен суперфосфат и за производството на суперфосфатно-фосфоритни торове.	Преодолени в по-висока степен
Комплексни торове, съдържащи фосфор			
Амофос			
	Слаби страни	**Възможности**	**Заплахи**
Безбаластен, концентриран тор, с добри физични свойства, който лесно се внася в почвата.	- Неуравновесен тор (широко съотношение $N:P_2O_5$ от 1:4 до 1:5), съдържащ само $P_2O_5^{в.р}$.	Приложим в производството на сложни, сложно-смесени и смесени торове.	Физиологично кисел тор;
Диамофос			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Безбаластен, високо концентриран тор, с добри физични свойства, който лесно се внася в почвата.	Неуравновесен тор ($N:P_2O_5$ = 1:2.7), в който хранителните елементи са само във водоразтворима форма.	Приложим, като основен компонент или полупродукт в производството на сложни, сложно-смесени и смесени торове.	Физиологично кисел тор.
Амониеви полифосфати			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Висококонцентрирани безбаластни NP торове	Неуравновесен тор; в който хранителните елементи са само във водоразтворима форма.	Приложим за получаване на комплексни течни и твърди NP и NPK	Физиологично слабо кисел тор
Нитроамофос и нитроамофоска			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Концентрирани безбалстни, NP и NPK торове	Съдържат само водоразтворими форми на хранителните елементи	Съотношението между хранителните елементи може да се регулира в широки граници	Физиологично кисел тор
Диамонитрофос и диамонитроамофоска			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Концентрирани уравновесени NP и NPK торове с добри физични свойства.	Хранителните елементи са само във водоразтворима форма	Съотношението между хранителните елементи може да се регулира в широки граници	Физиологично кисел тор
Карбоамофос и карбоамофоска			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Концентрирани уравновесени NP и NPK торове; Добри физични свойства.	Съдържат само водоразтворими форми на хранителните елементи	Подходящи за различни култури и почви	Физиологично слабо кисел тор

Калиев фосфат (KH_2PO_4 и K_2HPO_4).			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Безбаластни висококонцентрирани торове;	Висока себестойност, ограничаваща самостоятелното им приложение; Хранителните елементи са във водоразтворима форма;	Може да се включат в твърди и течни комбинирани торове	Преодолени в по-висока степен
Калиев полифосфат			
Силни страни	**Слаби страни**	**Възможности**	**Заплахи**
Висококонцентриран, безбаластен и безхлорен фосфорнокалиев тор, съдържащ хранителни елементи във водо- и цитраторазтворима форма.	Висока себестойност, което ограничава самостоятелното им приложение;	Съотношението между хранителните елементи може да се регулира в широки граници	Преодолени в по-висока степен

III. ИЗВОДИ

Фосфоросъдържащите торове по асортимент, свойства и приложения са твърде разнообразни. Приложеният в настоящата работа SWOT анализ дава възможност да се систематизират силните и слаби страни, възможностите и заплахите от прилагането на най-разпространените фосфоросъдържащи торове. Тази информация би могла за отделни случай да помогне за оптималния избор на необходимия торов компонент.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. И. Кършев, Н. Грънчаров, П. Бозаджиев, Ф. Туджарова. Производство на фосфорни торове. Интелтех-3, София, 1992.

[2]. Ст. Горбанов, Л. Станчев, Й. Матев, Т. Томов, Г. Рачовски. Агрохимия. Дионис, София, 2005.

[3]. В. Янева. Въведение в химичните технологии част I. ТУ-Варна, 2009

За контакти:
инж. Велика Янева, главен асистент д-р в
Катедра ЕООС – ФМНЕ
ТУ-Варна, ул. Студентска №1, 319[а] НУК
e-mail:vianeva@abv.bg
инж. Вилма Петкова, ст. н.с. II ст. д-р в ЦЛМК, БАН, 1113 София, ул. Акад. Г. Бончев, бл. 107
e- mail: vilmapetkova@gmail.com

Рецензенти: проф. д-р Йончо Георгиев Пеловски

ХИМИЧНИ СВОЙСТВА НА ПОЧВИТЕ В БИОСФЕРНИЯ РЕЗЕРВАТ "БЕЛИ ЛОМ"

CHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL IN THE BIOSPHERE RESERVE "BELI LOM"

Живка Бекярова, Анна Симеонова, Велика Янева, Деян Динков, Станка Каменова

Резюме: В настоящата работа се изследват химичните свойства на почвите в биосферния резерват "Бели Лом". Резултатите от изследванията илюстрират добра запасеност на почвите по отношение на основните показатели определящи почвеното плодородие: хумус, общ азот, общ фосфор. Разликите в свойствата на почвите са в резултат на нееднаквите екологични изисквания на доминантните дървесни видове в тези горски екосистеми спрямо условията на екотопа, т.е. поради различната степен на акумулация и трансформация на хранителните елементи от фитоценоза.
Ключови думи: биосферен резерват, горска екосистема, екотоп, химични свойства на почвите

Abstract: In the present work are investigated the chemical properties of the soil in the biosphere reserve "Beli Lom". The results of the research illustrate good supply of humus, total nitrogen and total phosphorus in the soil, which are the basic indicators of soil's fertility. The differences in the properties of the soil in the investigated reserve could be explained with the different ecological requirements of the dominant trees in this ecosystems towards the ecotope's conditions. Soil's properties are influenced by the different levels of accumulation and transformation of nutrients from the fitocenose.
Keywords: biosphere reserve, ecotope, forest ecosystem, soil's chemical properties

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Територията върху която е разположен резерватът е известна с географското наименование Лудогорие. Съвременната морфология на Лудогорието води своето начало от една сарматско-понтийска денудационна повърхнина, която в периферията си преминава в акумулационно-абразионна. В края на кватернера в северните и средните отдели започва процес на льосонавяване, съпътстван от замаскиране на старите предльосови ерозионн и карстови форми.

В резултат на това релефът на резервата представлява една хълмисто равнинна повърхност, характеризираща се със своите плоски междудолинни ридове с платовидни равнища между тях, често пъти дълбоко насочени или пък загладени до голяма степен от льосовата покривка.

Главното било на Разградските възвишения остава на юг от резервата. То има заравнен и платовиден характер и е вододел между реките Бели Лом от една страна и Малки Лом и Суходолски дол от другата. На север от горното течение на р. Бели Лом и на изток от резервата, релефът се очертава от южните склонове на Самуилските възвишения. Аналогичен е и релефът на резерват "Бели Лом". В северната си част теренът е стръмен (до 33-35^{o}). Високите каньонообразни брегове почти отвесно се спускат към река Бели Лом, като границата плътно следва извивките на реката.. В източната, южната и централната част на резервата, теренът е равен, полегат и слабо наклонен. По-значителна е долината от Синградски вир към Дъбовата гора. Надморската височина на терена е акала 300 m. Хидрографската мрежа се очертава от главното водно течение – река Бели Лом, която служи за северна граница на резервата. Водосборът на реката като цяло е слабонаклонен на северозапад към р. Дунав. Има неправилна яйцевидна форма на площта. На площта на резервата и около буферната зона няма извори и притоци на р. Бели Лом. На запад от резервата и на Северозапад от гр. Хлебарово има изкуствен микроязовир, чиито води и вливащите се в него водни източници не оказват съществено влияние върху хидрографските условия на резервата. Резерватът Бели Лом заема

площ от 773.0 ha и е обявен със заповед на бившия КОПС №393 от 12 май 1980г. Като част от Лудогорието резерватът "Бели Лом" е разположен върху част от т.н "Мизийска плоча", която обхваща Югоизточна Европа. Особено силни орогенни движения през различните геологични епохи тук не е имало и основните скали: варовици, варовити мергели, льос и др. са запазили своето хоризонтално положение.

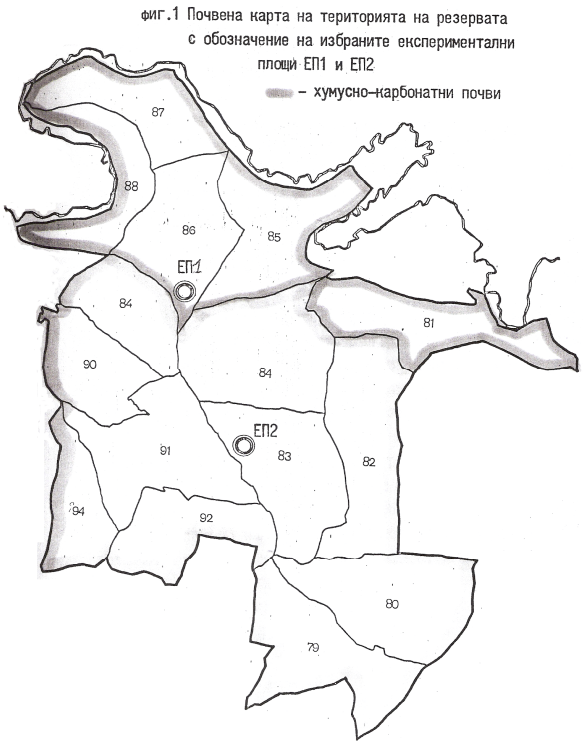
Почвообразуващата скала на територията на резервата не е еднородна. Върху неговите северни части почвообразуващата скала са наслагите на долната креда, представени от дебелослойни варовити пясъчници, мергели и варовици. Върху останалата част от резервата почвообразуващата скала са наслагите на кватернера (плейстоцена) – долнокредитните формации са припокрити с льос и льосови глини.

Почвите са тъмно сиви горски и в морфологично отношение прави впечатление сравнително голямата мощност на хумусноакукумулативния хоризонт. Силната антропогенна дейност е довела до намаляването на горските масиви, настъпва ксерофитизация на растителността, вследствие на което мезофилните дървесни видове са почти изчезнали и на много места са се настанили ксерофити, рудерална и степна растителност [1].

Резерват "Бели Лом" е единственият у нас, който осигурява строг режим на защита на горските формации на цера (Querceta cerris) и сребролистната липа (Tilieta tomentosae). За района това са основните представители не само за Лудогорието, а и в равнината частна Балканската провинция от Европейската широколистна горска област. От това произтича представителността на природната уникалност на тези формации, представители на ксеротермалния растителен елемент в резервата.

II. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Заложени са два почвени профили в представителните за резервата горски екосистеми: почвен профил 1 ($ПП_1$) в церовата горска екосистема (ГЕ) и почвен профил 2 ($ПП_2$) в липовата ГЕ (фиг.1).



фиг.1 Почвена карта на територията на резервата с обозначение на избраните експериментални площи ЕП1 и ЕП2 – хумусно–карбонатни почви

Почвеният профил отразява морфологичния строеж на основните елементи от почвената покривка и колкото той е избран на характерно и типично от екологична гледна точка място, толкова той е по представителен за конкретната почвена таксономична единица. Заложените два почвени профили обхващат промяната във видовия състав на насажденията, почвообразуващите скали, релефните формации, за да се отчетат особеностите на мезо и микрорелефа и по-пълна оценка на лесорастителните свойства на почвата.

В настоящата работа се представят статистически осреднени данни от изследваните профили. Лабораторните изследвания обхващат: хумус, количество на общия азот, алкално-хидролизуем азот, фосфорно съдържание, pH, съдържание на химичните елементи – K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe, Al. Анализите са извършени в централна лаборатория по екология при БАН.

IV. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Реакцията на почвения разтвор (pH) в хумусно-акумулативния хоризонт на ЦЕ е

неутрална, като на дълбочина 100-110 cm става кисела до 4.65. При ЛЕ изменението е в същата насока: от 6.5 в А хоризонт до 4.5 в долните части на В хоризонт. Това може да се обясни с неутрализиращото влияние на растителните остатъци (опада) в церовите и липови насаждения. Хумусното съдържание в А хоризонт и в двата почвени профила е високо – 4.31 % в ЦЕ и 7.51 % в ЛЕ. Кривата на разпределение на хумуса в дълбочина е характерна за горския почвообразователен процес. При липата с увеличаване на дълбочината, намаляването на хумуса е по-плавно до 1.84 %. Това се обяснява с известния факт, че липовите насаждения имат по-добри почвообразуващи свойства.

Количеството на общия азот в повърхностния хоризонт и разпределението му по профила е в пряка зависимост от количеството на хумуса. В акумулативния хоризонт и на двата почвени профила, общият азот е 0.413 %, но по различен начин се променя в дълбочина, достигайки в B_3 на ЦЕ – 0.10 %, а в ЛЕ – 0.21 % или 21 пъти повече. По съдържание на общия азот в хоризонт А, почвите са много богати [6].

Количеството и разпределението на алкално-хидролизуемия азот по почвения профил е важен показател за осигуряване то на почвата с достъпен за растенията азот. Неговото съдържание и промяна зависят много от механичния състав и водния режим на почвите.

В $ПП_1$ количеството на подвижните форми на азот се променят от 73.93 mg/1000g почва, в А хоризонт; до 22.68 mg/1000g почва в B_3 – хоризонт с С – хоризонт (табл.1). В $ПП_2$ хидролизуемият азот в хумусния хоризонт е 62.16 mg/1000g почва и не се променя до 80-90 cm. Или почвата и при двата почвени хоризонта е средно запасена с азот – по Тюрин.

Промяната в количеството на алкално-хидролизуемия азот по хоризонти в двата почвени профила се различава и до голяма степен следва хода на разпределението на хумуса и общия азот. Това е причината на дълбочина около 80 cm алкално хидролизуемият азот в $ПП_2$ да е в количество 2.2 пъти по-голямо от това в $ПП_1$ [4].

Фосфорното съдържание показва слаба до средна запасеност на почвите. В $ПП_1$ то се променя от 5.92 до 2.25 mg/100g почва от А към С хоризонт, а в $ПП_2$ от 6.67 до 2.63 mg/100g почва, или на дълбочина количеството на фосфора намалява и в двата профила около 2.5 пъти [2-3].

Изследванията върху хидролитичната киселинност и обменните бази в двата почвени профила даде възможност да се апределят сорбционния капацитет и степента на наситеност на почвата с бази. Хидролитичната киселинност като степен на потенциалната киселинност обхваща по-слабо подвижния обменен водород, който допълнително може да се измести с хидролитно-алкална сол. Величината на хидролитичната киселинност се използва като показател за ненаситеност на почвата с бази. Ролята на обменни бази в почвата играят катионите на Ca, Mg, K и Na.

Таблица 1. **Химични свойства**

Хоризонт	**Дълбочина, cm**	**Хумус, %**	**Общ N, %**	**Алк. хизролизуем N, mg/1000g почва**	**P_2O_5, mg/100g почва**
AB_1	$\frac{30-40^{*}}{40-50^{**}}$	$\frac{7.31}{7.51}$	$\frac{0.413}{0.413}$	$\frac{73.92}{62.16}$	$\frac{5.92}{6.67}$
B_2	$\frac{70-80}{80-90}$	$\frac{0.65}{3.54}$	$\frac{0.035}{0.304}$	$\frac{27.72}{62.16}$	$\frac{2.76}{3.11}$
B_3	$\frac{100-110}{110-120}$	$\frac{0.18}{1.84}$	$\frac{0.010}{0.211}$	$\frac{22.68}{34.14}$	$\frac{2.25}{2.64}$

* числител $ПП_1$ в ЦЕ

** знаменател $ПП_2$ в ЛЕ

Таблица 2. **Химични свойства**

Хоризонт	Дълбочина, cm	pH	Хидролитична киселинност, mgeq/100g	Обменни бази, mgeq/100g	Степен на наситеност с бази, %
AB_1	$\frac{30-40^{*}}{40-50^{**}}$	$\frac{7.05}{6.50}$	$\frac{0.47}{1.24}$	$\frac{5.82}{4.84}$	$\frac{92.53}{78.95}$
B_2	$\frac{70-80}{80-90}$	$\frac{6.05}{5.90}$	$\frac{1.01}{1.79}$	$\frac{4.79}{3.90}$	$\frac{82.58}{68.54}$
B_3	$\frac{100-110}{110-120}$	$\frac{4.65}{4.45}$	$\frac{2.02}{2.96}$	$\frac{4.22}{3.67}$	$\frac{67.62}{55.35}$

* числител $ПП_1$ в ЦЕ

** знаменател $ПП_2$ в ЛЕ

Степента на наситеност с бази е важен и характерен показател на химичните свойства на почвата и най-вече за динамиката на редица елементи влияещи на реакцията на почвата (табл.2). В $ПП_1$ хидролитичната киселинност в почвения хоризонт нараства от 0.47 mgeq/100g до 2.02 mgeq/100g почва на дълбочина 100-110 cm, т.е. 4.3 пъти , докато в $ПП_2$ тя се увеличава само 2.4 пъти: от 1.24 mgeq/100g почва до 2.96 mgeq/100g почва. Пенков П. [6] посочва като средни стойности за хидролитичната киселинност на тъмносивите горски почви 2.2-2.5 mgeq/100g почва.

Количеството на обменните бази намалява в дълбочина, като съотношението в полза на ЦЕ 1.2 пъти се запазва по целия почвен профил. Така на дълбочина 110 cm обменните бази в ЦЕ са 4.22, а в ЛЕ – 3.67.

Степента на наситеност с бази показва каква част от сорбционния капацитет на почвата се пада на обменните бази. Повърхностните почвени хоризовнти имат по-висока степен на наситеност с бази, като в ЦЕ по дълбочина 80 cm тя е над 80 %. Тази особеност на тъмно сивокафявите горски почви – много добре наситени с бази над 85 % посочват и други автори [6].

Съдържанието на химичните елементи в почвата на двете ГЕ е отразено в табл.3. В разпределението на някои химични елементи по дълбочина не се наблюдава определена закономерност: калий, натрий, магнезий. Почвите и в двете ГЕ са сравнително слабо запасени с общ калий – средно 0.6%. Пенков и др. [5-6] посочват като средни стойности за повърхностните слоеве на тъмносивите горски почви за калия 1.3-2.5 %, за натрия 0.6-2.0 % и за магнезия 0.5-2.5 %. Съдържанието на калция и мангана показва тенденция към намаляване в дълбочина. Изменението на калция е във връзка с промяната на обменните бази. Почвата и в двете ГЕ е слабо запасена с калций, чието количество според горепосочените автори би трябвало да бъде 0.7-10 %. Съдържанието на мангана в А хоризонт е най-високо, което е в съответствие с особеностите на сивите горски почви. Мангана се извлича с корените от дълбоките почвени хоризонти и с листопада се отлага върху почвената повърхност, където след хумифициране обогатява повърхностния хоризонт. Пенков П. [6] и др. посочват за граници на вариране на мангана при тъмносивите горски почви 0.14-0.16 %.

По отношение на желязото и алуминия се очертава тенденция към увеличаване в дълбочина. Това се обяснява със зоната на най-интензивното поглъщане на желязото при дървесните видове в интервала 3-13 cm от върха на корените. Пенков П. [6] и др. посочват, че съдържанието на желязо в повърхностните хоризонти е 4.08-4.94 %. В двете изследвани ГЕ желязото се движи от 2.9 до 3.5 % в дълбочина, като различия между ЛЕ и ЦЕ почти не съществуват.

Таблица 3. **Съдържание на химичните елементи в почвените профили, %**

Хоризонт	Дълбочина, cm	K	Na	Ca	Mg	Mn	Fe	Al
AB_1	$\frac{30-40^{*}}{40-50^{**}}$	$\frac{0.6187}{0.6562}$	$\frac{0.0594}{0.0523}$	$\frac{0.3509}{0.3750}$	$\frac{0.61179}{0.6074}$	$\frac{0.0933}{0.0885}$	$\frac{2.9275}{2.9182}$	$\frac{0.9559}{0.9497}$
B_2	$\frac{70-80}{80-90}$	$\frac{0.6968}{0.7062}$	$\frac{0.0625}{0.0535}$	$\frac{0.2067}{0.2259}$	$\frac{0.7282}{0.5048}$	$\frac{0.0781}{0.0677}$	$\frac{3.3649}{2.8532}$	$\frac{1.1459}{0.9725}$
B_3	$\frac{100-110}{110-120}$	$\frac{0.6256}{0.6562}$	$\frac{0.0513}{0.0513}$	$\frac{0.1649}{0.1875}$	$\frac{0.6683}{0.6441}$	$\frac{0.0729}{0.0729}$	$\frac{3.3178}{3.5037}$	$\frac{0.9813}{1.0487}$

* числител $ПП_1$ в ЦЕ

** знаменател $ПП_2$ в ЛЕ

III. ИЗВОДИ И ОБОБЩЕНИЯ

В заключение може да се каже, че по отношение на основните показатели за почвеното плодородие: общ азот, хумус, фосфорно съдържание, почвите са сравнително добре запасени.

Съдържанието на останалите изследвани химични елементи в сравнително ниски разлики в свойствата и запасеността на почвите в двете ГЕ с хранителни елементи са несъществени.

Разликите в свойствата на почвите са в резултат на нееднаквите екологични изисквания на доминантните дървесни видове в тези ГЕ спрямо условията на екотопа, т.е. поради различната степен на акумулация и трансформация на хранителните елементи от фитоценозата.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Ж. Бекярова. Екологични проучвания върху запасите от фитомаса на приземните етажи на природния комплекс резерват “Бели Лом”. XII международен симпозиум “Екология 2003” LUKOIL-Oil Iompany, Научни публикации, том III, Екология част I, 2003, 244-250.

[2]. Ж. Бекярова. Екологични проучвания върху възвърнатото количество азот и пепелни елементи в почвата с опада и отпада в природния комплекс резерват “Бели Лом”. , Международна конференция MEEMI 2003, ТУ-Варна, октомври 2003, Годишник, 2003, 336-340.

[3]. Ж. Бекярова, Е. Дянкова. Екологични проучвания върху акумулацията на азот и пепелните елементи в дървесната и тревна фитомаса в липове и церове екосистеми върху природния комплекс резерват “Бели Лом”. XII международен симпозиум “Екология 2003” LUKOIL-Oil Iompany, Научни публикации, том II, Екология част I, 2003, 203-211.

[4]. Бекярова Ж., Спасова Я., Динков Д., Дянкова Е. Моделиране на биологичния кръговрат на азота и пепелните елементи в церова и липова екосистеми в резерват “Бели Лом”. Международна конференция MEEMI 2004. 14-15.10.2004 ТУ-Варна, Годишник том II, с.541-548.

[5].Ж. Бекярова, Я. Спасова. Почвознание, замърсяване на почвите и технологии за пречистване. ТУ-Варна, 2006.

[6]. Пенков М. Почвознание. Агроинженеринг ЕООД, София, 1996.

[7]. J. Spasova, Z. Bekyarova, St. Kamenova, D. Dinkov. Drtificial and Natural Radionuclides in Sediments of Danube River along its Bulgaian Part – Journal of Balkan Ekolgy №4, 2004, pp.434-439.

За контакти:

Живка Бекярова, доцент д-р в Катедра ”Екология и опазване на околната среда” при ФМН на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 309НУК

e-mail: jbekyarova@abv.bg

инж. Анна Симеонова, гл. асистент д-р в Катедра ”Екология и опазване на околната среда” при ФМН на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 318 НУК

annsim@abv.bg

инж. Велика Янева, гл. асистент д-р в Катедра ”Екология и опазване на околната среда” при ФМН на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 319А НУК

e-mail: vianeva@abv.bg

инж. Станка Каменова, доцент д-р в ТУ-Варна, 336НУК

инж. Деян Динков, д-р

e-mail: ddinkov2001@yahoo.com

Рецензент: Ст. н.с IIст. д-р Галя Щерева

e-mail: chem@io-bas.bg

ЗА КАЧЕСТВОТО НА КОМПОСТТА И ВЪЗМОЖНОСТТА ЗА ИЗПОЛЗВАНЕТО МУ КАТО ПОЧВЕН ПОДОБРИТЕЛ

FOR THE QUALITY OF THE COMPOSTED FERTILIZER AND THE POSSIBILITY TO USE IT TO ENRICH THE SOIL

Велика Янева, Анна Симеонова, Вилма Петкова, Живка Бекярова, Розалина Чутуркова

Резюме: В настоящата работа се представят експерименталните данни, регистрирани при получаването на компост от: градински отпадъци; смес от градински и кухненски отпадъци; смес от градински, кухненски и животински отпадъци. Химичните и физични анализи на готовия продукт от компост установяват благоприятни за растежа и развитието на растенията концентрации на макроелементите C, N, P, K, Ca+Mg и отношение C:N подходящо за развитие на микроорганизмите, не влияещо върху усвоимите форми на азота в почвата. Използването на компоста в качеството на почвен подобрител ще позволи да се внесат отново в почвата част от извлечените чрез растенията хранителни елементи и повиши ефекта от кръговрата на веществата в почвата.
Ключови думи: компост, твърди отпадъци.

Abstract: The present paper studies experimental data registered when composted fertilizer was obtained out of garden waste; a mixture of garden waste and scraps of food; a mixture of garden waste, scraps of food and animal waste. The chemical and physical analysis of the finished product of composted fertilizer found out favourable for the growth and development of the plants concentrations of the microelements C, N, P, K, Ca+Mg and a ratio C:N, suitable for the development of the microorganisms, which does not influence the absorbable forms of nitrogen in the soil. The use of the compost in its quality as a soil improver will allow for a part of the educed through the plants nutrients to reenter the soil and will increase the effect from the circle of soil nutrients.
Keywords: compost, solid wastes.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

С цел намаляване на въздействието върху околната среда от депонирането на биоразградимите отпадъци, с Директива 1999/31/ЕС, са въведени изисквания за поетапно намаляване на количеството биоразградими отпадъци, обезвреждани чрез депониране.

Домашното компостиране е една възможност за намаляване на количеството на биоразградимите отпадъци, предназначени за депониране. То се основава на прилагането на биотехнологични методи за третиране на твърдите биоразградими отпадъци и може да се разглежда като част от системата за управление на този вид отпадък. Биологичното третиране може да се класифицира като рециклиране в йерархията на управление на твърдите отпадъци, когато полученият продукт – "компост" се използва за наторяване на почвата или за производство на растежна среда [1, 2, 5].

Домашното компостиране е подходящо за въвеждане и развитие в районите, които се характеризират с голямо количество биоразградими отпадъци, като еднофамилните къщи в селата и еднофамилните къщи тип "вила". Домакинствата от тези райони имат често собствени градини и поради това са по-добре информирани за почвата, растенията и торовете, което ги прави по-възприемчиви към идеята за събиране и компостиране на биоразградимите отпадъци. Обхващането на все по-голям брой семейства в системата на домашното компостиране е възможно чрез постоянното информиране на населението за възможностите и ползите от оползотворяване на биоразградимите отпадъци [3].

Целта на експерименталната работа е:

1. Да се проучи възможността за получаване на компост на базата на битови и селскостопански отпадъци;

2. Да се анализират макрохранителните за растенията елементи, съдържащи се в готовите продукти от компост и представи тяхното влияние върху почвеното плодородие.

II. МЕТОДИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ:

В качеството си биоразградими отпадъци са използвани следните материали: градински отпадъци състоящи се от зелена тревна и листна маса; кухненски отпадъци и животински отпадъци.

Компостирането на биоразградимите отпадъци е извършено в 3 броя закрит тип, неподвижни компостери (фиг.1).

Фиг.1 Компостер

Първият компостер е запълнен с градински отпадъци, съответно вторият – с градински и кухненски отпадъци; третият - с градински, кухненски и животински отпадъци

За постигане на необходимата дисперсност на частиците, отпадъците подлежащи на компостиране са подложени предварително на раздробяване до размер около 40-50 mm.

Поставянето на отпадъците в компостерите се извърши чрез редуване на слой от зелена тревна маса с листна маса и почва. Кухненските и съответно животински отпадъци са поставени във вътрешността на купа. На дъното на компостерите са разположени дървесни клонки.

Разбъркването на субстрата се извърши периодично, в интервал от седем дни, чрез изпразване, разбъркване и отново запълване на компостера с хомогенизираната маса.

За анализирането на съдържащите се в образците от компост и почвения тип макрохранителни за растенията елементи, са използвани химични и физични методи за анализ. За определяне реакцията на почвата и компоста е приложен потенциометричен метод за анализ.

III. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ.

Едни от най-важните фактори, които влияят на процеса компостиране са: влажността, аерацията, температурата и съставът на отпадъците.

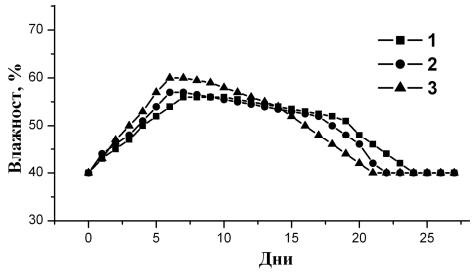
Влажност на субстрата

Микроорганизмите, участващи в процеса компостиране се хранят само от водни разтвори. Това определя голямото значение на влажността на отпадъците за активността на биотермичните процеси. Недостатъчната влажност води до прекратяване на биотермичния процес, а излишната вода изтласква въздуха от отпадъците и създава анаеробни условия, което също силно затормозва компостирането. Обикновено влажността трябва да е в границите 40-60 % [2].

Процесът на компостиране води до естествено намаляване на влажността с времето в резултат на изпарението, подпомогнато отвътре в общата маса. Все пак много голямо намаление на влажността може да предизвика блокиране на процеса: материалът видимо е стабилен, но биологичните явления се възстановяват след повторно хидратиране [2].

Влажността на изследваната в настоящата работа компостна маса е представена на фиг.2.

За да се поддържа оптимална влажност на компосната маса в най-активния период от компостирането, допълнително в компостерите е добавяно, всеки ден, около 2 kg вода с температура от 35-40 ^{o}C.



Фиг.2 Изменение на влажността на компостната маса, в периода на компостиране, в зависимост от изходящия й състав: 1 –градински отпадъци; 2 – градински и кухненски отпадъци; 3 – градински, кухненски и животински отпадъци.

Температура на процеса

При компостирането се осигурява аеробна среда и температурата се повишава бързо от екзотермичноста на процесите катализирани от микробиалните ензими. В процеса на компостиране участвуват три вида микроорганизми - бактерии, актиномицети и плесени.

Първоначално бактериите и плесените доминират и в резултат температурата, в центъра на масата (купът) се покачва приблизително до 70 ^{o}C. При тази температура могат да съществуват и продуцират само т. нар. термофилни микроорганизми - бактерии и актиномицети. С течение на времето постепенно скоростта на разлагане, а с това и температурата спада и отново се активизират т. нар. мезофилни микроорганизми - някой бактерии и плесените.

По време на термофилната фаза трябва да се избягва повишението на температурата над 70° С, защото това води до загиване на други микроби, тъй като са малко онези от тях, способни да оживеят при подобни условия, нещо, което би компрометирало ефикасността на процеса на компостиране. Поради тази причина, за да не бъдат надвишени оптималните нива на температурата, които са 55-60° С, е необходимо масата за компостиране да се размесва (преобръща).

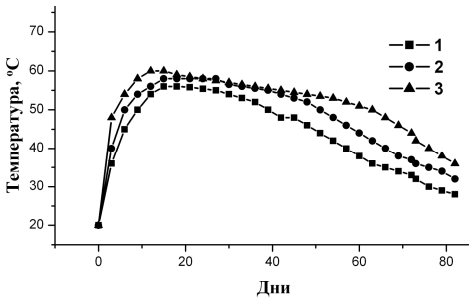
Термофилната фаза е много важна за процеса поради това, че води до [2]:

-хигиенизиране на продукта, благодарение на разрушаването на патогенните микроорганизми, което се наблюдава при температури не по-ниски от 55 ^{o}C;

- унищожаване на семената на плевелите и на паразитите по растенията.

За да се унищожат патогенните зародиши е необходимо да се съхрани дълго време температурата на самонагряване (65 °С). Това може да се постигне, чрез подходящо размесване на гниещите отпадъци. Почти всички патогенни микроорганизми загиват при температура 55-60 °С.

На фиг. 3 е показано изменението на температурата на компостната маса в периода на компостиране, в зависимост от изходящия й състав. Графичните зависимости илюстрират различна скорост и интензивност на изменение на температурата.



Фиг.3 Изменение на температурата на компостната маса, в периода на компостиране, в зависимост от изходящия й състав: 1 – градински отпадъци; 2 – градински и кухненски отпадъци; 3 – градински, кухненски и животински отпадъци.

Най-висока температура в първия етап се регистрира в компостната маса съставена от градински, кухненски и животински отпадъци, следвана от компостната маса с градински и кухненски отпадъци. Отчитайки по-силната ферментация на кухненските и животински отпадъци в сравнение с градинските, този резултат е очакван.

В термофилния стадий най-високи температури са отчетени в интервала 55-60 ^{o}C, което предполага, че това ще доведе до

Табл. 1 ***Химичен и физичен анализ на готовия компост и почвения тип***

№	**ПОЧВЕН ТИП**						
	Орг. С, %	**N, %**	**P_2O_5, mg/100g**	**K_2O, mg/100g**	**$Ca^{2+}+Mg^{2+}$, meq/100g**	**pH**	**Пепел, %**
1	0.96	0.09	0.20	2.21	2.21	7.6	6.14
2	1.74	0.19	0.30	3.15	1.83	7.5	13.72
3	2.53	0.25	0.45	3.94	1.97	7.4	12.59
	КОМПОСТ						
1	22.6	1.40	0.96	2.50	2.25	7.7	14.59
2	29.3	1.82	1.04	3.48	3.39	7.6	23.14
3	31.5	1.35	1.36	5.31	3.60	7.9	40.31

топлинна стерилизация на компостната маса. След петнадесетия ден графичните зависимости илюстрират понижение на температурата, независимо, че компостната маса периодично е размесвана. Наблюдаваните стойности от порядъка на 35-45° С са характерни за мезофилната фаза на процеса. В края на тази фаза (след 70-те дни), наричана още фаза на зреене, е налице стабилизиран, т.е. узрял компост. След 70-те дни температурата се установява до тази на околната среда.

В табл.1 са представени резултатите от химичните и физични анализи на почвения тип и готовия продукт от компост. В настоящата работа са изследвани следните химични елементи: органичен въглерод, N, P, K, $Ca^{2+}+Mg^{2+}$.

Органичен въглерод

Химичният анализ регистрира от 20 до 30 % органичен азот в готовия продукт от компост. Компостът съставен от градински, кухненски и животински отпадъци се характеризира с най-високо съдържание на органичен въглерод. Съответно по-беден на органично вещество е компостът получен от градински отпадъци.

Общ азот

Азотът, като съставна част на белтъчините, аминокиселини, амиди, нуклеинови киселини фосфатиди, хлорофил, гликозиди, алкалоиди и др. играе важна роля в процесите на растеж и развитие на живите организми [4]. Резултатите в табл.1 регистрират от 5-15 пъти по-високо съдържание на общ N в готовия компост в сравнение с почвения тип. Това предполага, че готовият компост може да се използва като почвен подобрител, съдействащ за повишаване съдържанието на общ азот в почвата.

C/N

Друг важен показател определящ приложимостта на компостта като почвен подобрител е отношението между съдържащите се в него органичен въглерод и азот.

За да протече минерализацията на азотосъдържащите органични съединения внасяни в почвата под действие на микроорганизмите е необходимо отношение C:N да варира в границите от 15 до 30 [4].

Когато отношението C:N е по-малко, а азотното съдържание - по-високо от критичните стойности, нуждите на микроорганизмите от азот не само се задоволяват, но остава и излишък от азот. В този случай една част от органично свързания азот се отделя във вид на амоняк още преди масовото измиране на микроорганизмите и се използва като храна от растенията.

Когато отношението C:N е по-голямо, а азотното съдържание - по-ниско от критичните стойности, нуждите на микроорганизмите от азотна храна не може да се задоволяват. Последиците от това са две: или размножаването на микроорганизмите се потиска и разлагането на азотосъдържащите съединения се забавя, ако в почвата няма

подвижни азотни съединения, или неорганичните азотни съединения в почвата (амониеви соли и нитрати), ако ги има, се усвояват от микроорганизмите и се превръщат в органична форма, неусвоима за растенията.

Резултатите в табл.1 илюстрират отношение на C:N в продуктите от готовия компост в границите от 15-26. От това следва, че готовите продукти от компост, използвани в качеството на почвен подобрител, не би трябвало да влияет неблагоприятно върху дейността на микроорганизмите и усвоимите форми на азота в почвата.

Общ фосфор

Фосфорът е безусловно необходим за всички живи организми. Живата клетка не може да съществува без фосфорна киселина [4]. Ето защо значението на фосфора за растенията, животните, микроорганизмите и човека е огромно. То произтича от функциите му в живия организъм. Резултатите в табл.1 илюстрират от 5 до 10 пъти по-високо съдържание на фосфор в продукта от готовия компост в сравнение с почвения тип. Това предполага, че готовият продукт от компост е обогатен на фосфор. Прилагането на този продукт в качеството на почвен подобрител би подобрило почвените запаси, както и растежа и развитието на отглежданите растения.

Общ калий

За разлика от азота и фосфора, калият не влиза в състава на органичните структури. Независимо от това тъй изпълнява важни функции в растителния организъм: регулира физичното състояние на клетъчните колоиди; активира различни ензимни системи; дава отражение върху обмяната на органичните киселини и въглехидратите; участва в процесите, свързани с трансформирането на енергията и обмяната на азота; стимулира растежа на младата меристема; благоприятства за образуването на механичните тъкани и др. [4]. Резултатите в табл.1, с изключение на компоста от градински, кухненски и животински отпадъци, регистрират близки стойности на калия в почвения тип и готовия продукт от компост. Отчитайки тези резултати, както и факта, че българските почви са добре запасени на калий, би следвало да не се окаже някакво влияние на почвата при прилагането на готовия продукт от компоста, в качеството на почвен подобрител.

Калций и магнезий

Физиолого-биохимичните функции на калция се свързват с нормалното протичане на клетъчното делене, с регулирането и поддържането на оптимално физично състояние на клетъчните мембрани в колоиди, което определя до голяма степен еластичността при проникваемостта им [4]. При покълването на семената въглехидратите и белтъчините се мобилизират активно, а това катализира и цялата обмяна на веществата в прорастъците. Тези функции обясняват и необходимостта на калций за нормалното клетъчно делене в меристемните тъкани на корените, което води до ускореното им нарастване и увеличаване на активната усвояваща повърхност.

Различните форми на съдържащия се в растителните клетки и тъкани магнезий обуславят и различните му функции. Чрез участието си в молекулата на хлорофила, той влияе непосредствено върху фотосинтетичния процес при образуването на междинни съединения с въглената киселина. Магнезиевият йон е и кофактор, активиращ каталитично редица ензими, без да взема участие в ензимните реакции.

Резултатите в табл.1 илюстрират нарастване на съдържанието на Ca^{2+}+Mg^{2+} в готовите продукти от компост съставен от:

- градински+кухненски отпадъци;
- градински+кухненски+животински отпадъци.

От това следва, че използването на компоста в качеството си на почвен подобрител ще благоприятства почвеното структурирането, хранителния почвен разтвор и развитието на растенията.

pH

Реакцията (pH) на почвата има огромно значение за динамиката на

хранителните за растенията вещества и за плодородието на почвата [4]. На първо място тя е решаващ фактор за разтворимостта, а следователно и за усвоимостта на редица хранителни вещества, както и за взаимодействието на голям брой торове със съставните части на почвата. Реакцията на почвата влияе освен това твърде силно върху дейността на почвените микроорганизми и на растителните корени, които от своя страна, както е известно, са мощни фактори в динамиката на хранителните за растенията вещества в почвата.

Неутралната реакция на почвения разтвор е сравнително най-благоприятна за развитието на голям брой културни растения и за високо почвено плодородие.

Алкалната реакция на почвения разтвор, когато е слаба (pH < 8 ÷ 8.2) не пречи на нормалното хранене и развитие на повечето растения, но при по-силните си степени влияе силно отрицателно върху почвеното плодородие.

Киселата реакция на почвения разтвор в своите високи степени има силно отрицателно влияние върху развитието на растенията, върху динамиката на хранителните вещества и върху почвеното плодородие. В слабите си степени обаче (pH > 6) тя е безвредна, а често дори и полезна.

Резултатите в табл.1 илюстрират реакция на готовите продукти от компост в границите 7.6-7.9 pH. Това определя реакцията на продуктите от компост като неутрална, което ги прави подходящи за прилагане при почвени типове със слабо кисела, неутрална и слабо алкална реакция.

IV. ИЗВОДИ

Получените резултати от химичните и физични анализи на готовите продукти от компост дават основание да се направят следните по-важни изводи:

Независимо от вида на използваните отпадъци по време на съвместното им компостиране се получава продукт с:

- концентрации на макроелементите C, N, P, K, Ca+Mg благоприятни за растежа и развитието на растенията при съответния почвен тип;
- отношение C:N подходящо за развитие на микроорганизмите, не влияещо върху усвоимите форми на азота в почвата.

Използването на компоста в качеството на почвен подобрител ще позволи да се внесат отново в почвата част от извлечените чрез растенията хранителни елементи и повиши ефекта от кръговрата на веществата в почвата.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Дончо Ангелов. Място на компостирането в йерархията на управление на отпадъците и в националните и общинските политики. Консултантски център по устойчиво развитие Геопонт-Интерком ООД, 2007г.
[2]. Й. Пеловски, И. Домбалов, Е. Тодорова, В. Кьосева, Е. Соколовски, П. Петров, Г. Казълджиев. Методи за третиране и оползотворяване на твърди битови отпадъци. БНОЦЕООС, София, 2007г.
[3]. Х. Крачунов, А. Антонов. Състояние на стратегическото планиране в ЕС и в България при оползотворяване на битови и биоразградими отпадъци чрез компостиране. Научна конференция с международно участие “Стара Загора”, 2-3 юни, т.5, 2005.
[4]. Ст. Горбанов, Л. Станчев, Й. Матев, Т. Томов, Г. Рачовски. Агрохимия. Дионис, София, 2005.
[5].E. Todorova. Possiblities for Obtaining a Compost from Municipal and Agriculture Wastes. Journal of Environmental Protection and Ecology 6, 3, 2005.

За контакти: инж. Велика Янева, главен асистент д-р в Катедра ”Екология и опазване на околната среда” при ФМН на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 319А НУК
e-mail: vianeva@abv.bg
инж. Анна Симеонова, гл. асистент д-р в Катедра ”Екология и опазване на околната среда” при ФМН на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 318 НУК
annsim@abv.bg
инж. Вилма Петкова, ст. н.с. II ст. д-р в ЦЛМК, БАН, 1113 София, ул. Акад. Г. Бончев, бл. 107
e- mail: vilmapetkova@gmail.com
Живка Бекярова, доцент д-р в Катедра ”Екология и опазване на околната среда” при ФМН на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 309НУК
e-mail: jbekyarova@abv.bg
инж. Розалина Чутуркова, доцент д-р в Катедра ”Екология и опазване на околната среда” при ФМН на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 304НУК
chuturkova@hotmail.com

Рецензент: доц. д-р инж. Марин Койчев

МОРФОЛОГИЧЕН СТРОЕЖ И ВОДНО-ФИЗИЧНИ СВОЙСТВА НА ПОЧВИТЕ В БИОСФЕРНИЯ РЕЗЕРВАТ "БЕЛИ ЛОМ"

MORPHOLOGICAL STRUCTURE AND WATER-PHYSICAL PROPERTIES OF THE SOIL IN THE BIOSHERE RESERVE "BELI LOM"

Живка Бекярова, Велика Янева, Даниела Тонева, Станка Каменова, Деян Динков

Резюме: В настоящата работа е направено проучване за морфологичния строеж и анализирани воднофизичните свойства на почви в биосферния резерват "Бели Лом". Изследванията на двата почвени профила ($ПП_1$ и $ПП_2$) илюстрират добре обособени с постепен преход генетични хоризонти. В морфологично отношение те се различават предимно по мощността на мъртвата горска постилка. Резултатите от изследванията дават основание за класифициране на почвата в $ПП_2$ в липовата екосистема, като тежко песъчливо глинеста, а тази в $ПП_1$ в липовата екосистема, като средно до тежко песъчливоглинеста. Промените в механичния състав и физичните свойства на почвите обуславя и изменение на хидролитичните величини по профила.

Ключови думи: морфологичен строеж, воднофизични свойства на почви

Abstract: In the present work are investigated the morphological structure and water-physical properties of the soil in the biosphere reserve " Beli Lom" . The two soil's profiles (SP_1 and SP_2) illustrate well differentiated genetic horizons. In morphological point of view the profiles show difference mainly in the power of the dead forest cover. It is determined that the soil in SP2 could be characterized as heavy sand- clay, and this in SP1 as medium to heavy sand-clay. The changes in the mechanical composition and the physical properties are the reasons for the changes of the hydrological values along the soil's profile.

Keywords: biosphere reserve, forest ecosystem, morphological structure, soil's water-physical properties

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Територията върху която е разположен резервата е известна с географското наименование Лудогорие. Самото наименование говори, че в миналото тези територии са били покрити с обширни автохтонни гори, които постепенно са унищожавани. Днес в Лудогорието са останали отделни фрагментарно разположени територии от тези гори със силно изменен видов състав. Северна Добруджа открай време е известна като преходна степна и лесо-степна зона, където горската растителност почти е липсвала. Може да се каже, че някога преходната лесо-степна зона се е намирала много по на изток от Лудогорието, но при сегашното състояние на горските екосистеми силно повлияни и изменени от намесата на човека, тази територия вече придобива характер на лесо-степ, т.е. преход от гората към степта. Това е основната причина "Бели Лом" да бъде обособен като резерват с цел да се запазят автохтонните горски екосистеми, доколкото те са оцелели, а от там и растителния генетичен фонд, характерен за района, независимо от това, че коренната растителност е силно променена и силно е намалено участието на такива дървесни видове, като липата, ясен, зимния дъб и др.

Резерват "Бели Лом" е обявен със заповед на КОПС № 393 от 12 май 1980 и заема площ от 773.0 ha. Неговите приблизителни координати са $43^{o}37^{I}$ северна ширина и $26^{o}18^{I}$ източна дължина. В системата от защитени природни територии "Бели Лом" е единственият у нас резерват, който осигурява строг режим на защита на горските формации на цера (Querceta cerris) и сребролистната липа (Tilieta tomentosae).

Целта на проучването е да се направи характеристика на морфологичния строеж и воднофизичните свойства на почвите, да се установи типовото и подтиповото разнообразие и да се даде оценка на лесорастителните свойства на почвите.

II. МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ:

Заложени са два почвени профила в представителните за резервата горски екосистеми: почвен профил 1 ($ПП_1$) в церовата и почвен профил 2 ($ПП_2$) в липовата горски екосистеми (ГЕ). При залагането е взето предвид становището, че почвеният профил отразява морфологичния строеж на основните елементи от почвената покривка и колкото той е избран на характерно и типично от екологична гледна точка място, толкова, той е по-представителен за конкретната почвена таксономична единица.

При сравняването и установяването на съществуващите различия при характеризирането на двата почвени профила се има предвид факта, че формирането на растежните условия в двете представителни горски екосистеми (ГЕ) протича при едни и същи климатични условия, т.е. при изравнен климатичен фактор [1, 2, 3].

Мофологичното описание на почвените профили е направено по възприетите в горското почвознание показатели. Лабораторните изследвания са направени в националната лаборатория по екология при БАН и обхващат механичен състав, относителна маса, обемна маса, порьозност, МХ, ВТУ.

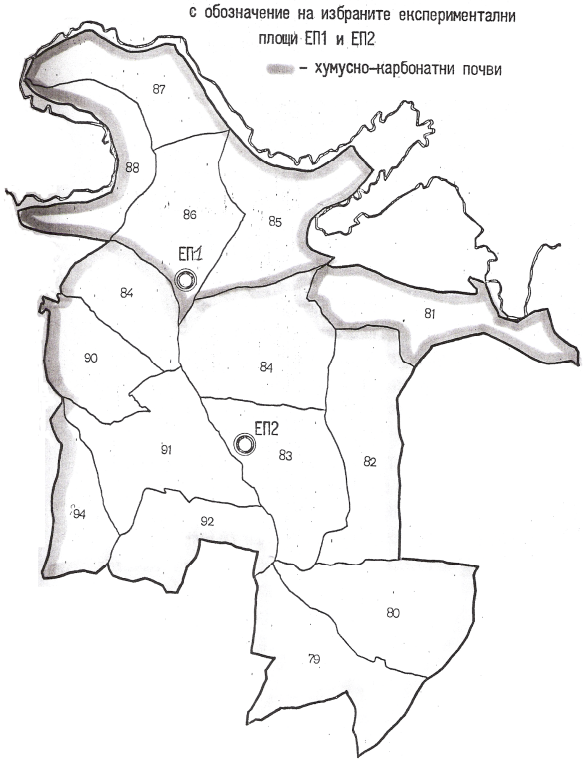
Използвани съкращения:

$ПП_1$ – почвен профил 1;
$ПП_2$ – почвен профил 2;
ЦЕ – церова екосистема;
ЛЕ – липова екосистема;
ГЕ – горска екосистема;
МХ – максимална хигроскопичност;
ВТУ - влажност на трайно увяхване

III. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ.

От извършените проучвания на почвената покривка в изследвания район се установиха следните почвени различия: дълбоко-карбонатна, тъмносиво-кафява горска, развита върху льос горска постилка. Различаваща се предимно по мощността на мъртвата горска постелка, в полза на $ПП_1$ в церовата екосистема.

фиг.1 Почвена карта на територията на резервата с обозначение на избраните експериментални площи ЕП1 и ЕП2
– хумусно–карбонатни почви



$ПП_1$ е заложен в отдел 86г в церовата ГЕ на полегат терен, северно изложение с надморска височина 250 m.

$ПП_2$ е заложен в отдел 83б в представителната за резервата липова ГЕ (горска екосистема), на полегат терен, североизточно изложение, 250 m надморска височина.

Почвата и в двете ГЕ е дълбококарбонатна, тъмносиво-кафява горска, развита върху льос [5]. Почвообразуващите скали са наслатите на кватернера (плейстоцена) – долнокредитните формации са препокрити от льосовидни глини.

Почвата на двете ГЕ е среднотежка до тежко песъчливо-глинеста. В състава на физичния пясък участва само нисък процент дребен пясък и останалата част се пада на едрия прах. Закономерностите при промяната на неговото количество по дълбочината на профила са едни и същи в двете ГЕ. Различията са предимно в количествено отношение, като в хумусно-акумулативния хоризонт в $ПП_1$ този процент е по-висок от $ПП_2$ (табл.2) [4, 6].

Максимумът на илестата фракция се наблюдава в В-хоризонт: около 30.5 % в церовата екосистема и 33 % в липовата

екосистема, докато в хумусния хоризонт, процентът на тази фракция е съответно 20.61 и 24.0 %.

Табл.1 **Морфологично описание на почвен профил 1 (церова екосистема)**

Хоризонт	Мощност, cm	Описание
A_o	$\frac{-7-0}{7}$	Мъртва горска постилка, съставена от два слоя в зависимост от степента на разглеждането: 1. A_{OL} – 4 cm, съставен от сухи листа, клонки и др. 2. A_{OF} – съставен от тънки, раздробени и полуразложени остатъци.
AB_1	$\frac{0-33}{33}$	Сиво кафяв, свеж с троховидна структура, силно пронизан от корени с различна дебелина, преход – постепенен.
B_2	$\frac{33-67}{34}$	Кафяв, постепенно изсветлява в дълбочина, сух, лешникоподобна до дребнобуцеста структура, уплътнен по дълбочина, силно пронизан от корени.
B_3	$\frac{67-98}{31}$	Светло кафяв , който преминава в кафеникаво жълт, дребнобуцеста до буцеста структура, сух, силно уплътнен и силно пронизан от корени, единични ходове от дъждовни червеи.

Табл.2 **Морфологично описание на почвен профил 2**

Хоризонт	Мощност, cm	Описание
A_o	$\frac{4-0}{4}$	Мъртва горска постилка, съставена от полуразложени и разложени листа, клонки, плодове и други органични остатъци.
AB_1	$\frac{0-42}{42}$	Сивокафяв, със слаб белезникав оттенък, свеж, зърнено-троховидна структура, пронизан от корени с различна дебелина, преход постепенен.
B_2	$\frac{42-83}{41}$	Кафяв, който в дълбочина преминава в светлокафяв, сух, лешникоподобна до дребнобуцеста структура, умерено уплътнен, пронизан от тънки корени.
B_3	$\frac{83-117}{34}$	Кафяв с жълтеникав оттенък, сух силно уплътнен с буцесто-призматична структура, по-слабо пронизан от корени, наблюдават се единични ходове от червии и др.

Наблюдаваните закономерности в разпределението на ила по дълбочина на почвения прафил, водят до аналогично разпределение и на физичната глина. Нейният максимум е също в илувиалния хоризонт. [4, 5] посочва същите особености на механичния състав на сивокафявите горски почви в Лудогорието и на част от Североизточна България.

Табл. 3 **Механичен състав в проценти от масата на абсолютно сухата почва**

Хоризонт	Мощност, cm	Загуба от обр. със HCl, %	Размери						Физична глина, сума под 0.01 %
			1.00-0.25	0.25-0.5	0.05-0.01	0.01-0.001	0.005-0.001	<0.001 ил	
AB_1	0 – 33* / 0 – 42**	1.3 / 2.2	0.0 / 0.0	3.6 / 2.9	54.88 / 46.72	8.70 / 10.12	10.91 / 13.06	20.61 / 22.00	40.22 / 46.18
B_2	33 – 67 / 42 – 83	1.1 / 2.3	0.0 / 0.0	4.8 / 3.4	46.85 / 39.19	7.63 / 9.87	9.18 / 11.97	30.44 / 32.27	47.25 / 53.11
B_3	67 – 98 / 83 – 117	2.8 / 2.9	0.0 / 0.0	3.9 / 3.4	46.44 / 41.46	7.48 / 9.67	8.55 / 11.61	30.83 / 33.96	46.86 / 52.24

Табл. 4 **Воднофизични свойства**

Хоризонт	Дълбочина	Относителна маса	Обемна маса	Порьозност	МХ	ВТУ
AB_1	30 – 40* / 40 – 50**	2.59 / 2.64	1.43 / 1.54	45.16 / 41.22	7.70 / 8.76	12.4 / 14.7
B_2	70 – 80 / 80 – 90	2.62 / 2.69	1.69 / 1.86	36.29 / 30.04	10.45 / 12.11	15.3 / 18.6
B_3	100 – 110 / 110 – 120	2.68 / 2.73	1.82 / 1.89	34.95 / 32.11	11.66 / 13.78	17.2 / 20.4

* в числител - почвен профил 1 (ЦЕ)

** в знаменател - почвен профил 2 (ЛЕ)

Почвените профили са сравнително добре разграничени по отношение на физичните свойства и хидрологичните величини (табл.4).

Общата порьозност е най-висока в хумусно-акумутативния хоризонт: "добра" (по "Качински" в ЦЕ 45.16 и "удовлетворителна" 41.22 при липата. Тя е неудовлетворителна в индивидуалния хоризонт, съответно 34.95 и 32.11

IV. ИЗВОДИ

1. Генетичните хоризонти и при двата почвени профила са добре обособени с постепен преход. Мъртвата горска постилка в ЦЕ е с относително по-голяма дебелина от тази в ЛЕ и в зависимост от степента на трансформация могат да се отделят два слоя: A_{OL} и A_{OF}.

2. Мощността на хумусно-акумулативния хоризонт в $ПП_2$ е 42 , а от този в $ПП_1$ – 33 cm. Същото е съотношението и за преходния хоризонт – съответно 75 cm и 65 cm. Следователно в морфологично отношение двата почвени профила се различават предимно по мощността на мъртвата горска постилка в полза на $ПП_1$ в ЦЕ.

3. От анализа на механичния състав на почвите в двата профила следва изводът, че изследваните почви имат слабо диференциран почвен профил, т.е различията в количественото съдържание на глината и ила в горните и долните хоризонти са незначителни. Процентът на физичната глина в $ПП_2$ е по-висок от този в $ПП_1$ по целия профил, което дава основание за класифициране на почвата в $ПП_2$ като тежко песъчливо глинеста, а тази в $ПП_1$ като средно до тежко песъчливоглинеста.

4. От водните свойства на почвите най-голямо значение имат тези величини, които определят количеството на достъпната за растенията влага. Това са общата влагоемност и ВТУ, които се явяват съответно горна и долна граница на капацитета на активната влага. Изменението на хидролитичните величини

по профила се обуславя от промените на механичния състав и физичните свойства на почвите. Може да се предполага, че по-високата МХ и ВТУ на почвата в $ПП_2$ –ЛЕ се дължат на нейния по-тежък механичен състав.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Бекярова Ж. Екологични проучвания върху запасите от фитомаса на приземните етажи на природния комплекс резерват "Бели Лом". XII международен симпозиум "Екология 2003" Lukoil-Oil Company, Научни Публикации, Том II, Екология част 1, с.244-250.

[2]. Бекярова Ж. Екологични проучвания върху възвърнатото количество азот и пепелни елементи в почвата с опада и отпада в природния комплекс-резерват "Бели Лом", Международна конференция MEEMI 2003, ТУ- Варна, октомври 2003, Годишник, с. 336-340.

[3]. Бекярова Ж., Дянкова Е. Екологични проучвания върху акумулацията на азота и пепелните елементи в дървесната и тревна фитомаса в липова и церова екосистеми върху природния комплекс-резерват "Бели Лом". XII международен симпозиум "Екология 2003", Lukoil-Oil Company, Научни Публикации, Том П., Екология, част 1, с.203-211.

[4]. Бекярова Ж., Спасова Я. Почвознание, замърсяване на почвите и технологии за преистване. ТУ-Варна, 2006.

[5]. Бекярова Ж., Спасова Я., Динков Д., Дянкова Е. Моделиране на биологичния кръговрат на азота и пепелните елементи в церова и липова екосистеми в резерват "Бели Лом". Международна конференция MEEMI 2004. 14-15.10.2004 ТУ-Варна, Годишник том II, с.541-548.

[6]. Пенков М. Почвознание. Агроинженеринг ЕООД, София, 1996.

За контакти:
Живка Бекярова, доцент д-р в Катедра "Екология и опазване на околната среда" при ФМН на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 309НУК
e-mail: jbekyarova@abv.bg
инж. Велика Янева, гл. асистент д-р в Катедра "Екология и опазване на околната среда" при ФМН на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 319А НУК
e-mail: vianeva@abv.bg
Даниела Тонева, гл. асистент д-р в Катедра "Екология и опазване на околната среда" при ФМН на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 336НУК
e-mail: d_toneva@abv.bg
инж. Станка Каменова, доцент д-р в ТУ-Варна, 336НУК
инж. Деян Динков, д-р
e-mail: ddinkov2001@yahoo.com

Рецензент: Ст.н.с IIст.д-р Галя Щерева
e-mail: chem@io-bas.bg

ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО НА ПОЛИВНА ДЕЙНОСТ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЛАСТ ДОБРИЧ

RESEARCH AND ANALYSIS OF THE STATE OF IRIGATION ACTIVITIES ON THE TERITORY OF THE REGION DOBRICH

Красимира Загорова, Атанаска Боева

Резюме: Целта на настоящия доклад е да се проследи в динамика състоянието и реализацията на поливно земеделие на територията на област Добрич, както от организирани , така и от неорганизирани водополвзатели. За реализация на целта е анализирана информация, предоставена от „Напоителни системи”ЕАД – гр.Каварна „Напоителни системи”ЕАД – гр. Добрич, а също и информацията от проведено емпирично социологическо изследване в девет сдружения за напояване, функциониращи като самостоятелни доставчици на поливна вода на територията на област Добрич. В заключение са направени обобщаващи изводи и препоръки.
Ключови думи: сдружения за напояване, напоителни системи, поливни площи

Abstract: The purpose of this report is to follows the development of the situation and implementation of irrigation agriculture in the territory of the region of Dobrich, both by organized and unorganized water users. For the realization of the objective is analyzed information provided by the Irrigation Systems Ltd - Kavarna and Irrigation Systems Ltd - Dobrich and information from an empirical survey with nine irrigation associations, operating as independent providers of irrigation water in the territory of the region of Dobrich. In conclusion there are made some summarizing inferences and recommendations.
Key words: irrigational systems; irrigation associations; irrigation areas

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Неустойчивостта на климата и честите засушавания в област Добрич, липсата на повърхностни водоизточници и водоснабдяване основано на използването на дълбоки подпочвени води (средно между 100 и 300 метра дълбочина), затруднява реализацията на поливно земеделие в региона, превръщайки го в скъпоструваща и неефективна дейност. Този факт е известен както на експерти, така и на производители. В потвърждение на това е и предоставената информация от “Напоителни системи” ЕАД в гр. Добрич и Областна дирекция по земеделието и горите, а именно че поливна дейност на територията на областта се реализира предимно от утвърдилите се сдружения за напояване на територията на общините Каварна, Шабла и Балчик. Изключение правят отделни малки напоителни полета в региона.

Мотивация за реализация на поливно земеделие на територията на Добричка област и конкретно на територията на общините Каварна, Шабла и Балчик имат предимно зеленчукопроизводителите, тъй като за тях това производство е традиционен поминък и основен източник на доходи. Именно това е и причината и движещият мотив за обединяването на по-голяма част от тях в сдружения за напояване.

Или на практика се установява, че реално напояване на територията на област Добрич се реализира от земеделски производители – неорганизирани водополвзатели и земеделски производители – водополвзатели, организирани в сдружения за напояване.

II. НАПОЯВАНЕ ОТ ЗЕМЕДЕЛСКИ СТОПАНИ – НЕОРГАНИЗИРАНИ ВОДОПОЛЗВАТЕЛИ В ОБЛАСТ ДОБРИЧ

По информация на “Напоителни системи”ЕАД – Добрич и “Напоителни системи”ЕАД - Каварна, на територията на Добричка община напояване се реализира в землището на с. Одринци, където на 215 дка поливна площ се отглежда “малинова плантация”. Източник на водата за напояване в поливния парцел е язовир “Одринци”.

Напояване в област Добрич се извършва и в землището на село Батово – община Балчик от фирма “Еко-агро” ООД, където се поливат отделни пръснати пар-

цели с некомпактни граници, чиито площи варират от 30 до 50 дка. Отглежданите земеделски култури в района са предимно зеленчуци, а също и овощни градини, напояването на които е обезпечено от водите на река Батова.

На територията на напоително поле "Кног" – община Каварна се прилага капково напояване на площ от 500 дка за отглеждане на овощни насаждения.

По неизвестни причини в отделни райони с плодородни земи, обезпечени с водоизточник за напояване, реална поливна дейност не се реализира. Това се отнася за землището на с. Киселово от Добричка община, в което наличния микроязовир, по официални данни на "Напоителни системи" ЕАД – Добрич, не се използва за поливна дейност, а само за рибовъдство.

По-конкретни данни относно напояваните площи от неорганизираните водополвзватели в област Добрич, използваните от тях водоизточници и начини напояване са посочени в таблица1.

III. НАПОЯВАНЕ ОТ СДРУЖЕНИЯ ЗА НАПОЯВАНЕ – ОРГАНИЗИРАНИ ВОДОПОЛЗВАТЕЛИ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ОБЛАСТ ДОБРИЧ

Въпреки високите разходи за отглеждането на земеделските култури при поливни условия и като цяло неблагоприятни условия за поливна дейност на територията на област Добрич към 2008 година функционират 11 съдебно регистрирани сдружения за напояване, което като относителен дял спрямо общия брой сдружения за напояване в България е 13,8 %. Обхванатата площ от организираните водоползватели /СН/ в областта е 2847,4 ха или 9,2% от обхванатата територия от СН в страната. Средният размер на площта, обхваната от едно СН в област Добрич е 258,9 ха и е приблизително с 33% по-малка от площта, обхваната средно от едно СН в България. Това показва, че при напояване в условия на ограничени водни ресурси – предимно подземни води, достигащи на места и до 1000 метра дълбочина, напояването в област Добрич е капиталоемка дейност, а себестойността на поливната вода е най-високата в страната.

Сравнителни данни относно съдебно регистрираните СН в България и в Добричка област са посочени в таблица 2. В ранния етап на реализиране на организирана поливна дейност, новосформираните сдружения за напояване, основно в община Каварна и община Шабла, съгласно регламента на Закона за сдруженията за напояване (ЗСН), поемат от "Напоителни системи" ЕАД стопанисването на обособени части от хидромелиоративната инфраструктура (ХМИ) на тяхна територия – основно разпределителната канална мрежа и изравнителите, а също и част от поливните дъждовални машини. Помпените станции остават в активите на "Напоителни системи" ЕАД.

Поради критичното състояние на предоставената на сдруженията вътрешно-канална напоителна мрежа и амортизирана поливна техника, съществуващите законови противоречия и възникналите в резултат на това проблеми по процедурата на регистрация и не на последно място недостига на финансови ресурси, част от новосформираните сдружения на водополвзватели се оказват неефективни. Към настоящия етап разформираните бивши СН са със статут на отделни напоителни полета, чиято поливна вода се доставя от съответната регионална структура на държавно дружество "Напоителни системи" ЕАД по цени, определяни за всеки поливен сезон със Заповед на Министъра на Земеделието.

IV. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА РЕАЛИЗАЦИЯТА НА ПОЛИВНА ДЕЙНОСТ ОТ СДРУЖЕНИЯ ЗА НАПОЯВАНЕ В ОБЛАСТ ДОБРИЧ ЗА ПОЛИВЕН СЕЗОН 2002 И 2008 ГОДИНА

Обект на внимание в проведено изследване под формата на пряка индивидуална анкета към м.XI.2008г. са девет сдружения за напояване в Добричка област, придобили статут на самостоятелни доставчици на поливна вода.

Таблица1. Напоителни полета на територията на област Добрич за сезон 2008 година

Напои-телно поле	Селище, община	Водо-източник	Начин на напоява-не	Обезпе-чени поливни площи, дка	Напоява-ни площи, дка	Напоява ни култури
"Оброчи-ще"	с.Батово, общ.Балчик	р.Батова	гравитачно	1 000	парцели от30-50дка; общо500 дка	овощни градини, зеленчу-ци
"Одринци"	с.Одрин-ци, общ.Добрич	яз."Одринци"	капково	600	215	малини
"Македонка 57"	с.Гурково, общ.Балчик	дълбоки сондажни кладенци	помпено-чрез дъждуване	2 000	500	зеленчу-ци
"Кног"	об.Каварна	дълбоки сондажни кладенци	капково	500	500	овощна градина
"Селце81"	с.Селце, об..Каварна	дълбоки сондажни кладенци	помпено-чрез дъждуване	2 265	600	зеленч-ци
„Велково79" и „Велково 72"	с. Селце, об. Каварна	Дълбоки сондажни кладенци	помпено чрез дъждуване	3055	800	Зеленчу-ци

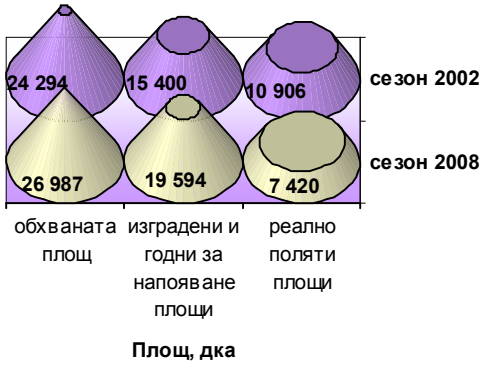
Таблица 2. Съдебно регистрираните СН в България [5] и в област Добрич към 2008 г.

Съдебно регистри-рани СН, брой		% на брой СН в обл. Добрич спрямо общия брой в страната	Площ на регистрация на СН, ха		% на площи на СН в обл.Добрич спрямо обща площ за страната	Средна площ, обхваната от едно СН, ха		% на средна площ на едно СН в обл. Добрич спрямо средната за страната
за стра-ната	за об-ласт Доб-рич		за стра-ната	за област Доб-рич		за стра-ната	за област Доб-рич	
80	**11**	**13,8**	**30911**	**2 847,4**	**9,2**	**386,4**	**258,9**	**67**

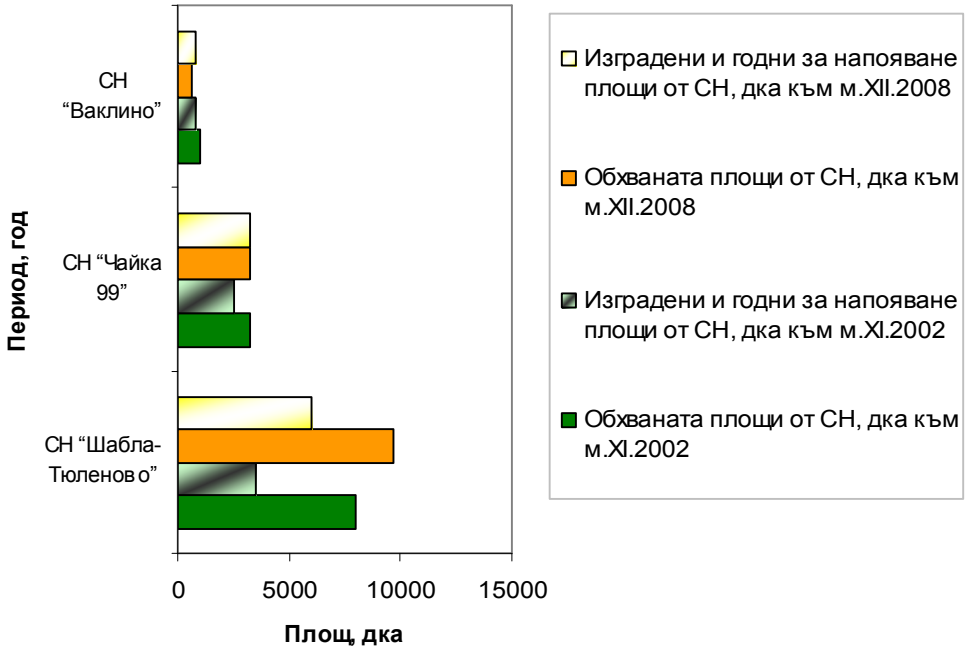
От тях осем сдружения са били обект на предхождащи изследвания – м.XI.2002 година. Местоположението на изследваните СН има следния характер: пет сдружения реализират поливна дейност на територията на община Каварна, три сдружения за напояване функционират на територията на община Шабла и едно сдружение за напояване - на територията на община Балчик. Общият размер на обхванатата площ от СН - обект на настоящето анкетното проучване е 2698,7 ха. Изградените поливни площи, обезпечени с технически годна за експлоатация напоителна инфраструктура са 1959,4 ха или 73% от общата им територия. Съотношението между различните видове поливни площи, стопанисвани от изследваните СН е представено на фигура1. Съотношението между обхванати площи (територия) и изградени и годни за напояване поливни площи от изследваните сдружения за напояване на територията на община Шабла и община Каварна за поливен сезон 2002[1] година и за поливен сезон 2008 година са посочени на фигура2 и фигура3. Очевидно е, че за преобладаващата част от изследваните сдружения за напояване изградените поливни площи и площите, с технически годна хидромелиоративн инфраструктура /ХМИ/ са увеличени.

Нарастването на годните поливни площи, предимно е в резултат на използвано финансиране от страна на изследваните сдружения / виж таблица3/ съгласно Наредба № 2 за финансово подпомагане на СН / 21.01.2002г.,МЗГ и МФ: ДВ бр.11, 2002г./.

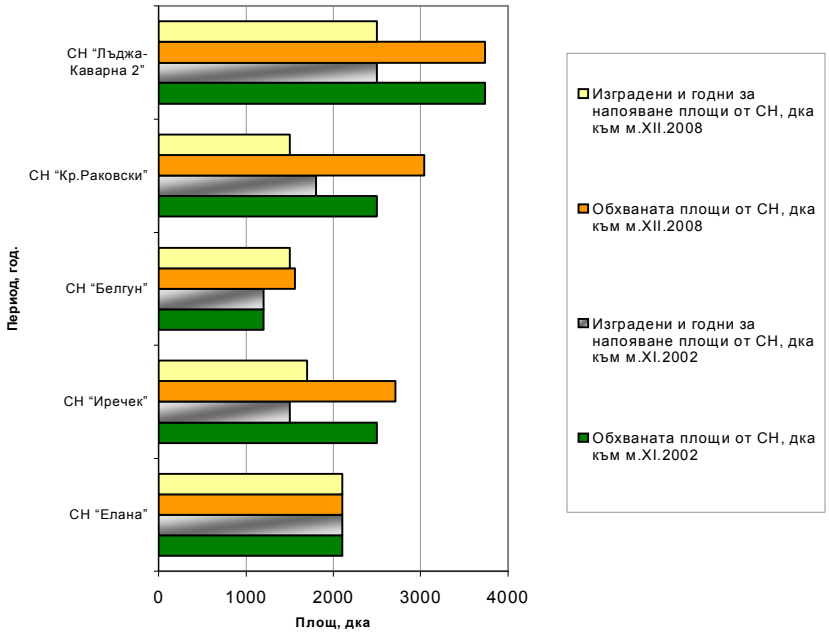
Наредбата регламентира правото на СН за финансово подпомагане от страна на държавата при проектиране, основен ремонт и реконструкция на ХМИ, върху която са придобили право на безвъзмездно ползване. Предоставените средства на сдруженията за напояване, съгласно Наредбата са в размер на 80% от стойността на инвестиционните разходи за съответния обект, като разликата се допълва със собствени средства[4]. Или на практика финансиране от държавния бюджет са получили осем сдружения за напояване, включени в изследователската извадка на настоящето изследване, утвърдили се през годините като укрепнали организации на водоползватели, които въпреки съпътстващите ги проблеми от технически, финансов и организационен характер, ръководени от икономическата си мотивация са доказали своята жизнеспособност. В резултат на усвоеното финансиране, СН - обект на проведеното изследване са разширили поливните си площи – обезпечени и годни за напояване, а също и обхванатата от тях територия.



Фиг.1.Обхванати, изградени и напоявани площи от СН в област Добрич



Фиг.2.Съотношение на обхванати и годни поливни площи в община Шабла за 2002 г.и 2008



Фиг.3.Съотношение на обхванати площи и годни за напояване площи от СН на територията на община Каварна, съответно за 2002 и 2008 година

Съобразно разположението на водните ресурси на територията на област Добрич, използвани водоизточници за напояване в община Каварна са плитки и дълбоки сондажни кладенци. Този факт предопределя и начина на подаване на поливната вода в района – помпено, с преобладаващо напояване чрез дъждуване.

Отчитайки високите разходи за електрическа енергия, свързани с експлоатацията и поддръжката на помпените агрегати, повишаващи себестойността както на поливната вода, така и на произвежданата земеделска продукция, превръщайки я в неконкурентноспособна, все по-голяма част от производителите в *изследваните сдружения за напояване на територията на община Каварна се пренасочват към прилагане на капково напояване.* Този вид технология за напояване позволява максимална икономия и контрол при консумацията и разпределянето на поливната вода.

Основни водоизточници за напояване в община Шабла са дренажни канали, подхранващи се от високи подпочвени води и в по-малка степен от плитки сондажни кладенци с дълбочина от 30 до 50 метра. *Сдруженията за напояване на територията на община Шабла прилагат традиционно гравитачен начин на напояване.*

За поливен сезон 2008 година на територията на изследваните сдружения за напояване реално се напояват 45% от изградените площи с година за експлоатация хидромелиоративна инфраструктура (ХМИ).

Основна причина да се напояват частично изградените поливни площи, както за 2002 година, така и за 2008 година са високите цени на електроенергията, респективно на разходите за поливната вода, оскъпяваща производството. Друга основна причина според респондентите е, че стопанисването на напоителната система изисква организирането на много водополъзватели, а това е трудно осъществимо.

Основателна причина е и липсата на заинтересованост от страна на арендаторите - членове на СН да инвестират в напоителна инфраструктура и да напояват обработваната от тях земя.

Таблица3.Финансово подпомагане на СН в област Добрич по Наредба №2 за 2006 год.[3]

Сдружение за напояване	Основен ремонт на обект	Размер на инвести-цията, лв	Финан-сиране от МЗ, лв	Соб-ствени средства, лв
СН "Елана"	Помпена станция "Вранино"	23 702	18 962	4 740
СН "Белгун"	Изравнител №1 на нап.система "Белгун"	66 924	53 539	13 385
СН "Ваклино"	Помпена станция "Ваклино"	27 993	22 394	5 599
СН "Чайка 99"	Помпена станция "Езерец 1", напорен тръбопровод II-ри етап	213 408	170 726	42 682
СН"Шабла-Тюленово"	Помпена станция "Шабла 1" Помпена станция "Тюленово 1" Помпена станция "Тюленово 2"	66 924	53 539	13 385
СН"Лъджа-Каварна 2"	"Тръбопровод ГТ-1" "Тръбопровод РТ-4"	278 950	223 160	55 790
СН "Кр.Раковски"	"Тръбопровод РТ-2" "Тръбопровод РТ-2-"	196 064	156 851	39 213
СН "Иречек"	Помпена станция "Иречек 56"	19 568	15 654	3 914

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направения обстоен анализ относно състоянието и реализацията на поливно земеделие на територията на област Добрич се налагат следните основни изводи:

1.С изключение на типичните зеленчукопроизводителни райони край общините Шабла и Каварна и от части край община Балчик, може да се обобщи, че на територията на област Добрич реализацията на поливно земеделие е ограничена. Основна причина за това е, че водоснабдяването в региона се основава на използването на дълбоки подземни води /между 100 и 300 метра дълбочина/, което е свързано с големи разходи за сондажи, електроенергия, и поддръжка на помпени станции.

2.Към настоящия момент финансирането на проекти за изграждането на нови напоителни системи не е приоритет, както на Българската държава, така и на Европейския съюз. Финансови средства за проектиране реконструкция и основен ремонт на хидромелиоративни съоръжения, стопанисвани от организираните водоползватели /СН/ се предоставят от Министерството на земеделието по силата на цитираната Наредба № 2 за финансово подпомагане на сдруженията за напояване.

3.Обединяването на земеделските производители в т.ч. и на земеделските производители – водополвзатели е обективен процес, съпроводен с уедряване на площите на отглежданите култури в т.ч. и на поливните площи, допринасящо за повишаване на ефективността на земеделското производство.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]Загорова, Кр., Изследване състоянието и перспективата на поливно земеделие в Добричка област, „Научни съобщения на учени от Добруджа", СУБ – Добрич, 2003г., том5, стр. 82-90;

[2] Закон за сдруженията за напояване – 04.2001г., ДВ, бр.34,2001г.;

[3] Заповед на министъра на земеделието и горите за одобряване на финансовото подпомагане на сдруженията за напояване, съгласно Наредба №2/01.2006г.;

[4]Наредба №2 за финансово подпомагане на сдруженията за напояване при проектиране, основен ремонт и реконструкция на напоителните системи на тяхна територия -21.01.2002г., ДВ, бр.11,2002г.;

[5]Съдебно регистрирани сдружения за напояване в България – интернет бюлетин на Изпълнителната агенция по хидромелиорации /ИАХ/, 2008г.

За контакти: инж. Красимира Загорова, гл.ас. в ДТК – Добрич в структурата на ТУ – Варна
e-mail: kzagorova@mail,bg

Благодарности: Публикацията е финансирана по научен проект №47 за 2009г., целево от държавния бюджет към ДТК-Добрич, ТУ-Варна.

Рецензент: доц. д-р инж. Йордан Николов

ОПТИМИЗИРАНЕ НА ТРАНСПОРТНАТА СХЕМА ПРИ ПРЕРАБОТВАНЕ БИТОВИ И БИОРАЗГРАДИМИ ОТПАДЪЦИ В БИОГАЗ И КОМПОСТИРАНЕ

OPTIMIZATION OF TRANSPORT SCHEMES IN TREATING DOMESTIC AND BIODEGRADABLE WASTE INTO BIOGAS AND COMPOSTING

Христо Крачунов, Антон Антонов

Резюме: В разработката въз основа на общата постановка на двуетапната транспортна задача е направено приложение за оптимизиране на транспортната схема при преработване на биоразградими отпадъци в биогаз и компост. Направен е числен експеримент за конкретна биогаз инсталация и за конкретни малки и средни общини. Получени са резултати, които показват правилността на този подход.
Ключови думи: Оптимизация, транспортна задача, биогаз, компост

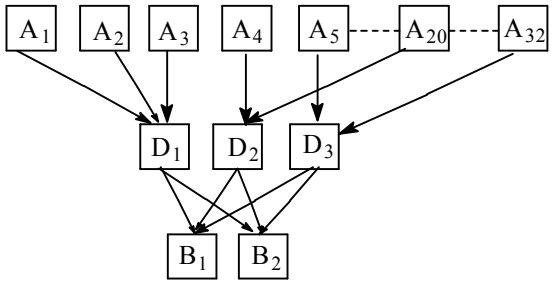
Abstract: Based on the general formulation of the two-stage transport task, this paper suggests application for optimization of the transport scheme in treating biodegradable waste into biogas and composting. A numerical experiment has been made for a specific biogas facility and for particular small and medium-sized municipalities. The results obtained show we have chosen the right approach.
Keywords: optimization, transport task, biogas, composting

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Съществуват много системи за извършване на различни операции и дейности, при които се извършва транспортиране на даден продукт на няколко етапа [1,2,4,6,7]. На първия етап продуктът се превозва от дадени изходни пунктове, в които се намират определени количества от него, до дадена първа група междинни пунктове, всеки от които може да получи определено количество продукт. На втория етап той се превозва до втора група междинни пунктове в определени количества и т. н. На последния етап продуктът се превозва от дадена предпоследна група междинни пунктове до крайните пунктове, в които трябва да се достави този продукт в определени количества. Известни са транспортните разходи за единица продукция от всеки изходен пункт до всеки междинен пункт от първата група, от всеки междинен пункт от първата група до всеки междинен пункт от втората група и т. н., до транспортни те разходи за единица продукция от всеки междинен пункт от предпоследната група до всеки краен пункт. Търси се оптимален план на превозите, по които сумарните транспортни разходи да са минимални.

II. ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА

За оптимизиране на транспортната схема при преработване битови и биоразградими отпадъци в биогаз и компостиране, са разгледани два етапа за транспортиране [4] .



Фиг. 1 Двуетапна транспортна схема

Източници на биоразградими и битови отпадъци A_1, $A_2,\ldots,A_{32}$ генерират различни отпадъци, в количества съответно a_1, $a_2,\ldots,a_{32}$ единици. Дадени са претоварните станции D_1, D_2, D_3, в които може да се съхраняват тези отпадъци, като всеки склад може да приеме съответно d_1, d_2, d_3 единици. От източниците на отпадъци продуктът се превозва до претоварните станции, а

оттам до площадките за производство на биогаз и компост B_1, B_2, възможностите на които са съответно b_1, b_2 единици.

Известни са транспортните разходи за единица продукт c_{ik}^1 от всеки източник на отпадъци до всеки склад, както и транспортните разходи c_{kj}^2 от всеки склад до всеки междинен или краен пункт. Предполага се съществуването на баланс между количествата генерирани отпадъци, производствените възможности на станциите за биогаз и компостиране (1)

$$\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j \qquad (1)$$

Задачата има смисъл, когато общият капацитет на складовете на междинните пунктове е не по-малък от общото количество на генерираните отпадъци, подлежащи на транспортиране:

$$\sum_{k=1}^{p} d_k \geq \sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j \qquad (2)$$

Означени са с x_{ik}^1 и x_{kj}^2 неизвестните обеми на превозите съответно от всеки източник на отпадъци до всеки склад и от всеки склад до крайните пунктове. Търсят се такива обеми на превозите, че общата сума на транспортните разходи да бъде минимална.

III. РАЗРАБОТВАНЕ НА МАТЕМАТИЧЕН МОДЕЛ

Математическият модел на двуетапната транспортна задача е следният.

Да се намери минимумът на функцията (3)

$$Z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{p} c_{ik}^1 x_{ik}^1 + \sum_{k=11}^{p}\sum_{j=1}^{n} x_{kj}^2 c_{kj}^2 \qquad (3)$$

при условия:

$$\begin{aligned}
&\sum_{k=1}^{p} x_{ik}^1 = a_i; i = 1,2,3....m \\
&\sum_{i=1}^{m} x_{ik}^1 \leq d_k; k = 1,2,3....p \\
&\sum_{i=1}^{n} x_{kj}^2 \leq d_k; k = 1,2,3....p \\
&\sum_{k=1}^{p} x_{kj}^2 = b_j; j = 1,2,3...n \\
&x_{ik}^1 \geq 0; x_{kj}^2 \geq 0 \\
&\sum_{k=1}^{p} d_k \geq \sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j
\end{aligned} \qquad (4)$$

За да се реши двуетапната транспортна задача, на нея се съпоставя една обикновена транспортна задача, в която складовете се разглеждат като приемателни пунктове за първия етап и изходни пунктове за втория етап. Тази обикновена транспортна задача (наречена *M*- задача) има *m+p* източници на отпадъци $A_1, A_2, \ldots, A_m, D_1, D_2, \ldots, D_p$ и *p* + *n* претоварни станции $D_1, D_2, \ldots, D_p, B_1, B_2 \ldots, B_n$. Между транспортните разходи за единица отпадък c_{ij} в *M*-задачата и транспортните разходи в двуетапната задача съществува следната връзка:

$$c_{ij} = c_{ik}^1, за\ \mathrm{i} = 1,2..\mathrm{m}, \mathrm{j} = 1,2..\mathrm{p}, \mathrm{k} = 1,2..\mathrm{p};$$

$$c_{ij} = c_{kj}^2, за\ \mathrm{i} = \mathrm{m}+1, \mathrm{m}+2,...\mathrm{m}+\mathrm{p}, \mathrm{j} = \mathrm{p}+1, \mathrm{p}+2...\mathrm{p}+\mathrm{n}, \mathrm{k} = 1,2..\mathrm{p}.$$

Директни превози от A_i до B_j са невъзможни. За да не се допускат такива превози, за тях се въвеждат фиктивни транспортни разходи *M,* където *M* е достатъчно голямо положително число (по-голямо от цените на останалите превози). Въвеждането на *M* има същия смисъл, както при симплекс-метода с използване на изкуствен базис. **Ако решаването на задачата се започне с план, в който има директни превози, те ще се елиминират в процеса на решаването. Ако евентуално това не може да бъде постигнато, двуетапната транспортна задача няма решение.**

Фиктивни транспортни разходи се въвеждат още и за да не се допуснат

превози между два различни склада, разглеждайки единия от тях като отправен, а другия — като приемателен пункт. Ако една претоварна станция се разглежда едновременно като отправен и приемателен пункт, то съответните транспортни разходи се приемат за нула. Ако в оптималния план съответната клетка остане запълнена, това означава, че капацитетът на разглежданата претоварна станция не се използва напълно — стойността на променливата, съответстваща на тази клетка, показва неизползвания капацитет на претоварна станция.

4.ПОДГОТОВКА НА ВХОДНИТЕ ДАННИ

От начина на построяване на *M* - задачата е ясно, че транспортните разходи c_{ij} могат да се нанесат в таблица от следния вид (табл. 1). С помощта на тази таблица се извършва решаването на задачата. Решаването на *M* - задачата се извършва по познатите методи за решаване на транспортната задача [2,3,5,6] .

Решаването на една двуетапна транспортна задача с *m* отправни, *p* междинни и *n* приемателни пункта се свежда до решаването на една обикновена транспортна задача с размери $(m+p)\times(p+n)$.

Нейното оптимално решение определя оптималното решение на двуетапната задача.

Табл. 1. Общ вид на входните данни.

	ПП	D1		D2		D3		B1	B2	a_i
ОП		**1**		**2**		**3**		**3+1**	**3+2**	
A1	1	X_{11}	C_{11}^1	0	0	0	0	M	M	a_1
A2	2	X_{21}	C_{21}^1	0	0	0	0	M	M	a_2
A3	3	X_{31}	C_{31}^1	0	0	0	0	M	M	a_3
A4	4	X_{41}	C_{41}^1	0	0	0	0	M	M	a_4
A5	5	X_{51}	C_{51}^1	0	0	0	0	M	M	a_5
A6	6	X_{61}	C_{61}^1	0	0	0	0	M	M	a_6
A7	7	X_{71}	C_{71}^1	0	0	0	0	M	M	a_7
A8	8	X_{81}	C_{81}^1	0	0	0	0	M	M	a_8
A9	9	X_{91}	C_{91}^1	0	0	0	0	M	M	a_9
A10	10	X_{101}	C_{101}^1	0	0	0	0	M	M	a_{10}
A11	11	X_{111}	C_{111}^1	0	0	0	0	M	M	a_{11}
A12	12	X_{121}	C_{121}^1	0	0	0	0	M	M	a_{12}
A13	13	0	0	X_{213}	C_{213}^1	0	0	M	M	a_{13}
A14	14	0	0	X_{214}	C_{214}^1	0	0	M	M	a_{14}
A15	15	0	0	X_{215}	C_{215}^1	0	0	M	M	a_{15}
A16	16	0	0	X_{216}	C_{216}^1	0	0	M	M	a_{16}
A17	17	0	0	X_{217}	C_{217}^1	0	0	M	M	a_{17}
A18	18	0	0	X_{218}	C_{218}^1	0	0	M	M	a_{18}
A19	19	0	0	X_{219}	C_{219}^1	0	0	M	M	a_{19}
A20	20	0	0	X_{220}	C_{22}^1	0	0	M	M	a_{20}
A21	21	0	0	X_{221}	C_{221}^1	0	0	M	M	a_{21}
A22	22	0	0	X_{222}	C_{222}^1	0	0	M	M	a_{22}
A23	23	0	0	X_{223}	C_{223}^1	0	0	M	M	a_{23}
A24	24	0	0	X_{224}	C_{224}^1	0	0	M	M	a_{24}
A25	25	0	0	X_{225}	C_{225}^1	0	0	M	M	a_{25}
A26	26	0	0	X_{226}	C_{226}^1	0	0	M	M	a_{26}
A27	27	0	0	X_{227}	C_{227}^1	0	0	M	M	a_{27}
A28	28	0	0	0	0	X_{328}	C_{328}^1	M	M	a_{28}
A29	29	0	0	0	0	X_{329}	C_{329}^1	M	M	a_{29}
A30	30	0	0	0	0	X_{330}	C_{330}^1	M	M	a_{30}
A31	31	0	0	0	0	X_{331}	C_{331}^1	M	M	a_{31}
A32	32	0	0	0	0	X_{332}	C_{332}^1	M	M	a_{32}
D1	32+1	0		M		0		C_{11}^2	C_{12}^2	d_1
D2	32+2	M		0		M		C_{21}^2	C_{22}^2	d_2
D3	32+3	0		M		0		C_{31}^2	C_{32}^2	d_3
bj		d_1		d_2		d_3		b_1	b_2	Σ

Табл. 2. Количество отпадъци в Община Попово

	Начална точка	Количество натрупани отпадъци за 1 месец в тона
A1	Цар Асен	14,00
A2	Осиково	11,20
A3	Водица	15,20
A4	Посабина	10,50
A5	Славяново	60,00
A6	Горица	12,30
A7	Бракница	10,50
A8	Манастирица	20,00
A9	Баба Тонка	17,00
A10	Берковски	20,00
A11	Долец	10,00
A12	Иванча	10,00

Табл. 3. Количество отпадъци в Община Лозница

	Начална точка	Количество натрупани отпадъци за 1 месец в тона
A13	Лозница	14,73
A14	Бели Лом	31,11
A15	Веселина	27,67
A16	Гороцвет	21,59
A17	Градина	14,59
A18	Каменар	23,34
A19	Крояч	21,02
A20	Ловско	17,97
A21	Манастирско	10,84
A22	Манастирци	19,97
A23	Сейдол	10,18
A24	Синя вода	11,58
A25	Студенец	19,18
A26	Трапище	13,03
A27	Чудомир	10,35

Табл. 4. Количество отпадъци в Община Опака

	Начална точка	Количество натрупани отпадъци за 1 месец в тона
A28	Люблен	16,17
A29	Гърчиново	13,85
A30	Горско Абланово	12,96
A31	Голямо Градище	14,14
A32	Крепча	11,24

Табл. 5. Разстояние до крайна точка център за производство на биогаз – B1

		БГС	км
ПС 1	Медовина	Светлен	11,57
ПС 2	Тръбач	Светлен	25,44
ПС 3	Опака	Светлен	20,60

Табл. 6. Разстояние до крайния център за производство на компост - B2

		КЦ	км
ПС 1	Медовина	Дриново	17,31
ПС 2	Тръбач	Дриново	17,82
ПС 3	Опака	Дриново	25,12

V. ПОЛУЧЕНИ РЕЗУЛТАТИ ПРИ РЕШАВАНЕ НА ТРАНСПОРТНАТА ЗАДАЧА

Решаването на двуетапната транспортна задача може да се раздели на два етапа тъй като се стига до частни случаи, поради малката размерност на задачата и фиксирането на определени данни.

На първия етап се решава задачата за превозване на отпадъци от всеки начален A1……A32 пункт до всеки от възможните претоварни станции D1, D2, D3, при зададени количества отпадъци в началните пунктове a_i и стойност на транспортирането на 1 тон отпадъци до всеки от възможните претоварните станции C_{ik}. В този случай се решават 32 задачи от типа (5)

$$Z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{p} c_{ik}^{1} x_{ik}^{1} \qquad (5)$$

при ограничения

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ik}^{1} = a_i$$

$$x^{1}_{ik} \geq 0 \qquad (6)$$

за i = 1 ÷ 32 k = 1 ÷ 3

$$\sum_{k=1}^{p} d_k \geq \sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$$

Получените резултати са показани в табл. 7 в колонките за $x_{ik.}$

При тези входни данни решаването на задачата от втори етап не е нужно, тъй като решението е еднозначно определено от решението на първия етап.

Табл. 7. Входни данни и получени резултати

		D1		D2		D3		B1	B2	a_i
		1		2		3		3+1	3+2	
A1	1	**14,00**	54,40	0,00	70,00	0,00	65,00	M	M	a_1
A2	2	**11,20**	50,76	0,00	90,00	0,00	65,00	M	M	a_2
A3	3	**15,20**	37,06	0,00	40,00	0,00	70,00	M	M	a_3
A4	4	**10,50**	9,98	0,00	20,00	0,00	15,00	M	M	a_4
A5	5	**60,00**	8,84	0,00	15,00	0,00	23,00	M	M	a_5
A6	6	**12,30**	22,22	0,00	30,00	0,00	40,00	M	M	a_6
A7	7	**10,50**	27,20	0,00	45,00	0,00	58,00	M	M	a_7
A8	8	**20,00**	32,00	0,00	70,00	0,00	65,00	M	M	a_8
A9	9	**17,00**	20,14	0,00	40,00	0,00	50,00	M	M	a_9
A10	10	**20,00**	23,28	0,00	50,00	0,00	60,00	M	M	a_{10}
A11	11	**10,00**	27,10	0,00	35,00	0,00	70,00	M	M	a_{11}
A12	12	**10,00**	28,34	0,00	55,00	0,00	39,00	M	M	a_{12}
A13	13	0,00	45,00	**14,73**	29,46	0,00	40,00	M	M	a_{13}
A14	14	0,00	85,00	**31,11**	62,22	0,00	80,00	M	M	a_{14}
A15	15	0,00	79,00	**27,67**	55,34	0,00	70,00	M	M	a_{15}
A16	16	0,00	64,00	**21,59**	43,18	0,00	56,00	M	M	a_{16}
A17	17	0,00	40,00	**14,59**	29,18	0,00	39,00	M	M	a_{17}
A18	18	0,00	70,00	**23,34**	46,68	0,00	53,00	M	M	a_{18}
A19	19	0,00	78,00	**21,02**	42,04	0,00	67,00	M	M	a_{19}
A20	20	0,00	55,00	**17,97**	35,94	0,00	60,00	M	M	a_{20}
A21	21	0,00	30,00	**10,84**	17,68	0,00	30,00	M	M	a_{21}
A22	22	0,00	45,00	**19,97**	39,94	0,00	50,00	M	M	a_{22}
A23	23	0,00	15,00	**10,18**	6,36	0,00	20,00	M	M	a_{23}
A24	24	0,00	34,00	**11,58**	19,16	0,00	35,00	M	M	a_{24}
A25	25	0,00	45,00	**19,18**	38,36	0,00	68,00	M	M	a_{25}
A26	26	0,00	25,00	**13,03**	12,06	0,00	30,00	M	M	a_{26}
A27	27	0,00	13,00	**10,35**	4,70	0,00	20,00	M	M	a_{27}
A28	28	0,00	50,00	0,00	45,00	**16,17**	32,34	M	M	a_{28}
A29	29	0,00	30,00	0,00	25,00	**13,85**	19,70	M	M	a_{29}
A30	30	0,00	40,00	0,00	35,00	**12,96**	25,92	M	M	a_{30}
A31	31	0,00	50,00	0,00	31,00	**14,14**	28,28	M	M	a_{31}
A32	32	0,00	20,00	0,00	18,00	**11,24**	12,48	M	M	a_{32}
D1	32+1	0		M		0		34,62	23,14	d_1
D2	32+2	M		0		M		35,64	50,88	d_2
D3	32+3	0		M		0		50,24	41,2	d_3
bj		d_1		d_2		d_3		b_1	b_2	

VI. ИЗВОДИ

1. Решаването на транспортната задача при оптимизиране на товарните потоци за превоз на биоразградими отпадъци е важно, защото делът на транспортните разходи в общите текущи разходи е много голям (60 – 70%) и всяка икономия има дълготраен ефект.

2. Възможно е да се реши още една транспортна задача, при която се търси оптималното разположение на

претоварните станции при фиксирани количества отпадъци към всяка от тях.

3. Решаването на настоящата задача ще облекчи значително проектирането на биогаз-инсталацията и площадките за компостиране във фазата на идейния проект. Същевременно ще бъде основа за организация, управление на процесите и съоръженията по целия транспортен и работен цикъл.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Караколева Ст., *Изследване на операциите*, Част 1, РУ „Ангел Кънчев”, 2002.
[2] Павлов В., *Математически методи в икономиката*, РУ „Ангел Кънчев”, 2006.
[3] Тончев Й., *Matlab 7, Част 3*, Техника, 2009.
[4] Дойчинов Б., *Количествени методи в логистиката,* Лекции, 1999 г.
[5] Документация *Matlab Optimization Toolbox*: www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/optim/
[6] Образовательный математический сайт http://matlab.exponenta.ru/optimiz/index.php
[7]http://zamunda.pomagalo.com/download/331216/?search=1927493

За контакти:

инж. Христо Крачунов доцент д-р. в Катедра „Екология и опазване на околната среда” при ФМНЕ на ТУ – Варна, ул. „Студентска” № 1
e-mail: tipa_expert@abv.bg
инж. Антон Антонов докторант в Катедра „Екология и опазване на околната среда” при ФМНЕ на ТУ – Варна, ул. „Студентска” № 1
e-mail: anton_a@abv.bg .

Рецензент:

доц. д-р. инж. Николай Минчев

ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАНОЙ ПРОДУКЦИИ

OPPORTUNITIES OF ECOLOGICAL RISK EVALUATION BY GENETIC MODIFIED PRODUCTS USING

Петр Скрипчук, Христо Крачунов

Резюме В настоящата разработка е показано състоянието и проблемите при оценяване на екологичния риск при използване на генетически модифицирана продукция. Представени са принципите и особеностите при оценките на екологичния риска. Изложени са методичните основи за оценяване на екологичния риска. Направени са изводи и заключения.
Ключови думи: екологичен риск, генетически модифицирана продукция, оценяване

Abstract. In this research are presented the status and problems of the ecological risk evaluation by genetic modified products using. The principle and special features of ecological risk evaluation are presented. The methodic foundations of ecological risk evaluation are explained. Some conclusions are drawn.
Key words: ecological risk, genetic modified products, evaluation.

I. ВВЕДЕНИЕ

В ситуации влияния сельского хозяйства на окружающую среду, включая вторичное влияние на здоровье человека, следует непременно начать обсуждение вопроса о потенциально возможном экологическом влиянии новых технологий производства продуктов питания, признавая при этом, что нынешние тенденции в традиционном сельском хозяйстве, скорее всего, найдут отражение в целях современного производства пищевых продуктов. За последнее десятилетие производство гетететически модифицированой (GM) продукции сельскохозяйственных культур значительно выросло, и хотя основная часть этого производства сконцентрирована в относительно небольшом числе стран, по оценкам, в конце 2004 года на GM сельскохозяйственные культуры приходилось почти 4% общей площади всех пахотных земель мира [1, 2, 3].

Вслед за внедрением технологий выведения новых гибридных форм сельскохозяйственных культур появились новые технологии в сфере производства продуктов питания, включая разработку методов повышения генетической изменчивости путем использования нескольких методов мутагенеза, например, химического мутагенеза или облучения, а также разных способов искусственного выращивания живых тканей. Последующие разработки привели к появлению самых передовых на сегодня методов современной биотехнологии - создание организма путем генетической модификации, что заключается в интродукции нового или рекомбінантного генетического материала с помощью методов трансформации. Полученные организмы стали, как правило, называть генетически модифицированными организмами, или GM-организмами. Генетическая инженерия - это относительно новая технология, которая заключается в манипулировании генами в процессе превращения генов одной разновидности в гены другой разновидности, которая не имеет родственных уз с предыдущим. Например, ген может быть перенесен от животного к растению. С потомством этого вновь созданного генетически модифицированного организма состоятся генетические изменения. Генетическая инженерия - это технология, которая разрабатывается и продается в интересах корпораций. Натепер она используется в

промышленном сельском хозяйстве, например, зерновые культуры обычно выращиваются стойкими к гербицидам и вредителям. Продукты питания, которые производятся этими технологиями обычно называются генетически модифицированными или GM продуктами. Одной из причин развития генетической инженерии в сельском хозяйстве является потеря до 22% площадей плодородных земель между 1975 и 2000 - мы годами по данным Агентства международного развития США (потерянные земли составили 600 000 км2, что равняется территории Аляски). Рост населения создает демографическое давление на сельское хозяйство, что побуждает к освоению менее плодородных земель и нуждается в одновременном увеличении урожайности. Увеличение сельскохозяйственной продукции возможно с помощью выращивания культур, которые способны давать большую урожайность, быть стойкими к заболеваниям и вредителям то есть генетически модифицированных. За последнее десятилети

II. СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Противоречие оценок и недостаточность обгрунтування разными научными, коммерческими, потребительскими и общественными организациями выгод, рисков и ограничений GM-продуктов вызывали полемику на международном уровнях о безопасности использования генетически модифицированных организмов как пищевых продуктов и безопасность их высвобождения в окружающую среду. В настоящее время лишь несколько продовольственных культур разрешено потреблять в еду и реализовывать на международных рынках продуктов питания и кормов. В их число входят стойка к гербицидам и вредителям кукуруза (Bt кукуруза), стойкие к гербицидам соя, масляный рапс и стойкий к гербицидам и вредителям хлопчатник (который является в основном волокнистой прядильной культурой, хотя рафинированное хлопковое масло используется в еду). Значительная часть этих признаков непосредственно связана с вопросом здоровья людей, и как наиболее известный пример можно привести создание "золотого риса", богатого бета-каротином (предшественник витамина А). Другие примеры признаков, связанных с вопросами здоровья, охватывают устранение аллергенов, изменение состава жирных кислот и повышения содержания антиоксидантов. Во время анализа риска и следствий применения технологии производства пищевых продуктов с использованием современных методов биотехнологии необходимо учитывать все разработки в этой отрасли, анализы и знания современной биологии, имея в виду отсутствие во многих случаях четко унифицированного определения современной биотехнологии.

Экологические риски производства пищевых продуктов с применением GM-технологий включают: принципы оценки экологического риска; потенциальное не предполагаемое действие GM-организмов на нецелевые организмы, экосистемы и биоразнообразие; ауткроссинг; риски от использования GM-животных или GM-микроорганизмов; региональную специфику проведения оценок безопасности, мониторинг здоровья человека и безопасности окружающей среды.

III. ПРИНЦИПЫ И ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ РИСКА

Принципы оценки экологического риска. Элементы национального законодательства многих стран, которые касаются принципов оценки экологического риска GM-пищевых организмов, охватывают вопросы, которые касаются биологических и молекулярных характеристик генетической вставки, характера и экологических условий незаселенного реципиента организма, значения новых признаков GM-организмов

для окружающей среды и информации о географических и экологических характеристиках среды, к которой будет происходить интродукция. Оценка риска нацелена главным образом на выявление потенциального влияния интродукции на стабильность и разнообразие экосистем, с учетом предполагаемой инвазии, вертикальный или горизонтальный поток генов, а также на выявление других экологических следствий, влияния интродукции на биоразнообразие и следствий присутствия GM-материала в других продуктах. В наше время Картахенский протокол о биобезопасности к Конвенции о биологическом разнообразии является единственным международным регулятивным документом, который регулирует потенциальное неблагоприятное влияние генетически измененных организмов на окружающую.

Потенциальное непредвиденное действие GM-организмов на нецелевые организмы, экосистемы и биоразнообразие. К потенциальным рискам для окружающей среды относится непредвиденное влияние на нецелевые организмы, экосистемы и биоразнообразие. Стойкие к вредителям GM-культуры были получены в результате экспрессии разных инсектицидных токсинов почвенной бактерии Bacillus thuringiensis (Bt). В ходе проведения оценки экологического риска целого ряда GM-культур, стойких к вредителям насекомых, определялось влияние этих культур на полезные насекомые или на более быструю интродукцию резистентных насекомых.

Ауткроссинг. Ауткроссинг трансгенов происходит на полях, где осуществляется выращивание GM-растений, например, масляный рапс, кукуруза и заключается в высвобожденнии ряда культур в окружающую среду. Проявления следствий ауткроссинга можно ожидать в периоды синхронного цветения в районах распространения GM-культуры и ее диких родственников или близкого расположения полей с GM-растениями и обычных растений. Ауткроссинг может приводить к передаче нежелательных генов, таких как гены резистентности к нецелевым культурам или сорнякам, создавая новые проблемы в борьбе с сорняками.

Риски от использования GM-животных. Одной из угроз для окружающей среды является возможность попадания генетически модифицированных рыб и других животных, их размножения в естественных условиях и проникновения рекомбинантных генов к диким популяциям. *Риски от использования микроорганизмов СМ*. Передача генов между бактериями, которые принадлежат к разным видам, родам и даже семействам, происходит в почве и в других естественных системах. Такая передача генов может быть от GM-микроорганизмов к другим микроорганизмам, например, генов резистентности к антибиотикам.

Региональная специфика проведения оценок безопасности. Противоречие результатов оценок, которые касаются выгод или недостатков одной и той же GM-культуры, может свидетельствовать о наличии разных агроэкологических условий в разных регионах. Например, использование стойких к гербицидам сортов сельскохозяйственных культур и последующее применение гербицидов.

Мониторинг здоровья человека и безопасности окружающей среды. В будущем конкретные GM-организмы могут быть утверждены для широкомасштабного производства, тогда как при этом не всегда, очевидно, будет учитываться возможность их попадания в продукты, предназначенные для людей. Как пример можно привести растения или животные, которые используются для изготовления лекарств. В таких случаях важно будет выучить вопрос о том, следует ли применять мониторинг их продаже для выявления неожиданного распространения в окружающей среде

GM-животных или животных и их трансгенов, если они будут являть собой угрозу безопасности пищевых продуктов.

Привнесенные гены и их продукты. Присутствие в пищевых продуктах нового генетического материала само по себе не представляет новой, ранее не известной опасности, поскольку все гены состоят из одних и тех же структурных элементов. Генетическая модификация может изменить порядок этих структурных элементов, но их химическую структуру оставляет без изменений.

Неумышленное влияние („плейотроия"). Любой метод, который используется для управления конкретным изменением в организации генетического материала организма, может привести к другим, незапланированным изменениям. Много введенных генов кодируют ферменты, которые выступают катализаторами биохимических реакций с целью увеличения количества определенного продукта той или другой реакции. Однако, если во время этого будет измененное прохождение путей обмена, это также может вызывать неожиданное увеличение или уменьшение количества других продуктов реакций. Это явление, названное „плейотропия", представляет интерес в тех случаях, когда оно может повлиять на безопасность или пищевую ценность продукта питания.

IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ РИСКА

Насколько безопасный пищевой продукт, полученный из генетически модифицированного организма, для того, что привносит его в пищевую цепь определяется на основании сравнения этого продукта с наиболее похожим с ним продуктом, безопасность использования которого доказана временем. Такой подход на основе здравого смысла и необходимой осведомленности является концепцией „композиционной эквивалентности". Сравнительный метод „композиционной эквивалентности" выделяет три категории пищевых продуктов, полученных методами генетической модификации, за которыми определяется необходимая оценка безопасности:

- новый вид пищевого продукта есть композиционно эквивалентным уже имеющимся пищевым продуктам. Продукты, композиционно эквивалентные существующему аналогу, считаются „такими же безопасными, как и аналог, и не требуют никакой дополнительной оценки безопасности";
- новый вид пищевого продукта является композиционно эквивалентным аналогу, что традиционно употребляется, за исключением четко определенных отличий;
- новый вид пищевого продукта не может быть признан композиционно эквивалентным из-за того, что невозможно определить отличия, или потому, что отсутствующий соответствующий аналог для сравнения. Большинство пищевых продуктов, полученных с использованием GM-микроорганизмов, относятся к первой или второй категориям.

Еще одним способом анализа рисков в отношении до всех видов пищевых продуктов есть детальная характеристика опасностей которая базируется на качественном подходе [4, 5]. Согласно с этим подходом для каждого компонента пищевого продукта и формы реализации определяется характеристика риска. Различают шесть групп рисков за характеристикой продукта:

А.Для группы потребления повышенного риска (дети, люди преклонных лет, больные и ослабленные).

В. Компоненти продукции, потенциальные источники определенных (регламентированных) химических веществ.

С. В процессе технологии производства продукта не предусмотрены мероприятия контроля определенных (регламентированных) химических веществ.

Табл. 1 Оценка степени риска

Причиненый вред	Вероятность возникновения			
	Мало вероятно (1)	Периодически (2)	Возможно (3)	Часто (4)
Очень значительная (4)	2	3	4	4
Значительная (3)	2	3	3	4
Середня (2)	1	2	3	3
Незначительная (1)	1	1	2	2

D. Существует вероятность попадания вредных веществ (примесей, микроорганизмов) между этапом производства и упаковкой.

E. Существует вероятность попадания вредных веществ (примесей, микроорганизмов) во время реализации и потребления продукта.

F. Отсутствующие методы определения и устранения потребителем опасности в случае ее возникновения.

Уровень риска определяют исходя из количества характеристик рисков продукта, которым он отвечает.

VI Наивысший уровень (касается любого продукта, что имеет „А" характеристику).

V Все пять основных характеристик (B, C, D, E, F).

IV Любые четыре характеристики (от B к F).

III Любые три характеристики (от B к F).

II Любые две характеристики (от B к F).

I Любая одна характеристика (от B к F).

0 Не определенно ни одной характеристики.

Во время анализа рисков пищевых продуктов можно также применять, так называемый частично-количественный подход, согласно с которым определяется вероятность возникновения риска. При этом также учитывается причиненный вред (табл. 1).

Логически получаем заключение о том, что степень риска будет наибольшей при частом, например, употреблении генетически модифицированной продукции питания и к тому же у множества видов сырья и продуктов питания, употребляемыми человеком. Как очень значительный вред возможно принимать употребление продукции что содержит даже компоненты генетически модифицированной продукции для детей до 5 лет так, как в этом возрасте идет формирование умственных способностей человека. При этом и для детей и взрослых при суммации 2-3 факторов (риска употребления продукции с добавками, стабилизаторами, красителями и др.) вероятность возникновения и причиненный вред рационально увеличивать на 1 бал. При полном отсутствии экологически безопасной продукции в рационе питания человека (причем только на основании экологической сертификации независимыми фирмами), условий проживания в мегаполисах вероятность возникновения и причиненный вред рационально увеличивать на 2 - 3 бала. Такие положения имеют рациональную направленность на основании использования научных публикаций [6, 7, 8, 9]. По нашему мнению нужно учитывать суммацию загрязняющих веществ за временным фактором и в масштабе, синергетические эффекты от загрязнения окружающей среды, эволюцию микробиологических заболеваний и других факторов как обективной реальности нашего времени.

Другой подход, что заключается в количественном анализе рисков, заключается в оценке вероятности возникновения риска путем сопоставления количества, в котором микроорганизмы, химические вещества и посторонние примеси поступают в продукт и концентрации, в которой они создают опасность для здоровья то есть в определении коэффициента риска (КР).

При этом используют формулу:
КР = А / В
где: КР - коэффициент риска,
А - концентрация вещества (примеси, микроорганизма) в продукции,
В - наименьшая концентрация вещества (примеси, микроорганизма), что является опасным, или наивысшая их концентрация, при которой они не являются опасными для здоровья человека.

Частично-количественный подход до анализа рисков является простым в применении, но рядом с этим достаточно субъективным.

Важной является маркировка товаров относительно информирования потребителей о возможном содержании GM веществ в составе продукта. Новый регламент ЕС о маркировке GM продуктов и кормов вступил в 2003 году. Согласно его требований все продукты, которые содержат, складываются, происходят ли от GM ингредиентов, должны маркироваться, независимо от того могут или не могут быть обнаружены GM в конечном продукте. Такие тенденции подтверждаются и в международных стандартах ISO относительно экологической маркировки [10].

V. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Следовательно анализ, изучение использования GM продукции нуждается в экологическом обосновании, ее использования на основе системно-экологического подхода, стандартов серий ДСТУ ISO 14000, ДСТУ ISO 9000, законодательно-нормативных документов, в том числе международных. К оценке экологического и социального рисков нужно подходить с учетом синергетических эфектов в будущем для человека и окружающей среды. На международном и уровне страны необходимо: совешенствовать экономические механизмы для выращивания экологически безопасной продукции; совершенствовать законодательную и нормативную базу; повышать ответственось фирм за экспорт и импорт GM продуктов и сырья; разрабатывать новое метрологическое обеспечение измерений содержания GM организмов.

ЛИТЕРАТУРА:

[1].Second global forum of the FAO/WHO employees of organs from providing of food safety (Lecture geared-up by the secretariat of FAO/WHO).
[2]. http://www.euro.who.int/foodsafety/Otherissues/20020402_5.
[3]. Bovee E. H. G. HACCP approach to ensure the safety and quality of food packaging / E. H. G. Bovee, N. de Kruijt, J. Jetten, A. W. Barendsz // Food Additives Contaminants. 1997. №7. P. 721 – 735.
[4]. Якубчак О., Мельник М. Кількісний та якісний аналіз під час оцінки ризиків. Світ якості України. №3 (15), 2006. С.51-52.
[5]. Anthony J. Conner, Travis R. Glare, Jan-Peter Nap. The release of genetically modified crops into the environment. Part II. Overview of ecological risk assessment. The Plant Journal (2003) 33, p. 19-46.
[6]. РД 014 – 95. Федеральная система экологического страхования и сертификации. Методика определения экологического риска. Общие требования. МООСиПР РФ, М., 1994.
[7]. Барановський В. А. Екологічна географія і екологічна картографія / Барановський В. А. К.: Фітосоціоцентр. 2001. – 252 с.
[8]. Иойпыш А. И. Концепция риска: его оценка и управления им // Обеспечение безопасности населения и территорий / Иойпыш А. И. - М., 1994. – С. 19–26.
[9]. Кочуров Б. И. Экологический риск «возникновение острых экологических ситуаций // Известия РАН. – Серия географ. – 1992.– № 2. – С. 112–122.
[10]. Web-site Consumers International (www.consumersinternational.org/wcrd).

За контакти:
Петр Скрипчук доц. д-р НУВХП, кат.Мениджмънт, г.Ровно, Украина
e-mail: tipa_expert@abv.bg
Христо Крачунов доц.д-р ТУ-Варна, кат.ЕООС, Варна 9010, ул.Студентска 1
e-mail: tipa_expert@abv.bg
Рецензент: проф. д.б.н Пенко Спецов

ВЛИЯНИЕ РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА СКОРОСТТА НА ВЯТЪРА ВЪРХУ МОЩНОСТТА НА ВЕТРОТУРБИНА

AN INFLUENCE OF DISTRIBUTION OF WIND VELOCITY ON WIND TURBINE POWER

Стаменка Атанасова

Резюме: Основната част от ветроагрегатите са ветротурбините, чрез които се усвоява кинетичната енергия на вятъра. Ветротурбините с хоризонтална ос на въртене се разполагат на кули. Височините на кулите са в зависимост от радиуса на работното колело на ветротурбините и наличието на неравности и препятствия по земната повърхност. Мощността на ветротурбините се определя в зависимост от радиуса им и скоростта на вятъра за височина от земната повърхност, равна на височината на кулата на ветроагрегата. Чрез математически изрази, представени от други автори, се определят скоростните профили на вятъра с отчитане на неравностите и препятствията по земната повърхност. Тук се представят графични зависимости за мощността на ветратурбина, монтирана на терени с различни препятствия.
Ключови думи: ветротурбина, мощност, скорост на вятъра, земна повърхност, препятствия.

Abstract: The main part of wind turbine unit is wind turbine, which assimilates the wind kinetic energy. Wind turbines with horizontal axis of rotation are mounted on towers. The height of towers is according of the radius of wind turbine and unevenness of the earth surface. The wind turbine power is calculated by their radius and wind velocity at height above earth surface equal to the height of wind turbine unit tower. The determination of the vertical wind velocity profiles above the earth surface with consideration of unevenness and obstacles on the earth relief is made through expressions presented by meteorologists and other authors. Graphical dependences of the power of wind turbine installed on terrenes with different obstacles are presented.
Keywords: power, wind velocity, wind turbine, earth surface, unevenness.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Ветроагрегатите, произвеждащи електрическа енергия, имат ветротурбини с радиуси от 2 до 50 метра и следователно се нуждаят от високи кули. Мощността на ветротурбините се определя в зависимост от радиуса им и скоростта на вятъра на височина от земната повърхност, равна на височината на кулата на ветроагрегата. При определяне на скоростта на вятъра за съответната височина и район, където се монтира ветроагрегата, се използват данни от метеорологични наблюдения, според [3]. Скоростта на вятъра в метеорологичните станции се измерва на височина 10 m над земната повърхност. За определяне скоростта на вятъра за височини над 10 m се прилагат математически изрази, представени от други автори - [2], [4], [5]. Чрез тези изрази се построяват скоростните профили по вертикала спрямо земната повърхност.

При известни височина на кулата и скоростта на вятъра за тази височина се определят мощността и честотата на въртене на ветротурбината, работеща върху терени с различни препятствия, като сгради, дървета и др.

II. АНАЛИЗ

Мощността на ветротурбината (P), според [1] и [5] се определя както следва:

$$P = \rho \frac{V^3}{2} \pi R^2 C_p(\lambda), \qquad (1)$$

където: ρ - плътност на въздуха, kg/m^3;

V - разчетна скорост на вятъра на височина на кулата, m/s;

R - радиус на ветротурбина, m;

$C_p(\lambda)$ - мощностен коефициент;

λ - коефициент на бързоходност на ветротурбината [4],[5].

Мощностният коефициент е във функция от коефициента на бързоходност на ветротурбината $C_p(\lambda)$. Числените стойности на $C_p(\lambda)$ се получават от аеродинамичното проектиране на съответната ветротурбина. Стойностите на $C_p(\lambda)$ в настоящата статия са според данните от [1].

Честотата на въртене (n) на ветротурбината се определя както следва:

$$n = \frac{\lambda V}{2\pi R}. \qquad (2)$$

За определяне на вертикалния скоростен профил на вятъра над 10 m от земната повърхност се предлага израз, представен от няколко автора - [2], [4], [5]. Според тези автори скоростта на вятъра за височина H се определя по зависимост (3).

$$V = V_{10}\left(\frac{H}{10}\right)^{K}, \qquad (3)$$

където: H – вертикална височина, m;

V – скорост на вятъра на височина H, m/s;

V_{10} – скорост на вятъра на височина 10 m, според [3], m/s;

K - обобщаващ степенен показател, представен в табл.1.

Обобщаващият степенен показател K зависи от препятствията (сгради, дървета и др.) върху терена и стратификацията на вятъра.

Стратификацията на вятъра зависи от разпределението на температурата на въздуха по вертикала. При стратификацията се появява вертикално преместване на въздушните слоеве. Стойността на обобщаващия степенен показател K е в границите от 0,08 до 0,4 (табл.1 и фиг.1). На фиг.1 се представя примерно разпределение на скоростта на вятъра по вертикала, при различни препятствия и стойности на K.

Височината на кулата (H) на ветроагрегата се определя според [5], както следва:

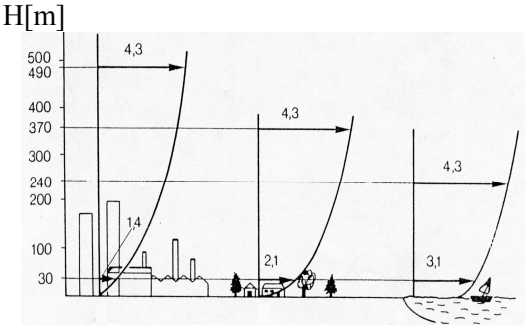
$$H = z_H + c + R, \qquad (4)$$

където: z_H - височината на близкото препятствие, m (фиг.2);

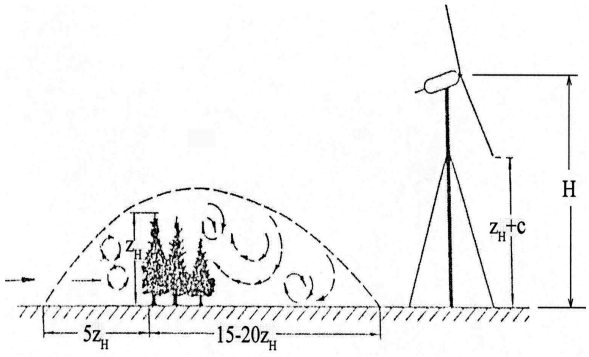
c- приема се от 1,5 m до 2 m.

Табл.1. Стойност на обобщаващия степенен показател K.

№	Вид на препятствията	K
1	Гладка повърхност (море, сняг)	0,08 - 0,1
2	Морски бряг	0,16
3	Препятствия 30 m (сгради, дървета)	0,28
4	Препятствия 100 m (сгради, комини)	0,4



Фиг.1. Примерни скоростни профили по вертикала от земната повърхност: а) K =0,4; в) K =0,28; с) K =0,16 - според табл.1.



Фиг.2.Влияние на препятствията върху височината (H) на кулата на ветроагрегата.

Тук се представят числени примери за бързоходна ветротурбина, работеща на

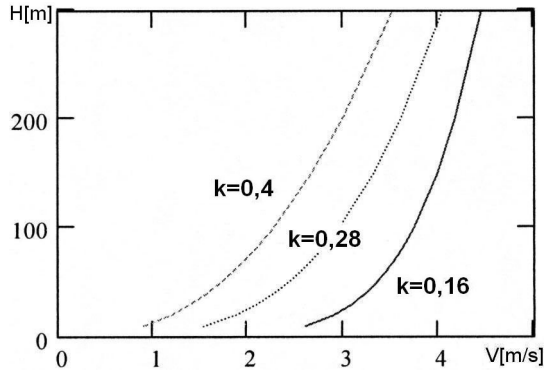
различни терени и при височини от земната повърхност - H=10m и H=27m.

Приема се, че ветроагрегатът работи на разстояние повече от 20 пъти от височината (z_H) на близкото препятствие (фиг.2) при което се избягва завихрянето на течението след препятствието. Предполага се, че за даден терен е известна средногодишната скорост на вятъра - V=2,6m/s при K=0,16 и H=10 m. Определя се разпределението на скоростите на вятъра V в хоризонтално направление за тази височина, съответно за K =0,28 и K =0,4. По (3) се определят съответните скорости при H=27 m, представени в табл.2.

Табл.2. Скорости на вятъра при височини от земната повърхност H и степенен показател K.

№	K	V [m/s]	
		H=10 m	H=27 m
1	0,16	2,6	3,05
2	0,28	1,54	2,04
3	0,4	0,9	1,34

На фиг.3 се представят скоростните профили от настоящите изчисления по (3), за съответни стойности на K, според табл.1.

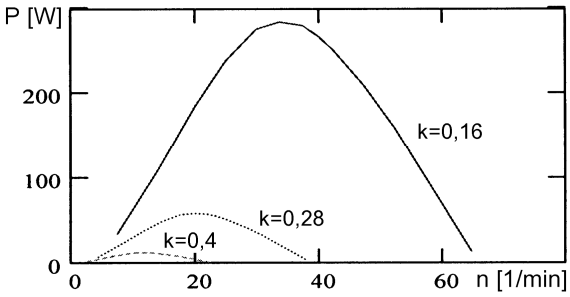


Фиг.3. Скоростни профили върху терени с препятствия и съответни стойности на K, според табл.1.

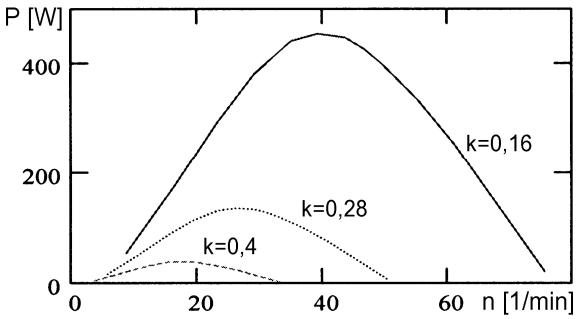
Анализирайки резултатите по фиг.3 следва, че: при височини H над 100m от земната повърхност се наблюдават сравнително големите и постоянни стойности на скоростите на вятъра; при височина H=30m скоростта на вятъра на морския бряг е два пъти по голяма (V=3,1m/s) в сравнение с тази при терени с наличието на високи препятствия (V=1,4m/s). Над гладки повърхности, като морската повърхност (табл.1, K=0,1), се очакват най-високи и почти постоянни стойности на скоростта на вятъра. Най-подходящия терен за разположение на ветроагрегатите е морската повърхност.

По зависимост (1) се определя мощността на ветротурбината, работеща върху различни терени. За целта са необходими следните входни данни: аеродинамични характеристики $C_p(\lambda)$, от изчисленията според [1]; R=5m и определените по (3) разчетни скорости (V) на вятъра, според табл.2, за височина на кулата - H=10m и H=27m.

Мощността на ветротурбината е във функция от честотата на въртене. Честотата на въртене (n) на ветротурбината се определя по (2).



Фиг.4.Мощност на ветротурбина за височина на кулата H=10m и K по табл.2.



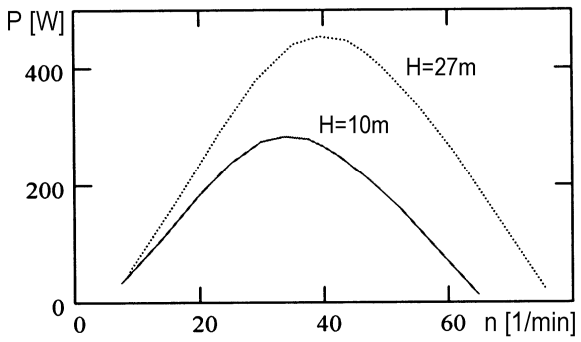
Фиг.5.Мощност на ветротурбина за височина на кулата H=27m и K по табл.2.

Табл.3.Номинални мощности (P) и честоти на въртене (n) на ветротурбината.

Височина на кулата	H=10m		H=27m	
Степенен показател	K=0,16	K=0,4	K=0,16	K=0,4
$P_{ном}$ [W]	248,5	11,7	454,3	39,3
$n_{ном}$ [min^{-1}]	11,7	11,6	38,7	17,3

Мощностите на една и съща ветротурбина, работеща по терени с различни препятствия и различни височини на разположението й, съществено се различават - фиг.4 и фиг.5.

В табл.3 се представят сравнения на номиналните мощности и честоти на въртене за една и съща ветротурбина, определени: при средногодишните скорости за H=10m (фиг.4) по данни от [3] и тези за H=27m (фиг.5), при скорости, определени в настоящата статия.



Фиг.6. Мощност на ветротурбина, разположена на морски бряг за K=0,16 по данни от [3] т.е. за H=10m и според настоящите изчисления - (3) за H=27m.

Според данните от фиг.6 и табл.3 се наблюдава разлика от 170W при номиналните мощности за една и съща ветротурбина, работеща на морския бряг (K=0,16) определени при V за H=10m по данни от метеорологичните наблюдения по [3] и определените скорости за H=27m в настоящата статия.

III. ИЗВОДИ

Формират се следните основни изводи за влияние на разпределението на скоростта на вятъра върху мощността на ветротурбините:

1) Средногодишната скорост на вятъра за даден район от метеорологичните наблюдения не е меродавна за определяне мощността на ветротурбините при височини на разположението им над 10 m от земната повърхност;

2) Съществено е влиянието на препятствията по терена върху разпределението на скоростта на вятъра във вертикално и хоризонтално направление, и съответно върху мощността на ветротурбините;

3) От съображения за максимална мощност на ветротурбините е желателно същите да се разполагат върху гладки терени, без наличието на препятствия (сгради, дървета и др.) или достатъчно далече от тези препятствия.

При разработката на настоящата статия са използвани резултати от НИП № 493 / 27.03.2008. с активното участие на студентите Георги Атанасов и Михаил Махе от III курс на специалност “Топлотехника” при ТУ-Варна

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Атанасова С.М, Определяне на аеродинамичните характеристики на ветроколело чрез функциите на Голдщейн, Сп. Механика на машините, ISSN 0861-9727, година 10, книга 4, № 42, 2002, ТУ-Варна

[2]. Иванов П., Л. Трифонова, Тотални, достъпни и резервни енергийни ресурси на вятъра в България, сп. Енергетика №6, 1996.

[3]. Климатичен справочник за НР България, ГУХМ, т.IV, Вятър, 1982.

[4]. Driviere J, Cours de mecanique des fluids L’energie eolinne, Chapitres 1-2,1996

[5]. Gasch R, Windkrdftanlagen, Stuttgart, 1993

За контакти:
инж. Стаменка Атанасова, доцент д-р в катедра ”Топлотехника и управление” - направление “Хидроаеродинамика” при КФ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, кабинет 313 МФ,
e-mail: stame@abv.bg

Рецензент: доц д-р Атанас Мирчев

СПЕЦИАЛНИ СИСТЕМИ ЗА ХИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ НА ТОВАРО-РАЗТОВАРНИТЕ ОПЕРАЦИИ НА САМОРАЗТОВАРВАЩИ СЕ КОРАБИ ЗА НАСИПНИ ТОВАРИ

SLURRY SHIP'S SYSTEMS ON THE SELF UNLOADING BULK CARRIERS

Харалан Хараланов

Резюме: Разгледани са схеми на специални системи за хидромеханизация на товаро-разтоварните операции на самоpазтоварващи се кораби: корабни системи за обезводняване или осушаване на товарите / разделяне на фазите /. корабни системи за подготовка на пулпа / създаване на на двуфазната смес твърдо: вода с възможности за регулиране на концентрацията/ и собствените товарни системи за хидроразтоварване на товара.
Ключови думи: корабни системи, самоpазтоварващи се кораби , хидромеханизация

Abstract: Some schemes of the slurry ship's systems on the self unloading bulk carriers are shown in this paper.
Keywords: hydraulic transport**,** self unloading bulk carriers, slurry ship's systems.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Схемите на някои корабни товарни системи за хидромеханизация на товаро-разтоварните работи са разгледани в [5]. Транспортирането на товарите, допускащи оводняване, се извършва във вид на двуфазна среда (твърдо + течно) .Схемата и приложението на тези системи на самоpазтоварващите кораби зависи от участието на корабите в единната транспортна схема на превозването на товарите от мястото на добиването им до мястото на потреблението, а така също и от вида на превозвания товар. Вариантите за приложение на средствата за хидротранспортиране на брега и на морските кораби зависят от вида на товара: каменни въглища, руди ,минерални концентрати, поташ, чакъл , пясък ,тиня , наноси , суровина за производство на хартия и др.

II. АНАЛИЗ НА СИСТЕМИТЕ ЗА ХИДРОРАЗТОВАРВАНЕ НА КОРАБИ ЗА НАСИПНИ ТОВАРИ

За хидроразтоварване се подготвят и различни рудни концентрати : медни, желязнорудни, оловно-цинкови. Опитът на фирмата Marcona Co показва, че едрината на частиците на тези концентрати е главно от класа -0,044 мм (70%) при концентрация по маса 0,7 , а след осушаването и изхвърлянето на водата от товарния трюм концентрацията се довежда до 0,9. При разтоварване товарът се разводнява и се изнася във вид на пулпа. На фиг.1 е показана принципна схема на товарните операции с традиционни средства на кораби за насипни товари , включени в системата на единния транспортен процес от мястото на добиването до мястото на потреблението на товара.

На фиг.2 и 3 са показани възможните схеми на транспортен процес с участието на самоpазтоварващи кораби със системи за хидромеханизация. От тези схеми най-лесно осъществима е схемата "жп или друг транспорт до пристанището- товарене с високопроизводителни пристанищни средства (конвейерен транспорт)- превозване по море- разтоварване с корабни средства за хидромеханизация към потребителя на суровината ". Този начин на разтоварване с висока производителност позволява включването на товара директно в производствената линия на потребителя, който може да бъде отдалечен на значително разстояние от пристанището.

Товаренето, разтоварването и транспортирането на товара към потребителя с автомобилен,железопътен и конвейерен транспорт по схемата на фиг.1 предвижда ж.п. транспорт 1 за транспортиране до пристанището където

ще се товари и товарене на кораба с товарно пристанищно устройство 3. В пристанището, където се разтоварва товарът, операцията се извършва с грайферен кран 4, с такъв кран 6 се подава към средствата на следващия транспорт 7 и оттам се отвежда до склада на потребителя 8.

От гледна точка на хидравличното изчисляване и оразмеряване товарите се разделят според едрината на частиците им на :

- материали от финните класове с едрина 0-0,25 мм;
- от дребните класове – с едрина 0,15 – 2 (3) мм;
- материали с едри късове над 2- 3 мм и
- материали с различни фракции, съставени от материали с едрина на частиците от 0 до 100 мм и от дребни класове с едрина на частиците от 0 до 3,0 – 6,0 мм.

При използване на хидротранспорта в единната транспортна система от мястото на добиване до мястото на потреблението на каменни въглища се очертават следните етапи на транспортния процес(фиг.2) :

<u>В мястото на добиване :</u>

Въглищата се класифицират с класификатор 1, преминават през процес на раздробяване 2 , пулпообразуване и хидротранспортиране 3 до пристанището за товарене.

<u>В пристанището за товарене</u>

Пулпата постъпва в междинен басейн 4, откъдето се товари на кораба с брегова тръбопроводна система 6. При товаренето трябва да работи корабната осушителна система за осушаване на товара 6.

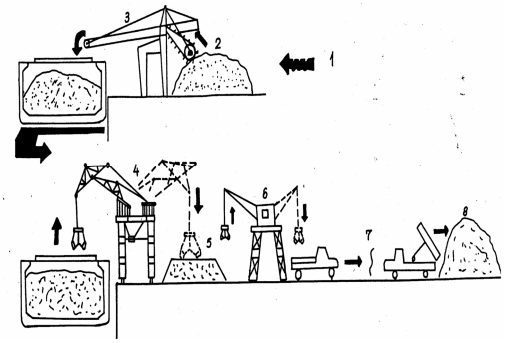
<u>В пристанището за разтоварване</u>

Разтоварването на кораба се извършва със специална корабна система за разтоварване на товара и системата за пулпообразуване.

<u>При потребителя</u>

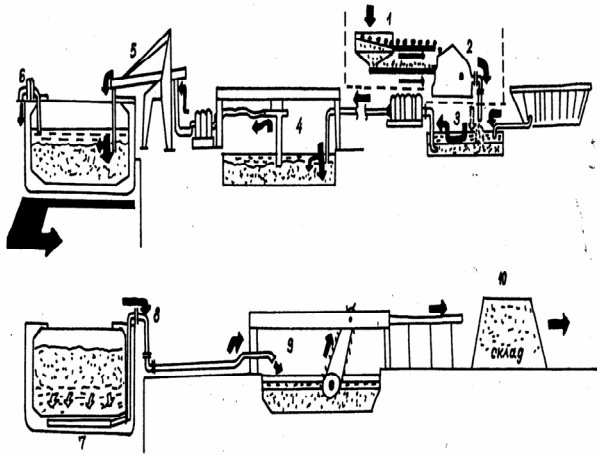
Пулпата постъпва в басейн на потребителя 9, където се извършва разделянето на фазите.

По аналогичен начин се извършва транспортирането на желязна руда (железоруден концентрат) със средства на хидромеханизацията – фиг.3.



фиг.1. Схема на товарене,разтоварване и транспортиране до потребителя на каменни въглища с автотранспорт

1-транспортиране до пристанище 2- склад 3- товарно устройство 4 – разтоварващо устройство 5- склад 6- претоварващо устройство 7- автотранспорт 8- склад



Фиг.2 `. Схема на товарене,разтоварване и транспортиране до потребителя на каменни въглища с приложение на хидромеханизация

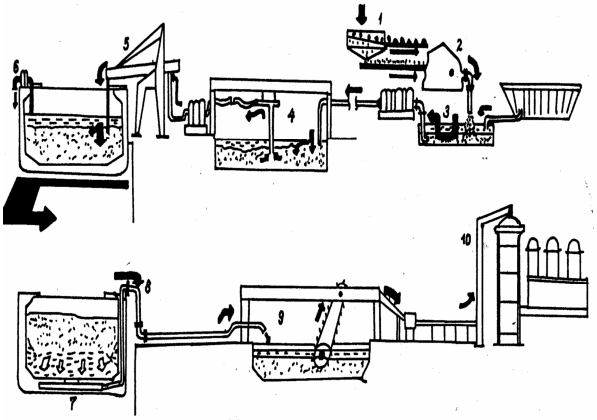
1-класификатор 2-дробител 3 –басейн 4-междинно складиране 5- товарно устройство 6- осушаване на товара 7- пулпообразуване 8- разтоварване 9- складиране 10- склад на потребител

Използването на хидромеханизацията в морския транспорт изисква специални корабни системи за осигуряване на товаро-разтоварните операции:

1. Корабни системи за обезводняване или осушаване на товарите / разделяне на фазите /.
2. Корабни системи за подготовка на пулпа / създаване на на двуфазната

смес твърдо: вода/ с възможности за регулиране на концентрацията .

3. Собствена товарна система за хидроразтоварване на товара.

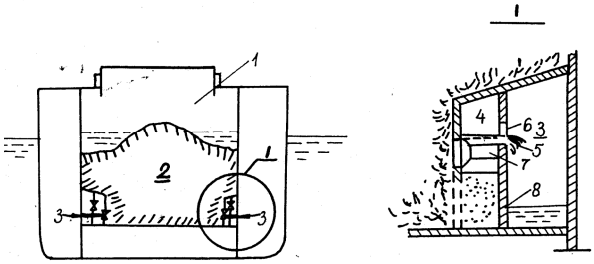


Фиг3 `. Схема на товарене,разтоварване и транспортиране до потребителя на желязна руда с приложение на хидромеханизация

1-класификатор 2-дробител 3 –басейн 4-междинно складиране 5- товарно устройство 6- осушаване на товара 7- пулпообразуване 8- разтоварване 9- склад 10- потребител

Обикновено първите две системи се обединяват в една. Схемите, по които се изграждат конструкциите на тези системи зависи преди всичко от вида на превозвания товар.

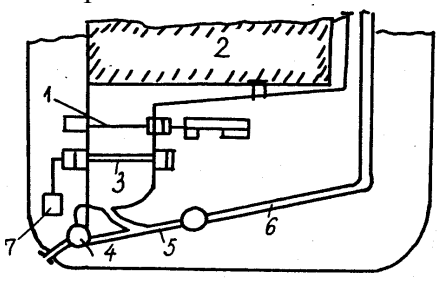
Принципни схеми на корабни специални системи за осушаване / обезводняване / на насипен товар, който е пясък с високо съдържание на желязо, са показани на фиг. 4 [6].



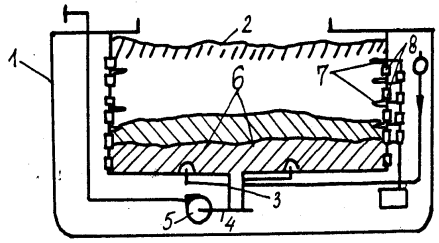
Фиг.4.Принципна схема за обезводняване на пулпа / пясък с голямо съдържание на желязо/

В долната част на трюма 1, превозващ пясъка 2 , са предвидени водосливни тунели 3 и водоотливни тунели 4, които се свързват с тунела посредством отворите 5 и 6. Отворите 6 са разположени на преградите. По дължината на цистерните 4 между отворите 5 и 6 са разположени хоризонтални магнити 7. При натоварването на суспензията водата запълва тунела 3 и цистерната 4, след което водата се филтрира през отвора 5 и постъпва в долното пространство 8 на цистерната 4. Скоростта на протичане на пясъка в това пространство е минимална. Някаква част от него изтича през отвора 10, но се задържа от магнитите 7. Водата попада през отворите 6 в тунела 3 и по нататък от сточните кладенци се изхвърля зад борд от осушителната система.

На фиг.5 е показана принципна схема на системата за подготовка на пулпа с възможност за регулиране на концентрацията и.



Фиг.5.Принципна схема за регулиране на концентрацията на разтоварваната пулпа



Фиг.6.Принципна схема за пулпопообразуване на руда при разтоварването и

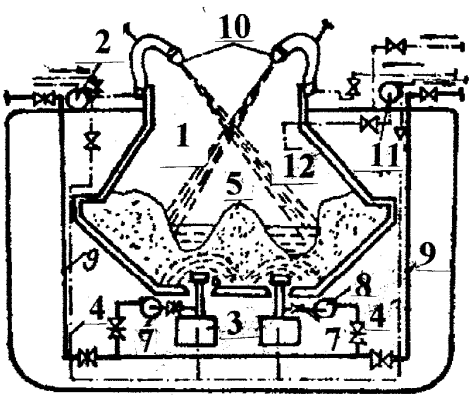
В отворите 1 за разтоварване на пулпата, разположени в долната част на трюма 2,е монтирана преграда 3 с решетъчна конструкция. От долната страна на решетката са монтирани пиезоелектрически елементи. Задбордната вода се подава към 3 с помпа 4 по тръбопроводите 5 и 6, а напора на водата се регулира със специално устройство 7, свързано с помпата.

Схемата на цистерни и системата за превръщане на рудата в пулпа с помощта

на спомагателни дюзи , намиращи се на преградите, е показана на фиг.6.

При постъпване на водата в товарния трюм се образува пулпа само в мястото на непосредственото и въздействие. С цел повишаване на ефективността при образуването на пулпата и с цел ускоряване на разтоварването в долната част на кораба 1 с рудата 2 са монтирани главните дюзи 6 , през които под действието на високото налягане постъпва водата.

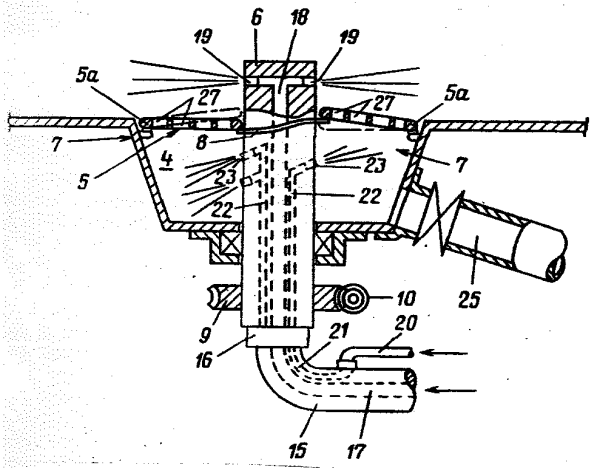
Принципни схеми на корабни товарни системи за хидромеханизация на товаро-разтоварните работи са разгледани и описани в [5,7] и една от тях е показана на фиг.7. Тяхното приложение зависи от вида на товара и едрината на частиците му.



фиг.7. Принципни схеми на корабни системи за хидромеханизация на товаро-разтоварните операции на корабите за насипни товари
/товарна система на Marcona Co с водни монитори/

На фиг.7 е показано характерното за товарните системи за пулпа разполагане на смукателите в дъното на товарния трюм без да се изяснява конструктивното оформяне. Анализът на тези системи показва, че в предложените конструкции товарната система и системата за пулпообразуване обединяват своята работа и смукателят е техния общ възел както това може да се види на схемите, показани по-долу. Обединяване и съвместна работа се предлага в конструктивните решения на товарните системи за пулпа и системите за обезводняване на пулпата.

На фиг.8 е показано предложение за схемата на устройство за повторно разбъркване на пулпа в трюма на товарен кораб и за разтоварването на тази пулпа зад борд[1], т.е. за съвместна работа на двете системи.



фиг.8. Принципна схема на устройство за повторно разбъркване на слегнала се пулпа в трюма на кораб

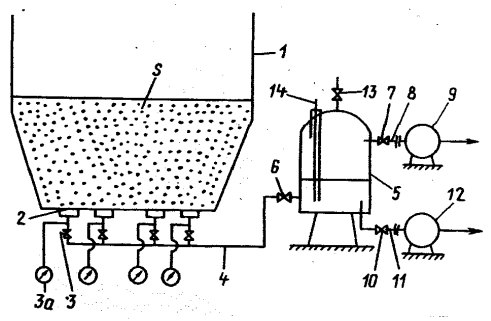
1-товарен трюм 4- сборник 5решетка 5а-радиални сектори на решетката 6-цилиндър 7-шарнир на сектора 8-кръгла гърбична шайба 9- червячно колело 10- червячен вал 15-тръбопровод 16-завъртащо се съединение 17-централен канал на тръбопровода 15 18- централен канал цилиндъра 19- дюзи 20- тръбопровод за вода с ниско налягане 21- външен канал на тръбопровод15 22-външен канал на цилиндъра 6 23- разпръсквачи на дюзите 25- тръба за отвеждане на вторично суспендираната руда 27- отвори в решетките

С червячната двойка 9 и 10 се привежда в движение и се върти цилиндъра 6 и шайбата 8, в резултат на което радиалните сектори 5а, закрепени на шарнирите 7 ту се наклоняват нагоре, ту заемат хоризонтално положение, благодарение на гърбичната шайба. По централния канал 17 на тръбопровода 15 се подава вода под високо налягане, която през канала 18 и дюзите 19 излиза в хоризонтално направление на трюма 1. В същото време вода под ниско налягане постъпва във външния канал 21 на тръбопровода 15 през тръбопровода 20 и оттам във външния канал на цилиндъра 6 и през отворите 23на дюзите излиза под ъгъл в сборника 4. Към този сборник е присъединена тръбата 25 за отвеждане на вторично суспендираните руди. При необходимост от разтоварване на руда от трюма 1 се извършва суспендиране на уплътнената маса на

рудата с вода под налягане, която се подава чрез дюзите 19 и получената пулпа постъпва в сборника през отворите 27 в секторите 5а на решетката 5, откъдето се отвежда към брега по тръбата 25. При въртенето на цилиндъра 6 и гърбичната шайба 8, която извършва колебателни движения, се разбъркват късовете руда, които през отворите 27 се изсипват в сборника 4.

На фиг.9 е показана схема на система за обезводняване на пулпата, при която е налице обединяване на работата на тази система с товарната система [2].

В дъното на кораба са предвидени сточните отвори 2, по които през тръбопровод 4 суспензията попада във вакуумния резервоар 5 , който има на входа електромагни клапан 6.При това датчиците за налягане 3а подават сигнал на клапаните 3 в случай на превишаване на налягането. Горната част на резервоара 5 е свързана чрез арматурата, показана на схемата, с вакуум-помпа 9, а долната част – с помпата 12. Ако при товарене на трюма 2 със суспензията **s** клапаните 3,6 и 7 са отворени и помпата 9 работи, водата, съдържаща се в суспензията се изсмуква във вакуум цистерната 5 и протича уплътняване на товара.

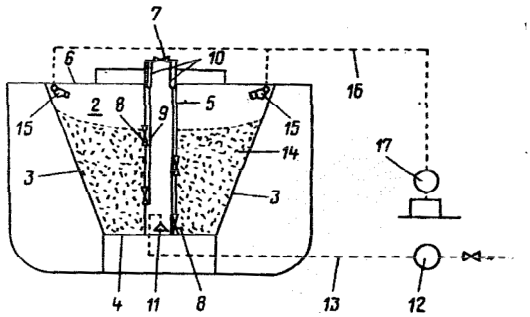


фиг.9. Схема на обезводняваща вакуумна уредба на кораб за превозване на товари, на които може да се прави товарообработване във вид на пулпа

1- трюм на кораба 2- сточни отвори 3- електромагнитен клапан 3а- датчици за налягане 4- тръбопровод 5-вакуумен резервоар 6,7- електромагнитни клапани 8- приемен тръбопровод 9- вакуумна помпа 10- клапан 11- тръбопровод 12- помпа 13-клапан 14-датчик за нивото на водата

Датчикът за нивото 14, при повишаване на нивото на водата над определеното ниво, подава сигнал на клапаните 6, 6,10 и 13, а също и на помпите 9 и 12, при което клапаните 6и 7 се затварят, а клапаните 10 и 13 се отварят, помпа 9 спира да работи, а помпа 12 започва работа. Ако нивото в резервоара 5 падне под допустимото, датчика 14 подава сигнал на клапаните 6,7,10 и 13, при което клапаните 6 и 7 се отварят, а 10 и 13 се затварят, помпа 12 спира, а помпа 9 започва да работи.

На фиг.10 е показана принципната схема на товарна система за разтоварване на пулпа, при която конструкцията на смукателя се реализира в специална колона [3].



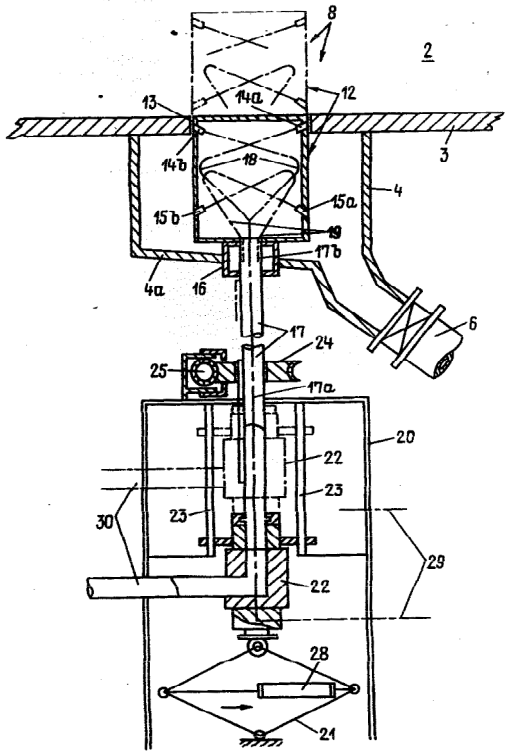
фиг.10. Принципна схема на устройство за товарене и разтоварване на суспендирани товари

1-кораб 2- трюм 3- двоен борд 4- дъно 5- куха колона 6 – палуба 7- гърловина на колоната 8- отвори в колоната за преминаване на суспензията 9- капаци на отворите 10- силови цилиндри за задвижване на капаците 11- смукател 12- товарна помпа 13- тръбопровод 14-руда 15- дюзи 16- тръбопровод 17- помпа за подаване на вода към дюзите15

При извършване на товарни операции с хидроцилиндрите 10 се затварят капаците 9 на отворите 8b в колоната. При разтоварване рудата 14 се залива с вода, капаците 9 се издърпват от хидроцилиндрите и отворите 8 се отварят. От дюзите 15 се подават непрекъснато струи с вода, които разрушават плътната маса на рудата 14 и я превръщат в суспензия. Последната се стича в колоната 5 през отворите 8 и оттам се засмуква през смукателя от помпата 12 и се отвежда зад борд.

Принципна схема на оформяне на смукател на товарната система в дънната

част на товарния трюм с устройство за пулпообразуване е показана на фиг.11 [4].



фиг.11. Принципна схема на товарна система за разтоварване на пулпа от руда

1- кораб 2-товарен трюм 3- лист от второ дъно 4- сборник 4а-дъно на сборника 8- устройство за суспендиране на руда 12- цилиндър с дюзи 13- правоъгълна решетка с отвори 14а,14b – дюзи за подаване на вода с високо налягане 15а,15b- дюзи за подаване на вода с ниско налягане 16- лагер 17- тръба 17а- външна тръба 18,19-отклонения 20 – опора под сборника 21- пантограф 22- бутало 23- направляващи 24-червячно колело 25 – червячен вал, осигуряващ въртенето на тръбата 17 28- силов цилиндър за разтваряне на пантографа 29,30- тръбопроводи

При разтоварване на плътна рудна маса от товарния трюм 2 на кораба през соплата 15а и 15b се подава вода с ниско налягане и суспендираната руда постъпва в сборника 4. Едновременно под действието на струите на водата с високо налягане от дюзите 14а и 14b се извършвасуспендиране на рудата, застанала в отворите на решетката, прикриваща сборника 4. Заедно с това се извършва въртене на цилиндъра 12 като с помощта на хидроцилиндъра 28 пантографът се разтваря и цилиндърът 12 се премества вертикално нагоре по направляващите 23 като излиза в трюма. Под действието на водните струи с високо налягане се извършва превръщане на рудната маса в суспензия, която се излива в сборника 4 с водни струи с ниско налягане , а оттам по тръбопровода 6 се отвежда зад борд. След завършване на разтоварването хидроцилиндърът свива пантографа 21, който прибира цилиндъра 12 в сборника 4.

Освен със специални корабни системи хидромеханизираното разтоварване на товарите може да се извърши и с брегови средства за хидромеханизация:

- с товарни системи, монтирани на специализирани товарни плаващи баржи;
- с капсула за разтоварване от типа DINAJET (DJ) (капсулата се поддържа с товарен кран в трюма на разтоварвания кораб). Производителността на разтоварване по пулпа е от 200 до 5000 m^3/h.

Използването на принципа на хидроразтоварването на корабите за насипни товари осигурява редица преимущества в сравнение с традиционните средства като :

- осигуряване на товаро-разтоварни операции в открито море и на рейд;
- създаване на възможности за разтоварване на няколко кораба едновременно на едно и също кейово място;
- доставяне на товарите непосредствено в технологическата линия на предприятието-потребител като по този начин се формира единната транспортна система от мястото на добива до мястото на потребление на суровините, включваща в себе си корабен и наземен тръбопроводен транспорт;

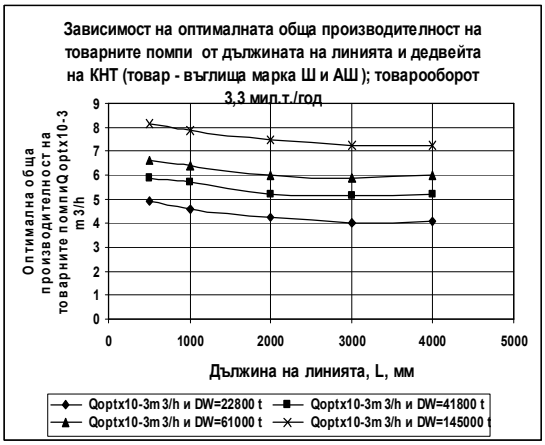
При внедряването на хидромеханизацията за транспортирането на каменни въглища има някои благоприятни фактори, които биха могли да направят целесъобразно използването на хидромеханизацията в корабни условия:

- малки критически скорости за поддържане на пулпата и неголеми енергийни загуби ;
- отпадане на необходимостта за сушене и дробене на въглищата;
- използване на морската вода като хидроносител.

В резултат на направените изследвания се стига до извода, че приложението на хидромеханизацията е целесъобразно на кораби с голям дедвейт, обслужващи къси линии с голям товарооборот в година и с отчитане на условията и разходите на брега до мястото на потреблението на товара, т.е. с отчитане на участието на корабите в единната транспортна система.

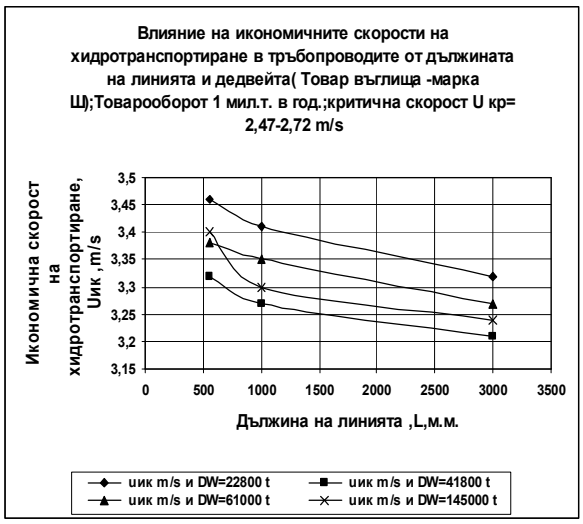
Направено е изследване за определяне на оптималните параметри на работа на системите за хидромеханизация на товаро-разтоварните работи на кораби, превозващи въглища и желязна руда.

Някои резултати от тези изследвания са показани на фиг.12 -фиг.15.

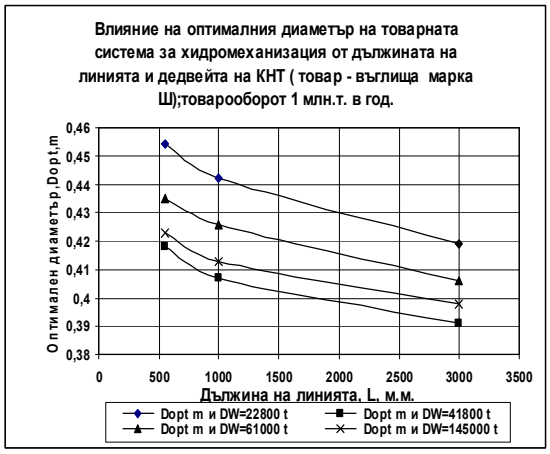


фиг.12. Изменение на оптималната обща производителност на товарната ситема в зависимост от дължината на линията,обслужвана от кораба

На графиките са дадени зависимостите на оптималните стойности на общата производителност на товарните помпи, скоростта на транспортиране в тръбопроводите на товарната система (икономична скорост) и диаметъра на пулпопровода на товарната система от дедвейта на корабите и дължината на линията, която те поддържат. Тези оптимални стойности са определени за минимума на приведените годишни разходи за корабите. Резултатите, показани на фиг.12,13 и 14 дават основание да се направи извод, че дедвейта на корабите и дължината на линиите влияят значително на оптималните параметри, които от своя страна определят икономическите резултати от експлоатацията на корабите.



фиг.13. Влияние на дължината на линията върху икономичните скорости на хидротранспортиране



фиг.14. Влияние на дължината на линията и дедвейта на корабите върху оптималния диаметър на тръбопроводите на товарната система

На графиките на фиг.15 може да се установи, че дължината на хидротранспортиране на товара по брега също е важен фактор за определяне на оптималните стойности на параметрите на работа на системите за хидромеханизация.

фиг.15. Влияние на дължината на хидротранспортирането на брега върху общата производителност на товарната система

III. ИЗВОДИ

Направените изследвания показват, че приложението на хидромеханизацията в корабни условия е икономически целесъобразно тъй като позволяват да се създадат непрекъснати линии с голяма производителност от мястото на добиване до мястото на потреблението. Тези изследвания са реализирани чрез разработен математически модел за функционирането на специалната корабна товарна система за хидроразтоварване в състава на единен технологичен комплекс "кораб-бряг".

По-нататъшните изследвания изискват да се направи сравнение на възможностите на корабите със системи за хидромеханизация и на корабите със специални товарни устройства за саморазтоварване както и на икономическите резултати от тяхната експлоатация при еднакви условия.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Кано Масаьоси, ОкамотоТомиясу,Накаи Ясуо. Хитати дзосен к.к. Пат.57-48434,Япония,1982.
[2]. Нохара Томиясу, Мацуно Йосиюки,Харада Хисамицу, Ямада Акииобу; Мицубиси дзюкогьо к.к.,к.к. Кобе сейкосьо. Пат.57-38477,Япония,10982.
[3]. ОкамотоТомиясу,Накаи Ясуо. Хитати дзосен к.к. Пат.57-48433,Япония,1982.
[4]. ОкамотоТомиясу,Накаи Ясуо,Абико Рейитиро. Хитати дзосен к.к. Пат.57-34158,Япония,1982.
[5]. Хараланов Х. Системи за хидромеханизация на товарните операции на корабите за насипни товари, "Корабостроене и корабоплаване",№1 ,1982.
[6]. Хисаие Хисаси и др. Судовая сточная система для обезвоживания суспензии железистого песка. Яп.пат.кл.84А2,№52-38317.
[7]. http//www.metsominerals.com/METSO SLURRY SYSTEMS

За контакти: инж. Харалан Хараланов, доцент д-р в Катедра"Корабостроене" при КФ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 234УПБ.
e-mail: hharalanow@abv.bg

Рецензент: проф. д.т.н. Петър Колев

НЯКОИ РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗСЛЕДВАНЕТО НА САМОРАЗТОВАРВАЩИ СЕ КОРАБИ ЗА НАСИПНИ ТОВАРИ С РАЗЛИЧНИ ПРИНЦИПИ НА РАБОТА НА ТОВАРНИТЕ ИМ СРЕДСТВА

SOME RESULTS OF INVESTIGATION OF THE SELF UNLOADINGS BULK CARRIERS WITH DIFFERENT METHODS OF THE UNLOADING OPERATIONS

Харалан Хараланов

Резюме: В работата са показани някои резултати от сравнението на разходите за разтоварване на кораби с хидромеханизация на разтоварните операции, обикновени и саморазтоварващи се кораби, получени на базата на технико-икономически модел.
Ключови думи: кораби за насипни товари, хидромеханизация, устройства за саморазтоварване

Abstract: The results from comparison of the loading costs between slurry ships, self unloading ships and traditional bulk carriers on the base of technical and economical model are shown.
Keywords: bulk carrier, hydraulic method, self unloading carrier.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

В последните години се забелязва развитие в технологиите на товаро-разтоварните операции на корабите за насипни товари. Докато извършването на товарните операции се извършва с пристанищни средства с непрекъснато действие и висока производителност, при разтоварването продължават да се използват пристанищни средства с периодично действие, чиято производителност е многократно по-ниска от тази при товарните операции. Поради тази причина на корабите за насипни товари се реализира концепцията за саморазтоварване с висока производителност на разтоварващите средства.

Средствата за саморазтоварване на тези кораби се избират преди всичко според вида на превозвания товар. Тези средства са:

- Корабни устройства за саморазтоварване;
- системи за хидромеханизация на товаро-разтоварните операции;
- системи за пневмомеханизация на товаро-разтоварните операции.

Корабните устройства за саморазтоварване и системите за хидромеханизация могат да се разглеждат като алтернативни и това изисква да се направи сравнение на възможностите на корабите със системи за хидромеханизация и на корабите със специални товарни устройства за саморазтоварване както и на икономическите резултати от тяхната експлоатация при еднакви условия.

II. МОДЕЛ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Такова сравнение е направено по предложените модели в [1] и [2], които дават взаимовръзката между приведените разходи и основните технически параметри на специалните корабни системи за хидроразтоварване и корабните устройства на саморазтоварващите се кораби.

След като са изразени всички съставящи на разходите като функция на основните параметри на системите за хидромеханизация в [1] е предложено уравнение (1) за приведените разходи за един кораб :

(1)

$$S_{\phi} = \left[\frac{2l}{v} + \frac{\alpha_{н} P}{\gamma_{s}} \left(\frac{1}{M_{n}} + \frac{1}{\varphi i_{w} Q} \right) + t_{доп} \right] \frac{1}{24 t_{e} \alpha_{н} P} \bullet$$

$$\bullet\{\{\{(E_н+\frac{at_e}{365})\{\{K_c+K_{доп}+c_TG_{доп}+$$
$$+k\left(b_2+b_{21}\right)+b_4+\{c_1+c_{11}(1-i_w)+$$
$$+\frac{1,15}{367}[\frac{c_2\gamma H}{\eta_1}+\frac{c_{21}\gamma_1H_1(1-i_w)}{\eta_{11}}]+$$
$$+[\frac{1,15c_4}{367\eta}+\frac{1,15c_T}{367}(g_1+\frac{g_3}{\eta})][\frac{\gamma H}{\eta_1}+$$
$$+\frac{\gamma_1H_1}{\eta_{11}}(1-i_w)]\}Q+\sqrt{\frac{1}{2826ku_1}}(c_{31}k+$$
$$+29,39\delta_1c_T)\sum_{i=1}^{k}l_{i1}(1-i_w)^{0,5}Q^{0,5}+(c_3k+$$
$$+29,39\delta c_T)\sum_{i=1}^{k}l_iD\}\}+E_{нр}+$$
$$+E_{др}+pAt_e\}\}\}+\frac{1}{\alpha_нP}[2,438.10^{-3}p_T^x\bullet$$
$$\bullet N_{ГД}Ц_T\frac{l}{v}+1,06.10^{-3}p_T^{cm}N_{сп.д}Ц_T[\frac{\alpha_нP}{\gamma_s}\bullet$$
$$\bullet(\frac{1}{M_п}+\frac{1}{\varphi i_wQ})+t_{доп}]+$$
$$+\frac{1,15a_2\alpha_нP}{367\eta\gamma_s}[\frac{\gamma_1(1-i_w)H_1}{\eta_{11}}(\frac{Q}{M_п}+$$
$$+\frac{1}{\varphi i_w})+\frac{\gamma H}{\eta_1\varphi i_w}]\},лв/t.год$$

където:

$E_н$ – нормативен коефициент на капиталовложенията;

a – норма на амортизационните отчисления и за текущ ремонт на кораба;

t_e – експлоатационно време (навигационен период на кораба) , ден .

$K_c, K_{доп}$ – съответно стойност на кораба без техническите средства за хидромеханизация и стойност на техническите средства за осигуряване на операциите, лв;

$G_{доп}$ – тегло на допълнителното оборудване, t;

c_T – коефициент, отчитащ монтажните разходи на 1 т конструкция, лв/t ;

k – брой на товарните помпи;

b_2, b_{21}, b_4 – коефициенти, зависещи съответно от типа на двигателите на помпите (b_4 от източника на енергия), лв;

c_1, c_{11}, c_2, c_{21} – коефициенти, зависещи съответно от типа на товарните помпи, на пулпообразуващите помпи и типа на двигателите им, лвч/ m^3;

c_3, c_{31} – коефициенти , отчитащи разходите за тръбопроводи за товарните и пулпообразуващите системи , лв/m^3;

c_4 – коефициент, зависещ от източника на енергия , лв/ kW;

$\gamma, \gamma_1, \gamma_s$ – относително тегло на пулпата, водата и насипния товар , t/m^3 ;

H, H_1 – напор на товарните и пулпообразуващите помпи, m ;

η, η_1, η_{11} – кпд на съответните помпи;

Q – производителност на товарната система , m^3/h ;

u_1 – скорост на протичане на носещата течност,m/s;

l_i, l_{i1} – дължина на тръбопроводите на товарната и пулпообразуващата система , m;

δ – дебелина на стената на товарния тръбопровод, m;

g_1, g_2, g_3 – измерители на теглата, t/kW ;

D- диаметър на тръбопроводите ,m ;

$E_{нр}, E_{др}$ – навигационни и други разходи , лв/год ;

p- брой на членовете на екипажа ;

A- разходи за 1 човек в денонощие, лв/ден;

l – дължина на линията , m ;

v- скорост на кораба , kn ;

W_s – обем на насипния товар , m^3 ;

$M_п$ – производителност на товарните операции в пристанищата ,m^3/h ;

P – чиста товароподемност на кораба , t ;

$\alpha_н$ – коефициент на използване на товароподемността на кораба;

$t_{доп}$ – допълнително време за престои на кораба ,h ;

p_T^x, p_T^{cm} – разходна норма за гориво при ход и престой на кораба, kg/к.с.h ;

$N_{гд}, N_{сп}$ – мощности на главния и спомагателните двигатели, к.с.

$Ц_T$ – цена на горивото , лв/t ;

φ – коефициент на използване на производителността на товарните помпи;

a_2 – коефициент, отчитащ стойността на 1 kWh енергия на кораба, лв/kWh;

n – брой на рейсовете в година с извършване на товарни операции.

Съпътстващите пристанищни разходи, включително и за транспортиране до мястото на потребление на суровината, са зададени с израза (2):

$$S_1 = \frac{\psi[\frac{2l}{v} + \frac{\alpha_н P}{\gamma_s}(\frac{1}{M_n} + \frac{1}{\varphi i_w Q}) + t_{доп}]}{24 t_e \alpha_н P m}\{\{(0,1 + \frac{a^{/} + a_1^{/}}{365} t_e)\{J\gamma_s[M_n(q_1 + q_2 + q_3 l_n) + q_4 i_w Q l_в] + J(p_1 + p_2 + p_3 + p_4 l_в) + K_{скл}\} + (1 + d) A_1 p_p t_e\}\} + \psi a_2^{\delta}(h_1 + h_2 + \frac{h_3}{\varphi}), лв/t.год$$

където:

ψ – коефициент на неравномерност на движение на корабите;

m – брой на корабите, поддържащи линията;

$a^{/}, a_1^{/}$ – съответно норма за амортизационни отчисления в пристанищата и коефициент на отчисленията за текущ ремонт;

J – коефициент, отчитащ необходимостта от допълнително оборудване, машини и съоръжения за разделяне на фазите в пристанищата за разтоварване;

q_1, q_2 – коефициенти по разходите за пристанищните съоръжения , лв.h/t ;

q_3, q_4 – също , лв.h/t.m ;

$l_n, l_в$ – далечина на транспортиране на материала в пристанищата съответно при товарене и разтоварване, m ;

$K_{скл}$ – разходи за складово стопанство , лв ;

d – коефициент, отчитащ управленческите разходи на един човек от обслужващия персонал ;

A_1 – средни разходи за един човек от пристанищата в денонощие, лв;

p_p – численост на обслужващия пристанищен персонал,;

a_2^{δ} – коефициент, отчитащ стойността на 1 kWh енергия на брега , лв /kWh ;

h_1, h_2, h_3 – съответно норма на изразходваната енергия на 1 t товар при дробене, смесване и разделяне на фазите ,kWh/t.

Аналогичните разходи за корабите с устройства за саморазтоварване и за традиционни кораби (разтоварвани с брегови средства) са определени със съответните зависимости в [2].

Последователно са определени и сравнени разходите при еднакви условия на експлоатация за три типа кораби с еднакви дедвейти:

- традиционни (обикновени) кораби за насипни товари ;
- кораби със саморазтоварващи устройства и
- кораби със системи за хидромеханизация.

Изследвани са следните варианти :

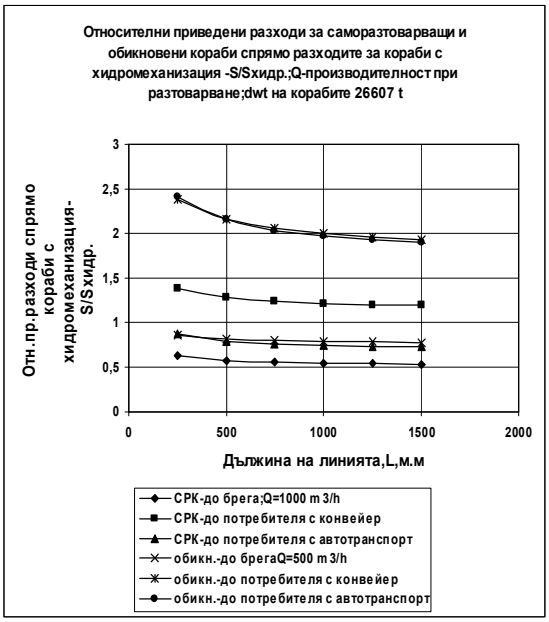
- разтоварване в пристанище със съответните средства без отчитане на транспортирането по брега до потребителя на суровините;
- разтоварване в пристанище с транспортиране на суровините до потребителя с един от следните видове транспорт:
  - с корабни средства за хидромеханизация;
  - с пристанищен лентов непрекъснат транспорт и
  - с автотранспорт.

III. ИЗВОДИ

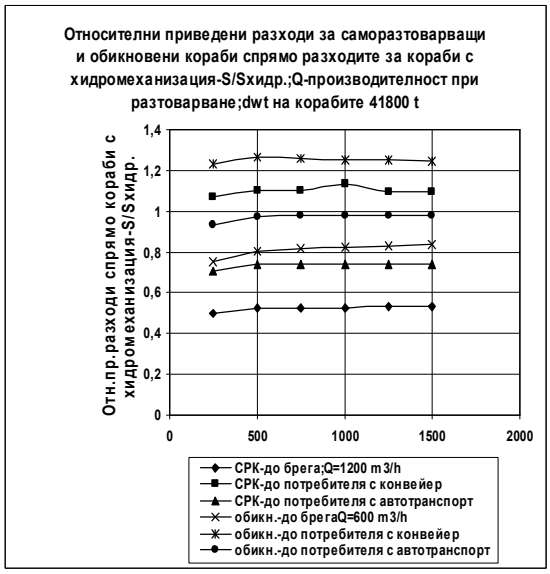
Някои резултати от изследването са показани по-долу на фиг.1,2,3 и 4.

Графиките позволяват да се направят следните общи изводи:

1. При разглеждане на крайния пункт на процеса на разтоварване до кея пристанището /само до брега/ приведените разходи за корабите със средства за хидромеханизация са по-големи от тези при корабите с устройства за саморазтоварване и при обикновените /традиционни / кораби, т.е. S/Sхидр.<1.

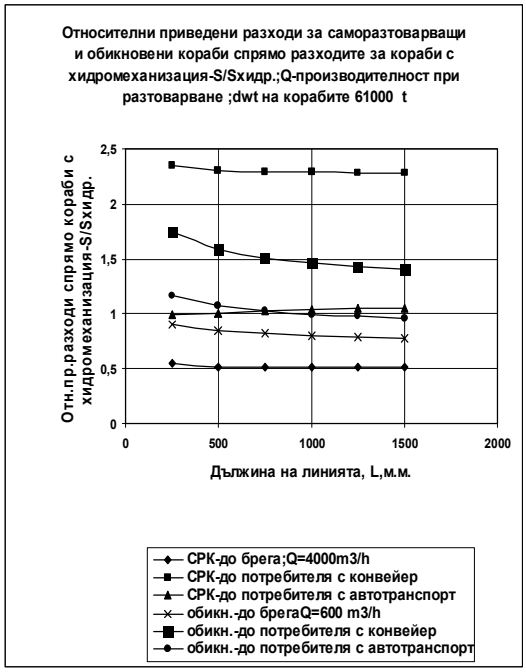


фиг.1. Влияние на дължината на линията върху относителните приведени разходи на саморазтоварващи и обикновени кораби спрямо разходите на кораби с хидромеханизация и с различни средства за транспортиране по брега до потребителите
Дедвейт на корабите 26607t



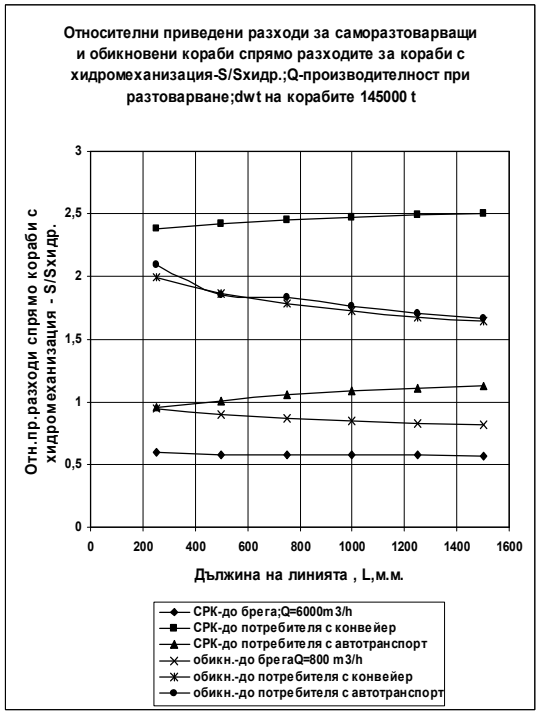
фиг.2. Влияние на дължината на линията върху относителните приведени разходи на саморазтоварващи и обикновени кораби спрямо разходите на кораби с хидромеханизация и с различни средства за транспортиране по брега до потребителите
Дедвейт на корабите 41800 t

2. При включването и разглеждането на корабите в единна транспортна система и отчитането на доставката на товара до потребителя, във всички случаи корабите с товарни системи за хидромеханизация са с по-ниски приведени разходи (S/Sхидр.>1) от тези при корабите със саморазтоварващи устройства и обикновените кораби, при които следващата операция е доставката на товара до потребителя със средства за непрекъснат транспорт или с автотранспорт.



фиг.3. Влияние на дължината на линията върху относителните приведени разходи на самоpазтоварващи и обикновени кораби спрямо разходите на кораби с хидромеханизация и с различни средства за транспортиране по брега до потребителите
Дедвейт на корабите 61000 t

3. Далечината на линията и дедвейта на корабите са фактори, които влияят значително върху решението за избиране на начина на разтоварване на корабите в комбинация със средствата за доставяне на товара до потребителите в състава на единната транспортна система.



фиг.4. Влияние на дължината на линията върху относителните приведени разходи на самоpазтоварващи и обикновени кораби спрямо разходите на кораби с хидромеханизация и с различни средства за транспортиране по брега до потребителите
Дедвейт на корабите 145000 t

ЛИТЕРАТУРА:

[1] . Хараланов Х.М. Основы проектирования специальных грузовых систем гидроразгрузки навалочных судов, Автореферат диссертации ...,Л.,1984

[2] . Хараланов Х . Оценка на технико-икономическите условия за рационалното /оптимално/ използване на самоpазтоварващи се кораби за насипни товари, Научни трудове на ТУ-Варна, 2008.

За контакти: инж. Харалан Хараланов, доцент д-р в Катедра”Корабостроене” при КФ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 234УПБ.
e-mail: hharalanow@abv.bg

Рецензент: проф. д.т.н. Петър Колев

ЧИСЛЕНО И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТЕЧЕНИЕТО ОКОЛО МОДЕЛ НА ВИСОКОСКОРОСТЕН КАТАМАРАН

COMPUTATIONAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF THE FLOW AROUND A HIGH-SPEED CATAMARAN MODEL

Златко З. Златев, Иван В. Иванов

Резюме: Представени са резултати от числено и експериментално изследване на течението и хидродинамичните характеристики: съпротивление, потапяне/ изплаване и динамичен диферент на модел на високоскоростен катамаран на тиха вода, на плитководие h/T=1.5. Численото изследване е извършено посредством софтуер за CFD анализ CFDShip-IOWA, а верификацията на числените резултати е на базата на резулати от експерименти, извършени в плитководния басейн на Института по хидро- и аеродинамика (ИХА) при БАН-Варна.
Ключови думи: катамаран,компютърна динамика на флуидите

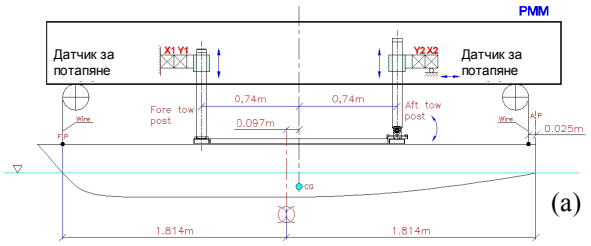
Abstract: Some results from numerical and experimental study of flow around a high speed catamaran model, including: full resistance, dynamic sinkage and trim in steady straight course in calm shallow water with h/T=1.5. The CFD code CFDShip-IOWA is used for numerical simulations, and the validation is done on the basis of results from towing tests performed in the shallow water towing tank of the Bulgarian Ship Hydrodynamics Centre – Varna, Bulgaria..
Keywords: catamaran, CFD

I. ВЪВЕДЕНИЕ

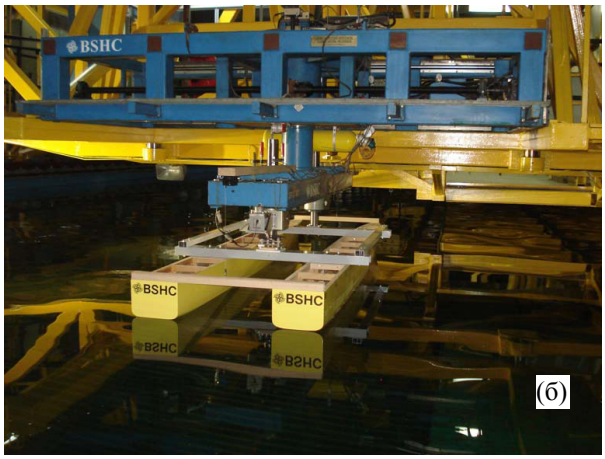
Навлизането на компютърните технологии и компютърната динамика на флуидите (Computational Fluid Dynamics, CFD) в изследванията по хидродинамика на кораба през последните години предлага алтернатива на традиционните подходи, използвани в тази област, като строежът и изпитанията на мащабни модели в специализирани хидродинамични съоръжения. Идеята за проектиране на базата на компютърни симулации (Simulation Based Design, SBD), става все по-популярна поради известния факт, че физическото симулиране е скъпо, трудоемко и изисква много време. При това, в областта на високоскоростните кораби и катамараните, надеждните експериментални данни все още са рядкост. Повишените изисквания към този тип кораби дават своето отражение и върху изискванията към софтуера, използван за тяхното проектиране, оптимизация, и (в частност) оценка на хидродинамичните им качества и влияние върху околната среда.

През последните две години, в Института по Хидро- и аеродинамика (ИХА) към БАН, Варна, бе реализирана една обемна експериментална програма за изследване на маневрените характеристики на добре известен модел на катамаран [1] (гол корпус, без стърчащи части и средства за пропулсия и управление) с помощта на механизъм за планарно движение (PMM) в плитководния басейн на ИХА. Програмата включваше три типа изпитания, а именно: (1) измерване на пълното съпротивление, потапяне/ изплаване и диферент на прав курс, тиха вода, (2) същото при различни ъгли на дрейф, като (1) и (2) се реализираха при умерени, критични и свръхкритични условия на обтичане по отношение на числото на Фруд по дълбочина Fr_h, както и (3) „чисти принудени странични колебания", „чисти принудени ъглови колебания (рискане)", и „рискане с начален дрейф". Всичко това бе реализирано за четири отделни стойности на параметъра на плитководие h/T = 8.21 („дълбока вода"), 2.5,2.0 и 1.5. Във всички случаи моделът бе свободен да извършва вертикални премествания (потапяне/ изплаване) и въртене около хоризонтална ос (диферент). Илюстрация на експерименталната установка е приведена на

Фиг.1. Пълно описание на експерименталната програма е приведено в [2].



(а)



(б)

Фиг.1. Схема на експерименталната установка (**а**), и изглед на модела в опитния басейн (**б**).

Основната цел на програмата бе осигуряване на надеждна база данни за валидация на софтуер за компютърни симулации и оценка на пригодността му за SBD. Компютърните симулации бяха осъществени с програмата CFDShip-IOWA, версия 4.0, 2008 год., която е паралелен код, предвиден за изпълнение на мултипроцесорни клъстери, използващ мултиблокови динамични препокриващи се структурни мрежи, трасиране на свободната повърхност по метода на множествата на ниво (level set method), съставен k-ω/k-ε модел на турбулентност и предиктор на движения със шест степени на свобода. Кратко описание на математическата основа на компютърната програма е приведено в следващите раздели.

II. УРАВНЕНИЯ НА ДВИЖЕНИЕ НА ТЕЧНОСТТА

Предполага се, че флуидът е еднофазен, несвиваем и вискозен, течението е изцяло турбулентно, и съществува свободна повърхност, върху която пълното налягане е равно на атмосферното.

Уравненията на движение на флуида (уравнението за непрекъснатост и нестационарните уравнения на Навие-Стокс, или URANS, както са известни в западната литература) се обезразмеряват посредством скоростта на насрещното течение U_∞ , характерната дължина L, масовата плътност ρ и коефициента на молекулярна динамична вискозност μ. В декартови координати уравненията имат следния тензорен вид:

$$\frac{\partial U_i}{\partial x_i} = 0; \qquad (1)$$

$$\frac{\partial U_i}{\partial t} + U_j \frac{\partial U_i}{\partial x_j} = -\frac{\partial \tilde{p}}{\partial x_i} + \frac{1}{\mathrm{Re}} \frac{\partial^2 U_i}{\partial x_j \partial x_j} - \frac{\partial}{\partial x_j} \overline{u_i u_j} + \qquad (2)$$

$$+ f_{bi}$$

където U_i (U, V, W) са осреднените по Рейнолдс компоненти на скоростта, x_i (x, y, z) са трите независими координати, $\mathrm{Re}=U_\infty L/\nu$ е числото на Рейнолдс, $\overline{u_i u_j}$ са Рейнолдсовите напрежения, $\tilde{p} = (\frac{p - p_\infty}{\rho U_0^2} + z/Fr^2$ е коефициент на пиезометрично налягане, $Fr = U_0/\sqrt{gL}$ е числото на Фруд, и f_{bi} е вектор на обемните масови сили (ако съществуват).

Уравненията (1) и (2) се трансформират от физическата област с Декартови координати (x,y,z,t) в изчислителното пространство с обобщени неортогонални криволинейни координати (ξ,η,ζ,τ), вследствие на което добиват вида:

$$\frac{1}{J}\frac{\partial}{\partial \xi^j}(b_i^j U_i) = 0; \qquad (1a)$$

$$\frac{\partial U_i}{\partial \tau} + \frac{1}{J} b_j^k \left(U_j - \frac{\partial x_j}{\partial \tau} \right) \frac{\partial U_i}{\partial \xi^k} = -\frac{1}{J} b_i^k \frac{\partial \tilde{p}}{\partial \xi^k} + \qquad (2a)$$

$$+ \frac{1}{J}\frac{\partial}{\partial \xi^j}\left(\frac{b_i^j b_i^k}{J\,\mathrm{Re}} \frac{\partial U_i}{\partial \xi^k} \right) + \frac{b_j^k}{J}\frac{\partial \upsilon_t}{\partial \xi^k}\frac{b_i^l}{J}\frac{\partial U_j}{\partial \xi^l} + S_i$$

където J и b са якобиан и метрични коефициенти на трансформацията. Детайлите на тази трансформация са описани подробно в съответната литература [3].

III. ТУРБУЛЕНТЕН МОДЕЛ

Използва се смесен модел на изотропна турбулентност от тип k-ω/k-ε, при който турбулентната кинетична енергия k и спе-

цифичната скорост на вискозна дисипация ω се определят с уравненията:

$$\frac{\partial k}{\partial t}+(\mathbf{v}-\sigma_k\nabla\nu_t)\cdot\nabla k-\frac{1}{P_k}\nabla^2 k+s_k=0\,; \qquad (3)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial t}+(\mathbf{v}-\sigma_\omega\nabla\nu_t)\cdot\nabla \omega-\frac{1}{P_\omega}\nabla^2\omega+s_\omega=0\,, \qquad (4)$$

където турбулентната вискозност ν_t и ефективното число на Пекле се дефинират като:

$$\nu_t=\frac{k}{\omega}, P_k=\frac{1}{1/Re+\sigma_k\nu_t}, P_\omega=\frac{1}{1/Re+\sigma_\omega\nu_t}, \qquad (5)$$

а s_k и s_ω се дефинират с формулите:

$$s_k=-G+\beta^*\omega k\,;$$

$$s_\omega=-\gamma\frac{\omega}{k}G+\beta^*\omega^2-2(1-F_1)\sigma_\omega\frac{1}{\omega}\nabla k\cdot\nabla\omega\,. \qquad (6)$$

F_1 в уравнение (6) представлява сращаща функция, която извършва превключването между модела k-ω, валиден в пристенните области, и модела k-ε в областта на свободното течение. Константите на модела също зависят от F_1. Този модел запазва преимуществата на k-ω (просто задаване на граничното условие върху твърдите стени) и на k-ε (независимост от условията във външното течение). Подробностите, свързани със самия модел и неговото приложение в рамките на софтуера CFDShip-IOWA са описани в [3].

III. МЕТОД ЗА ТРАСИРАНЕ НА СВОБОДНАТА ПОВЪРХНОСТ

За трасиране на свободната повърхност се използва функция от знакоопределено разстояние, чието нулево (стационарно) ниво представлява интерфейса между две фази (в случая: въздух-вода). Този метод е известен като метод на множествата на ниво (level set method, LSM) и е бил прилаган с успех към несвиваеми течения със свободна повърхност (вж. например [6]). При течения без масообмен LSM функцията трябва да се транспортира по течението като материална повърхнина, т.е. да удовлетворява кинематичното гранично условие

$$\frac{\partial \phi}{\partial t}+\mathbf{v}\cdot\nabla\phi=0\,. \qquad (7)$$

Динамичното гранично условие се извлича от условията за прекъсване по интерфейса въздух-вода, предполагайки, че плътността и вискозността на въздуха могат да се пренебрегнат. В резултат се получават следните гранични условия за скоростта и налягането:

$$\nabla\mathbf{v}\cdot\mathbf{n}=0\,; \qquad (8)$$

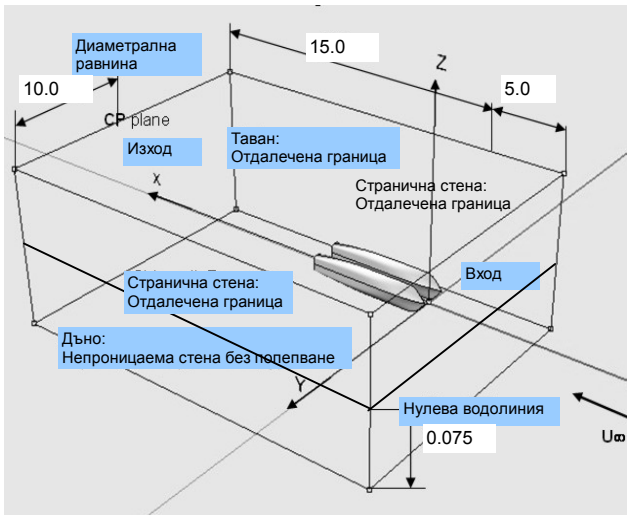
$$p_{int}=\frac{z_{int}}{Fr^2}\,, \qquad (9)$$

където $\mathbf{n}$ е единичната нормала към свободната повърхност, определяна чрез LSM функцията

$$\mathbf{n}=\frac{\nabla\phi}{|\nabla\phi|}\,. \qquad (10)$$

Тъй като LSM функцията се дефинира като положителна във водата, и отрицателна – във въздуха, то $\mathbf{n}$ винаги е насочена към пространството, заемано от въздуха. Удовлетворяването на уравнения (8) и (9) върху свободната повърхност гарантира удовлетворяването на динамичното гранично условие. Следователно, решаването на уравнение (8) в пространството, заемано от въздуха, и (1) и (2) в пространството, заемано от водата, резултира в скоростно поле, удовлетворяващо уравненията за съхранение на масата и импулса във водата, както и граничните условия на свободната повърхност.

IV. КООРДИНАТНИ СИСТЕМИ, ИЗЧИСЛИТЕЛНО ПРОСТРАНСТВО И МРЕЖИ



Фиг.2. Област на течението и местна координатна система

Въвеждат се следните координатни системи:
(1) Абсолютна (инерциална) система (АКС), свързана неподвижно със Земята;

(2) Местна координатна система (неинерциална) МКС, свързана неподвижно с корпуса на катамарана с начало върху несмутената водна повърхност и ориентирана по начина, показан на Фиг.2. От математическа гледна точка е без значение в коя от тези две системи ще се решават уравненията за движение на флуида (1),(2). Но от изчислителна гледна точка е по-удобно решението да се получава в МКС поради факта, че обтеченото тяло е свободно да извършва определен тип движения под въздействие на хидродинамичните реакции, чието описание се осъществява по-лесно спрямо МКС [5].

Изчислителното пространство се моделира като правоъгълен паралелепипед с граници (обезразмерени спрямо L-характерната дължина на модела), показани на Фиг.2. На същата фигура са отбелязани и типовете гранични условия (ГУ), дефинирани за различните граници. Повърхнината на модела се дефинира като твърда граница с прилепване. Подробности относно различните типове ГУ, налични в използвания софтуер, са приведени в [3].

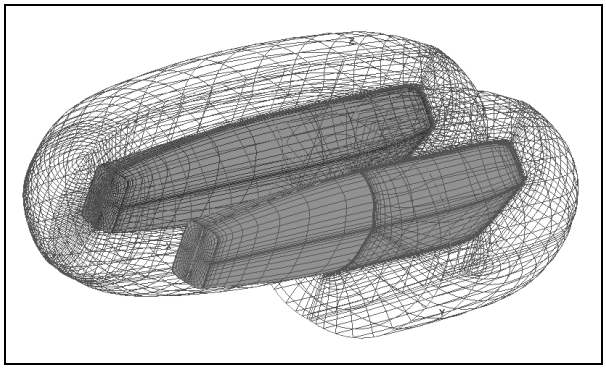
Дискретизацията на задачата, т.е. свеждането и до диференчен аналог на аналтичния модел (1), (2) се извършва по метода на крайните обеми (Finite Volume Method) върху съответна изчислителна мрежа, която трябва да отговаря на ред изисквания, описани подробно в литературата (вж. например [4], [8]) .

Изчислителната мрежа в настоящия случай е съставена от три отделни взаимно пресичащи/препокриващи се блока: основна (фонова) мрежа – ортогонална структурна мрежа, заемаща цялата област на течението на Фиг.2, и две О-образни неортогонални хиперболични структурни мрежи от типа „граничен слой”, (Фиг.3), обхващащи двата монокорпуса на катамарана, които са вложени във фоновата мрежа. Такива мрежи са известни като мрежи от тип CHIMERA [7], [8]. Правилното асемблиране на общата числена мрежа, върху която се осъществява решението на задачата, се реализира чрез отделен изчислителен процес, който се изпълнява едновременно с основния (вж. [9], например).

V. РЕЗУЛТАТИ ОТ ЧИСЛЕНИТЕ СИМУЛАЦИИ

Числените мрежи за решаване на поставената задача са генерирани със софтуера Gridgen, v.15 [10]. Общата мрежа включва 2.63 милиона клетки, с отчитане на симетрията на течението и телата спрямо диаметралната равнина. Понеже надводната част на монокорпусите не участва по никакъв начин в разчетите и за улеснение при генерирането на О-образните мрежи, монокорпусите са отразени огледално спрямо равнината на главната палуба (Фиг.3). Мрежите са генерирани така, че да е спазено условието $y^+ < 1$.

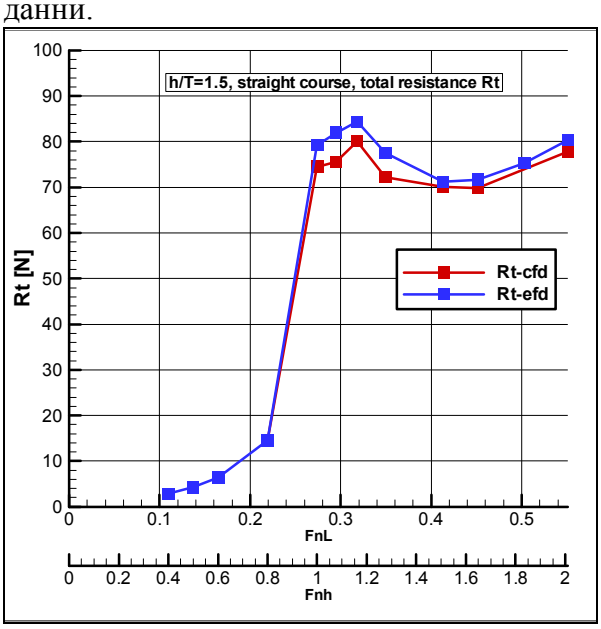
Същият вид обща мрежа бе използван и за „дълбоководния” случай с h/T=8.21, докладван в [2], [11] и [12], с тази разлика, че долната граница на фоновата мрежа бе разположена на относително разстояние 0.473 от равнината на несмутената водна повърхност, съответващо на увеличената дълбочина на водата в сравнение с плитководния случай, разглеждан в тази статия.



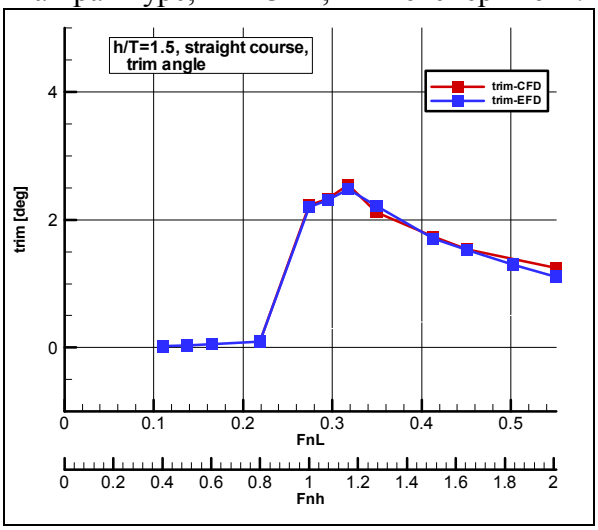
Фиг.3. Структурни мрежи от тип “граничен слой” около монокорпусите.

На Фиг.4 е показано сравнение между числените и експериментални стойности на пълното съпротивление във функция от числата на Фруд Fn_L и Fn_h. Видно е, че числената симулация възпроизвежда много точно характера на експерименталната крива, с относителна грешка от сравнение, не-по-голяма от 7% в целия диапазон. Същото е видно и за динамичния

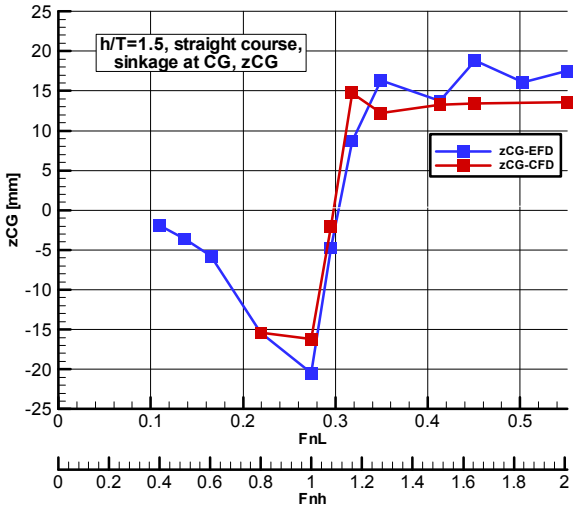
диферент (Фиг.5). Отклоненията са малко по-големи при динамичното потапяне/ изплаване (Фиг.6), но там е налице и по-голямо разсейване в експерименталните данни.



Фиг.4. Пълно съпротивление на модела R_t на прав курс, — CFD, — експеримент.

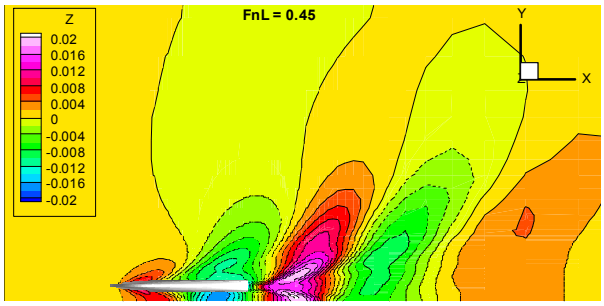


Фиг.5. Диферент на модела в градуси , — CFD, — експеримент.

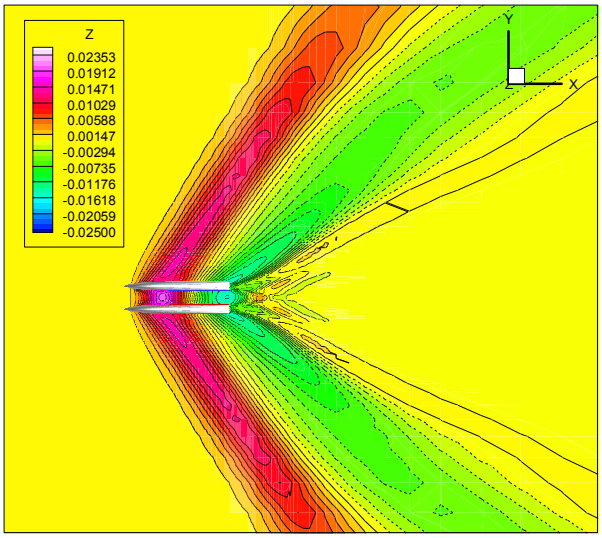


Фиг.6.Потапяне/изплаване на ЦТ на модела, zCG, — CFD, — експеримент.

На Фиг.7 и 8 са показани разчети на вълновите картини при едно и също число на Фруд Fn_L = 0.45, илюстриращи изменението във вълновата система вследствие на плитководието. Очевидно е, че в случая "дълбока вода" вълновата картина наподобява класическата Келвинова вълнова система, известна от теорията на кораба. Плитководието (съответстващо на свръхкритичен режим на обтичане с Fn_h=1.63) води до пълно изчезване на системата от напречни вълни и оформяне на интензивна носова вълна с ъгъл на разтвора, по-голям от Келвиновия ъгъл – явление, което бе наблюдавано и в експериментални условия.



Фиг.7. Вълнова картина на "дълбока вода", Fn_L=0.45, Re=$6.3.10^6$



Фиг.8. Вълнова картина на плитководие $h/T=1.5$, $Fn_L=0.45$, $Re=6.3.10^6$

VI. ИЗВОДИ

Компютърните симулации и сравнението с експерименталните данни показват, че на ниво моделен мащаб е възможно напълно достоверно прогнозиране на интегралните характеристики на обтичането: пълно съпротивление, потапяне/изплаване и диферент на модела при движение на прав курс с постоянна скорост на тиха вода в условията на плитководие. Нещо повече, приведените в [2], [11], [12] резултати показват, че софтуерът CFDShip-IOWA е в състояние да моделира достоверно и по-сложни режими на обтичане, като такива с ъгъл на дрейф и движения по зададени траектории, характерни при изпитанията за оценка на маневреността на кораба.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Vant Veer, R. Experimental Results of Motions, Hydrodynamic Coefficients and Wave Loads on the 372 Catamaran Model. TU Delft Report 1129, 1998.

[2].Zlatev, Z.Z., Milanov, E.M., Chotukova, V., Sakamoto, N., Stern, F. Combined Model-scale EFD-CFD Investigation of the Maneuvering Characteristics of a High Speed Catamaran. Proceedings of the 10th International Conference FAST 2009, Vol. 1, 5-8 October, 2009, Athens, Greece.

[3]. Patterson, E.G., Wilson,R.V., Stern, F. General-purpose Parallel Unsteady RANS Ship Hydrodynamics Code:CFDShip-IOWA. IIHR Report 432,Iowa Institute of Hydraulic Research, The University of Iowa, USA, 2003.

[4]. Xing, T.,Carrica,P.,Stern,F. Computational Towing Tank Procedures for Single Run Curves of Resistance and Propulsion. ASME J.Fluids Eng., **130**, 101102,2008,pp.1-14.

[5]. Lewandowski, E.M. The dynamics of Marine Craft. Maneuvering and Seakeeping..World Scientific Publ.Co.,Advanced Series on Ocean Engineering-Vol.22, 2004.

[6]. Carrica, P.M.,Wilson, R.V., Stern F. An Unsteady Single-phase Level Set Method for Viscous Free Surface Flows. Int.J.Numer.Meth.Fluids, **53**:229-256, 2007.

[7]. Thompson, J.F., et al. Numerical Grid Generation. Amsterdam, North Holland, 1992.

[8]. Thompson, J.F., Weatherill, N.P. (ed.). Handbook of Grid Generation. CRC Press LLC, 1999.

[9]. Noack, R.W. SUGGAR: a General Capability for Moving Body Overset Grid Assembly. **AIAA 2005-5117**.17th AIAA Computational Fluid Dynamics Conference, June 6-9, 2006, Toronto,Canada.

[10].GRIDGEN, version 15, User Manual. Pointwise Inc, 2006.

[11]. Zlatev, Z. Delft Catamaran Deep and Shallow Water Resistance, Annual Meeting: URANS/DES Code Development for Ship Hydrodynamics Simulation Based Design: CFDSHIP-IOWA.On and Off-Site Contract program Review, IIHR, University of Iowa, August 14, 2008. (presentation).

[12]. Zlatev, Z. Delft Catamaran Deep and Shallow Water PMM, Annual Meeting: URANS/DES Code Development for Ship Hydrodynamics Simulation Based Design: CFDSHIP-IOWA.On and Off-Site Contract program Review, IIHR, University of Iowa, July 29, 2009. (presentation).

За контакти:
Инж. Златко Златев, н.с. I ст., секция „Морски информационни технологии и компютърни симулации”, Институт по Хидро- и Аеродинамика (ИХА) при БАН-Варна, ул. Уйлям Фруд №1, Варна 9003
e-mail: z.zlatev@bshc.bg
инж. Иван Василев Иванов, Доцент, доктор, Катедра „Корабостроене” при КФ на ТУ-Варна, ул.„Студентска” №1, 104М
e-mail: ivanivanov@tu-varna.bg

Рецензент: доц. д-р инж. Стоян Д. Стоянов

ХИДРОДИНАМИЧНА ОПТИМИЗАЦИЯ НА ФОРМАТА С ИЗПОЛЗВАНЕ НА УРАВНЕНИЯТА НА РЕЙНОЛДС

HYDRODYNAMIC SHAPE OPTIMIZATION WITH SOLVING RANSE

Стефан Кюлевчелиев

Резюме: Представена е числена процедура за хидродинамична оптимизация на формата на тяло, движещо се във флуид, с моделиране на вискозното обтичане с помощта на уравненията на Рейнолдс. Хидродинамичните уравнения се решават с компютърната програма Fluent. Оптимизационният алгоритъм, деформацията на геометрията и интерфейсът с хидродинамичната задача са реализирани с помощта на наличните във Fluent функции и възможността за програмиране на потребителски функции. Процедурата е валидирана с оптимизация на крилен профил.

Ключови думи: крилен профил, уравнения на Рейнолдс, Флуент, хидродинамична оптимизация, числена хидродинамика

Abstract: The paper presents a numerical procedure for hydrodynamic shape optimization with modeling the viscous flow by solving the Reynolds averaged Navier-Stokes equations (RANSE). The hydrodynamic problem is solved with the commercial code Fluent. The optimization algorithm, the geometry deformation and the interface with the hydrodynamic problem are implemented within a user-defined function communicating with Fluent. The procedure is validated by optimization of a foil.

Keywords: CFD, Fluent, foil, RANSE, shape optimization

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Постоянният напредък в числената хидродинамика (CFD) и компютърните мощности направи реалност не само адекватното симулиране на обтичането около тела с реалистична геометрия чрез решаване на осреднените по Рейнолдс уравнения на Навие-Стокс (RANSE), но и прогнозирането на ефекта от изменение на формата и оптимизирането й. В последното десетилетие се наблюдава изключително голям интерес към проблема. Прилагат се различни оптимизационни алгоритми – генетични и градиентни. При последните, градиентите се изчисляват също по разнообразни методи – крайни разлики, повърхности на отклика и най-ефективния и икономичен - чрез т.н. „спрегната формулировка" (adjoint formulation) [4, 5].

Всички съвременни методи за хидродинамична оптимизация с използване на RANSE, обаче, изискват или са по-лесно приложими при, наличие на достъп до изходния код на CFD солвера. Този достъп е необходим за по-лесното му интегриране в съответната оптимизационна верига, или като външна функция, която може да се вика когато е необходимо, или за изчисляване на градиентите – директно или в спрегната формулировка.

Възниква въпросът как може да се ползва готов, търговски CFD солвер за хидродинамична оптимизация. В този случай не са достъпни изходните му кодове, нито е лесно да се вика той от външна оптимизационна процедура.

Задачата на настоящата работа е да се проучи възможността за разработване на практическа процедура за хидродинамична оптимизация интегрирана в търговския CFD солвер FLUENT.

II. ОБЩО ОПИСАНИЕ НА ОПТИМИЗАЦИОННА ПРОЦЕДУРА НА БАЗАТА НА FLUENT

Най-общо, основните елементи на всеки цикъл на хидродинамичната оптимизация са:

- решаване на хидродинамичните уравнения;
- оценка на целевата функция и (евентуално) нейните градиенти;
- деформиране на тялото и изчислителната мрежа.

За щастие FLUENT, както и повечето съвременни търговски CFD продукти, осигурява тези функции.

Следователно остава задачата да се организират те в оптимизационна процедура, допълвайки липсващите елементи с помощта на ползвателски функции (UDF = user-defined functions). Принципната схема на една такава организация е показана на фиг. 1.

III. ЕЛЕМЕНТИ НА ПРОЦЕДУРАТА РЕШАВАНИ ОТ FLUENT

Освен моделирането на обтичането на тялото от реална, вискозна течност, Fluent предлага възможности за реализиране и на други важни елементи на процедурата. Това става с помощта на вградени в програмата макроси [2, 3].

Деформацията на тялото в хода на оптимизацията се осъществява с макроса DEFINE_GRID_MOTION.

Деформацията на тялото налага и деформация на изчислителната мрежа във флуидната област. За целта Fluent предлага метод на изглаждане, основан на пружинна аналогия (spring-based smoothing), и местно престрояване на мрежата (local remeshing).

Редица вградени макроси позволяват извличане на данни за различни физически и геометрични параметри на процеса, които могат да бъдат необходими за изчисляване на целевата функция или някакви ограничения.

Полезни за конкретната процедура такива макроси, например, са

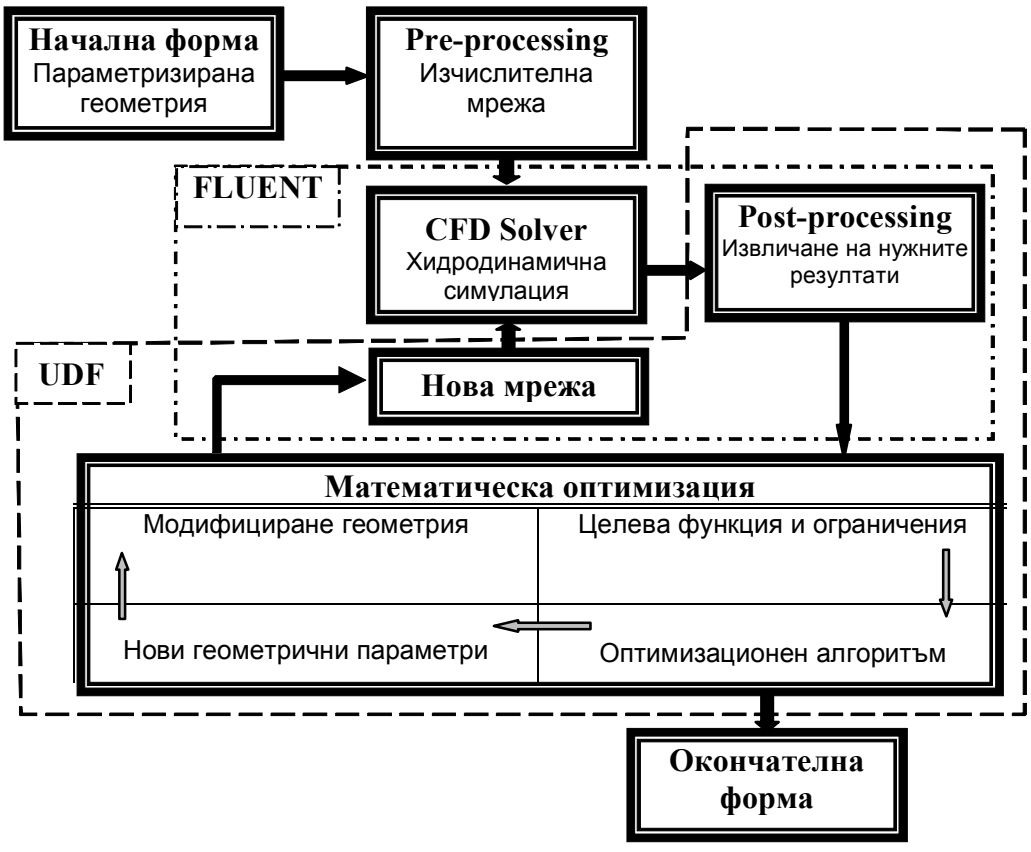
Compute_Force_And_Moment – изчисляване на хидродинамичните сили върху тялото.

C_P – налягането върху клетка от тялото

DT_CG – текущо положение на центъра на тежестта на динамична област

NODE_X, NODE_Y, NODE_Z – координати на възел от мрежата

F_AREA – изчислява лицето и нормалата към повърхностна клетка



Фиг. 1. Процедура за хидродинамично проектиране със CFD

IV. ИЗПОЛЗВАНЕ НА FLUENT В НЕСТАЦИОНАРЕН РЕЖИМ С ВЪВЕЖДАНЕ НА ПСЕВДО-ВРЕМЕ

Най-специфичната операция на оптимизационния цикъл – деформацията на тялото и мрежата – работи във FLUENT само в нестационарен режим. Доколкото се разглежда оптимизация в стационарен поток, на пръв поглед това обстоятелство изглежда като препятствие. То може да се използва, обаче, ако се заменят стъпките във времето с оптимизационни итерации, т.е. решенията на оптимизационния алгоритъм и деформацията на тялото и мрежата се извършват на всяка стъпка във времето. В този смисъл под "време" в по-нататъшните разсъждения се има предвид не физическо време на процеса, а "псевдо време" в развитието на оптимизационния процес.

Проблемът при това разглеждане е, че се прилагат деформационни ускорения, които причиняват инерционни хидродинамични сили, които могат да „заблудят" оптимизационния алгоритъм. Този ефект следва да се елиминира.

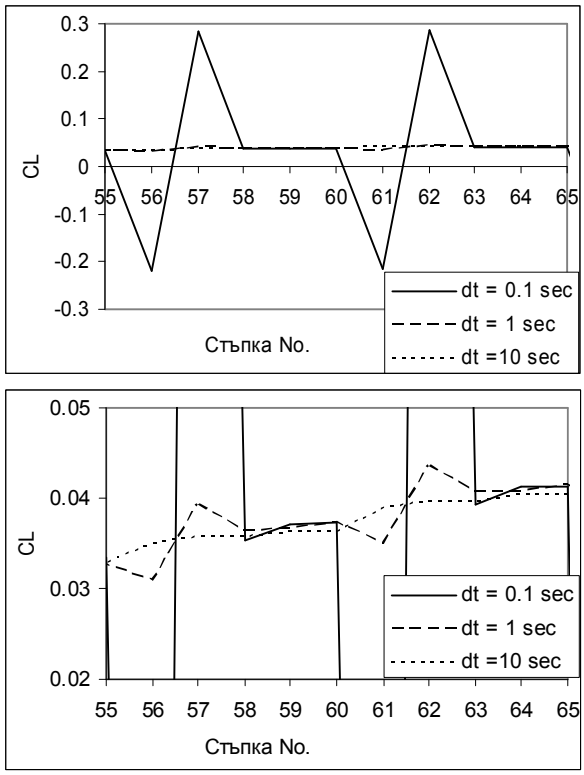
Един начин да се направи това е всяка стъпка с деформация на тялото да се последва от няколко стъпки без деформация, за да може да се стабилизира потока.

Друга идея е да се правят много големи стъпки във псевдо-времето. При обикновено малките деформации на всяка стъпка, това би довело до пренебрежими ускорения и инерционни сили.

Тези два варианта са изследвани с изчисление на крилен профил, подложен на симетрично огъване (със средната част нагоре) на всяка пета стъпка и никаква деформация в междините 4 стъпки. Хордата на профила е 1 м, а максималното провисване на всяка деформация 0.5 мм. Изпитани са три стойности на стъпката във времето: 0.1 s, 1 s, 10 s.

На фиг. 2 са показани измененията на коефициента на подемна сила през две серии деформации. Може да се види, че с двете по-къси стъпки в началото има скок на стойността, но в последвалите "стационарни" стъпки се наблюдава сходимост. При най-дългата стъпка още на първата стъпка стойността е близка до получената след сходимостта в предните случаи.

Затова в оптимизационната процедура е възприет втория вариант – една дълга стъпка във времето за всяка деформация, доколкото той е и по-икономичен.



Фиг 2. Влияние на стъпката във времето върху нестационарната компонента на силата

V. ОПТИМИЗАЦИОНЕН АЛГОРИТЪМ И ПРОГРАМНА ОРГАНИЗАЦИЯ

По принцип за хидродинамична оптимизация могат да се ползват различни алгоритми за математическа оптимизация. Все пак, предвид сложността и многомерността на задачата, мнението на автора е, че приложим към нея би бил класът методи не изискващи производни на целевата функция.

В настоящото е използван методът на директно търсене на Hook и Jeeves с дискретна стъпка [1]. Методът е лесен за програмиране, но и се счита за достатъчно

ефективен и робастен сред класа от методи без производни.

По принцип методът на Hook и Jeeves е за оптимизация без ограничения. Във настоящия случай алгоритъмът е леко модифициран за задачи с ограничения тип "прости граници", т.е. $L_i \le x_i \le H_i$.

От гледна точка на програмната организация процедурата е, може да се каже, "обърната наопаки". Нормално, оптимизационният процес се управлява от оптимизационния алгоритъм, който вика, когато е необходимо, подпрограми за изчисляване на целевата функция и/или ограниченията. В настоящия случай процесът се развива в средата на нестационарния солвер, като на всяка стъпка във времето оптимизационният алгоритъм дава инструкции за деформация на тялото и мрежата.

В конкретния случай с FLUENT, тази организация се реализира в макроса DEFINE_GRID_MOTION, описан по-горе. В него се съдържа (програмира) оптимизационният алгоритъм.

Тази ползвателска функция трябва да:

- извлече необходимите хидродинамични данни, напр. сили, налягане и пр.;
- изчисли текущата стойност на целевата функция;
- задейства единична стъпка на оптимизационния алгоритъм, въз основа на сравнение със стойностите на целевата функция от предходни стъпки;
- провери предлаганото изменение на проектните променливи за удовлетворяване на ограниченията;
- промени положението на възлите във функция от променените стойности на проектните параметри.

Освен това, флуидната област около тялото трябва да се дефинира като зона с деформираща се мрежа, чиито деформации се управляват от преместването на възлите по повърхността.

Оптимизацията започва от стационарното решение за началната форма на тялото.

VI. ВАЛИДАЦИЯ НА ПРОЦЕДУРАТА С ОПТИМИЗАРАНЕ НА КРИЛНИ ПРОФИЛИ

Работоспособността на предлаганата процедура е проверена върху хидродинамична оптимизация на крилен профил. Това е една от най-разпространените задачи, използвани при изследване на методите за хидродинамична оптимизация. Бидейки двумерна, тя позволява по-широко, но икономично, изследване на проблема. Освен това, въпреки "простотата" ѝ, задачата представлява и практически интерес.

Тук самата задача не е конкретна цел на работата, а просто тестов случай за процедурата.

VI.1. Параметризация на изменението на формата

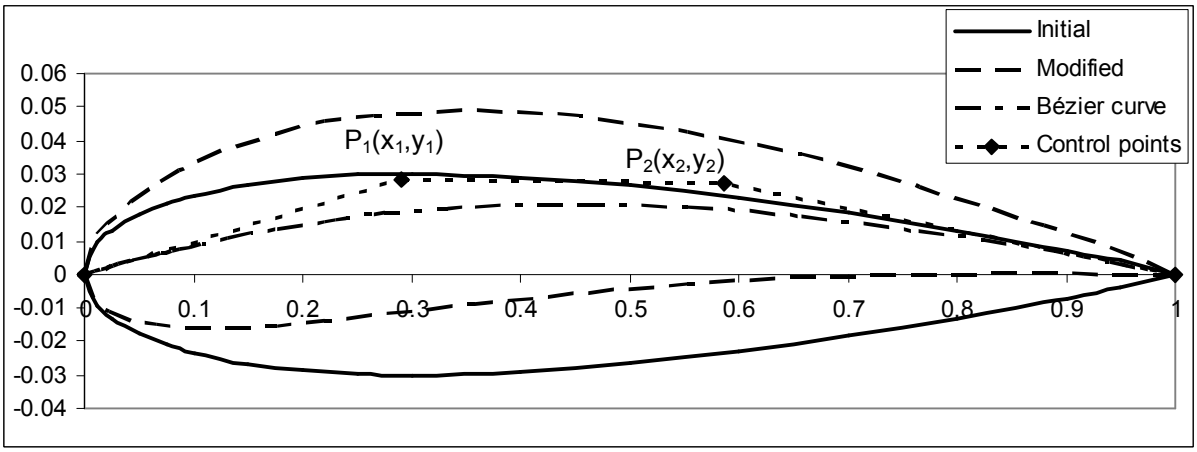
От особена важност за ефективността на процеса на хидродинамична оптимизация е схемата на параметризация на формата на тялото или само на изменението ѝ, т.е. изборът на проектни параметри и дефинирането на формата чрез тези параметри.

Параметризацията трябва да генерира достатъчно гладки и реалистични геометрии през целия оптимизационен процес. От гледна точка на икономия на време и ресурси, обаче, е желателно това да стане с колкото се може по-малък брой параметри, т.е. по-малка размерност на оптимизационната задача.

В разглеждания случай е възприет следният модел за деформация на тялото (Фиг. 3). Дефинира се една крива на Безие $\{bx(t), by(t)\}$, определена от четири контролни точки. Като параметър се приема абсцисата на началната форма, т.е. $t \equiv x^0$. Тази крива се "прибавя" към началната форма на профила $\{x^0, y^0\}$:

$$x^N = x^0 + bx\left(x^0\right), \quad y^N = y^0 + by\left(x^0\right)$$

Две от контролните точки, разположени в носовия и кърмови край на профила, остават неподвижни, т.е. остават четири проектни параметъра – координатите на двете средни точки.



Фиг 3. Параметричен модел на деформацията

VI.2. Пример 1: Максимизиране на хидродинамичното качество CL/CD

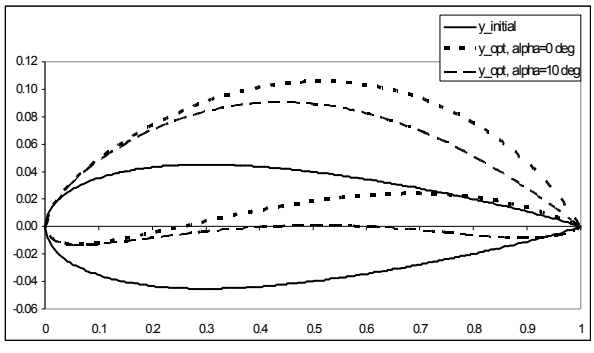
Първата типична оптимизационна задача, която е изпробвана, е максимизиране на отношението подемна сила/съпротивление. Обект на оптимизацията е профилът NACA 0009 при $Rn = 5x10^5$.

Извършена е оптимизация за два ъгъла на атака $\alpha = 0^0$ и 10^0.

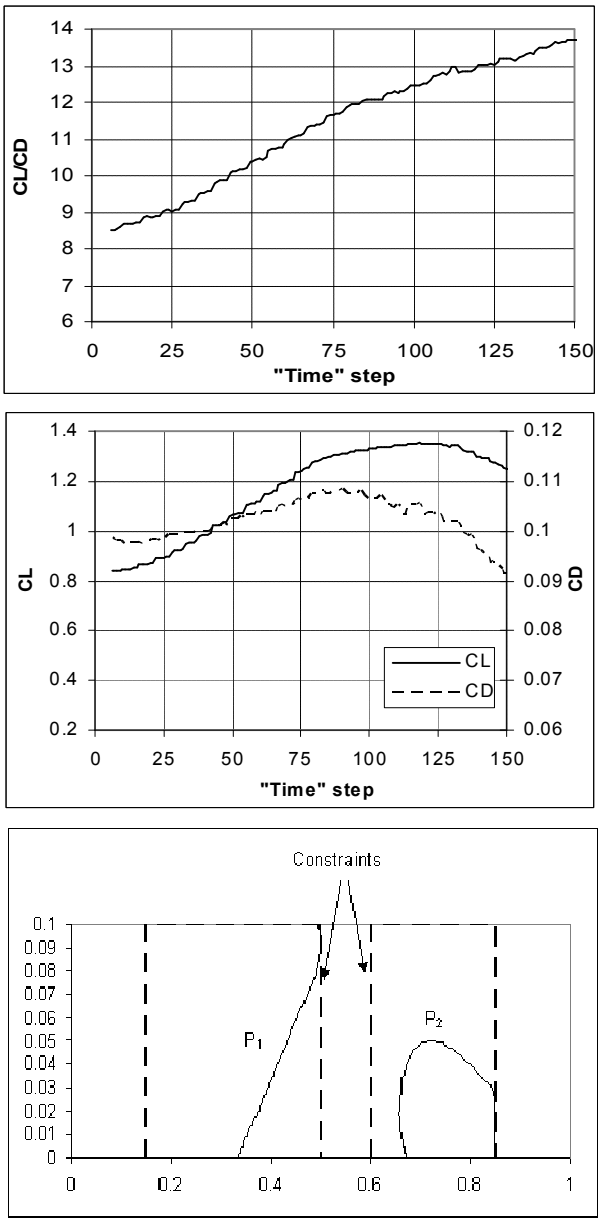
Двете получени оптимални форми са показани на фиг. 4.

На фиг. 5 е показано изменението на целевата функция и на всяка от двете хидродинамични характеристики, както и "траекториите" на двете контролни точки в процеса на оптимизация за $\alpha = 10^0$.

И в двата случая точката P1 достига до зададените граници в търсене на по-голяма подемна сила, след което точка P2 започва да се стреми да намали съпротивлението.



Фиг 4. Оптимални форми за максимизиране на отношението подемна сила/съпротивление



Фиг 5. Еволюция на целевата функция и независимите променливи

VI.3. Пример 2: "Обратно" проектиране на крилен профил

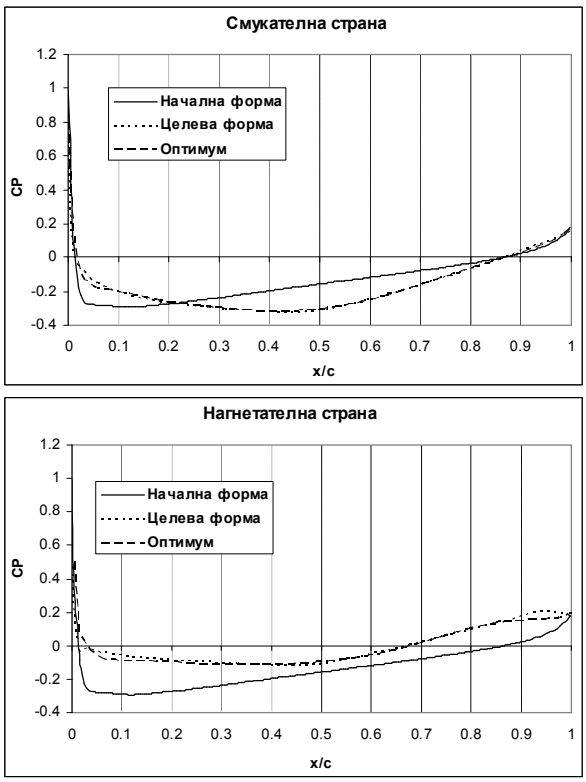
Друга оптимизационна задача, която е тествана, е т.н. "обратно проектиране", т.е. генериране на крилен профил със зададено разпределение на налягането. Това е важна практическа задача. Освен това представлява автоматично валидиращ се пример.

В случая предварително е изчислен потока около крилния профил NACA 65209 и полученото разпределение на налягането е поставено като цел на оптимизацията, започваща от симетричен крилен профил със същата дебелина – NACA 0009.

Целевата функция се дефинира като:

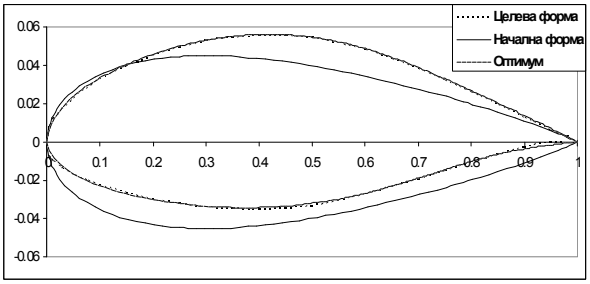
$$F_{OBJ} = \sum_i \left| CP_i - CP_i^{TARG} \right| \Rightarrow \min$$

На фиг. 6 са показани получените резултати за налягането.



Фиг 6. Зададено и получено разпределение на налягането

Интересна проверка при тази задача е, доколко близко се "реконструира" формата, чието налягане е зададено като цел (Фиг. 7).



Фиг 7. Възстановяване на целевата форма

VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конструирана е процедура за хидродинамична оптимизация на формата, интегрирана с решаването на уравненията RANS с помощта на търговския продукт FLUENT.

Процедурата е по-принцип достатъчно гъвкава по отношение на разнообразието на оптимизационни задачи, които могат да се формулират и решават, както и по отношение на оптимизационните алгоритми, които могат да се ползват.

БЛАГОДАРНОСТИ

Разработката е извършена в Института по хидро- и аеродинамика на БАН, Варна като е ползван лиценза за Fluent на института.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Базара М, Шетти К., Нелинейное програмирование. "Мир", 1982.
[2]. FLUENT 6.2 UDF Manual, Fluent Inc., 2005
[3]. FLUENT 6.2 User's Guide, Fluent Inc., 2005
[4]. Soto O., Löhner R., General Methodologies for Incompressible Flow Design Problems, AIAA-2001-1061.
[5]. Yang Chi, Löhner R., Hierarchical Hydrodynamic Optimization, 25th Symposium on Naval Hydrodynamcis, At. John's, Canada, August 2004.

За контакти:
инж. Стефан Кюлевчелиев, доцент д-р. в Катедра"Корабостроене" при КФ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1
e-mail: StefanQLF@gmail.com

Рецензент: доц. д-р инж. Иван Иванов

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДОПЪЛНИТЕЛНО КОРАБНО КОРМИЛНО УСТРОЙСТВО

EXPERIMENTAL STUDY OF AN ADDITIONAL SHIP STEERING DEVICE

Никола Петров, Евгени Миланов, Иван Иванов, Валя Чотукова, Светлин Стоянов, Николай Трънулов

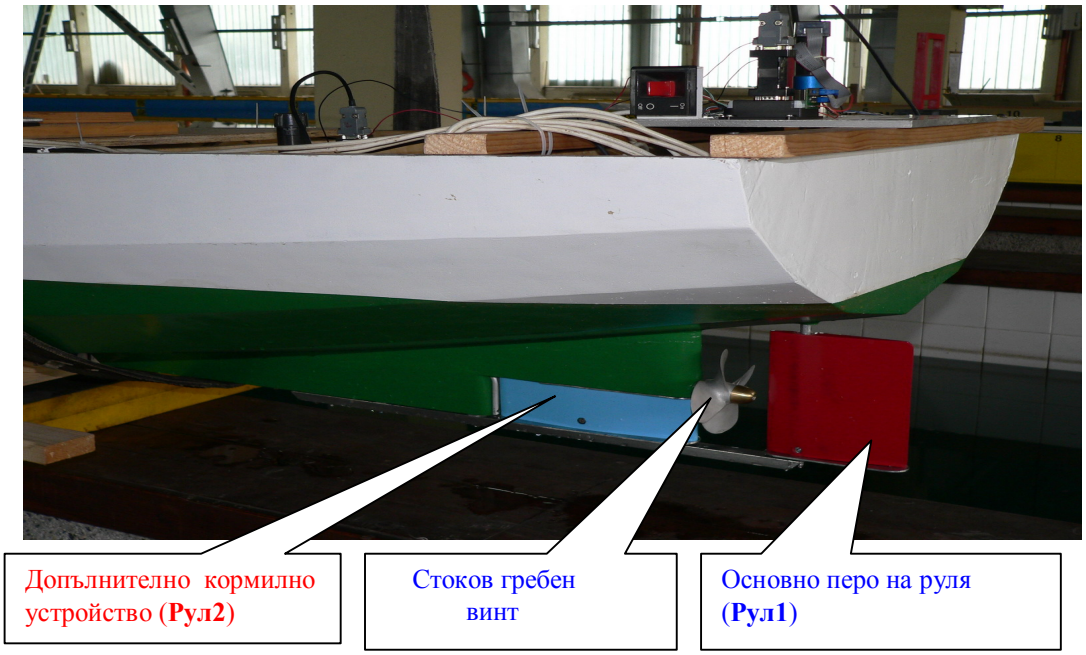
Резюме: За подобряване на маневрените качества на заден ход на едновинтовите кораби е разработено допълнително кормилно устройство, чиято ефективност е изследвана чрез автономни моделни изпитания. На база на анализ на получените резултати са направени изводи и конкретни препоръки относно практическата реализация на предлаганото техническо решение.
Ключови думи: управляемост, маневреност на кораба; корабно рулево устройство.

Abstract: For the purpose of improving the maneuvering qualities of single-screw ships in **astern** motion, an additional steering device has been designed. Its effectiveness has been investigated by free-running model tests. On the basis of the analysis of the obtained results some conclusions are drawn and particular recommendations are made regarding the practical implementation of the proposed technical solution.
Keywords: controllability; ship maneuverability; ship steering device

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Известно е, че корабите, оборудвани с конвенционални кормилни устройства са неуправляеми на заден ход по смисъла на еднозначна реакция на входното въздействие чрез средствата за управление (отклоняване на перото). Това силно затруднява маневрирането на заден ход. При едновинтовите кораби, някои маневри, дори чрез съвместното въздействие на перото и оборотите на главния двигател (в това число и реверсиране) се оказват невъзможни. Такъв е случаят с проект БК75 и неговата реализация: м/к «Бела», чието назначение е превоз на пътници на малки разстояния, при което се налага многократно извършване на маневри за отделяне от пирс и приставане към пирс. Този случай е конкретният повод да се зароди и реализира идеята за монтиране на допълнително перо в централния кил пред гребния винт, което да бъде «активно» при движението на заден ход.

За проверка ефективността на допълнителното кормило е взето решение да се изработи модел на м/к «Бела», на който да се монтира допълнително перо и да се извърши експериментално изследване на маневрените качества на кораба на заден ход. За целта в катедра «Корабостроене» на Технически университет – Варна (ТУВ) е проектирано и изработено допълнителното кормилно устройство и е направен триметров модел на кораба. В Института по хидро- и аеродинамика (ИХА)-БАН – Варна е извършено необходимото дооборудване на модела и в маневрено-мореходния басейн е направено изследване по метода на автономните маневрени изпитания. На фиг.1 е показана кърмовата част на модела и компановката на модифицирания винто-кормилен комплекс.



Фиг. 1. Модифициран винто-кормилен комплекс

II.1. ОСНОВНИ ДАННИ ЗА КОРАБА И МОДЕЛА

Модел на корпуса: Модел „ИХА – ТУВ Варна”
Мащаб на модела: 6.41*

Таблица 1. Главни размери на кораба и модела**

Характеристика	Означение	Размерност	Стойност	
			Кораб	Модел
Дължина м/у перпендикулярите	L_{PP}	[m]	19.120	2.983
Ширина по водолиния	B	[m]	4.940	0.771
Газене проектно от основна линия	T	[m]	1.320	0.206
Обемно водоизместване	∇	[m^3]	56.600	0.214
Коефициент на обща пълнота	C_B	[-]	0.481	0.481
Пълнота на средното ребро	C_M	[-]	0.760	0.760
Пълнота на водолинията	C_{WP}	[-]	0.633	0.633

Забележки: *) мащабът е определен чрез контролни измервания на модела
**) по данни от документацията на проект БК75

Таблица 2. Данни за използвания модел на стоков гребен винт №P0234

Характеристика	Означение	Размерност	Стойност
Диаметър на винта	D_P,	[m]	0.125
Крачково отношение на 0.7R	$(P/D)_{0.7R}$	[-]	0.8
Дисково отношение	A_E/A_0,	[-]	0.7
Брой лопатки	Z,	[-]	4
Посока на въртене	+	[-]	дясна

Таблица 3. Данни за главното перо на кораба

Характеристика	Означение	Размерност	Стойност
Площ на перото	A_R	[m^2]	0.881
Максимална височина	h_R	[m]	1.058
Средна хорда	b_R,	[m]	0.833
Коефициент на компенсация	k_R	[-]	0.270
Профил на перото	NACA 0014	[-]	-

Таблица 4. Данни за допълнителното перо на кораба

Характеристика	Означение	Размерност	Стойност
Площ на перото	*Aadd*	[m^2]	0.543
Максимална височина	h*add*	[m]	0.385
Средна хорда	b*add*	[m]	1.410
Коефициент на компенсация	k*ad*	[-]	0.480
Профил на перото	NACA 0014	[-]	-

II.2. ОБХВАТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

В специализираната литература не са известни числени критерии за оценка на управляемостта на заден ход, а оценките се базират на данните от определен набор маневри, при движение в това направление. На тази основа съществува качествена класификация на управляемостта на обекта на заден ход, като например, приведената в [1]. По принцип обаче, дефинираните „пълна" , „частична" и липса на управляемост на заден ход нямат голяма практическа стойност. Даден кораб, например, може да има частична управляемост на заден ход, но това да удовлетворява конкретни изисквания за извършване на дадена маневра, например „приставане/отделяне" от пирс, което да е достатъчно за него от експлоатационна гледна точка.

Необходимо е да се получи отговор на задачата за ефективността на допълнителното кормило в два аспекта:

а/ обща оценка на управляемостта на заден ход;

б/ управляемост във важни за конкретния кораб режими на маневриране. Затова изследването е съсредоточено върху моделирането на следните маневри:

- Излизане от циркулация на заден ход
- Поддържане на прав курс на заден ход
- Зиг-заг на заден ход
- Отделяне/приставане към пирс

Начални условия на маневрите на модела:

- Скорост на движение и обороти на винта на преден ход:

Съответствието между скоростта на модела на преден ход и скоростта на кораба (8kn=4,112m/s) се осигурява чрез запазване стойността на Фрудовото число.

$$F_n = \frac{V}{\sqrt{gL}} = 0.300:$$

$$V_M = F_n\sqrt{gL_M} = 1.623 m/s,$$

Където g=9.81m/s^2 – земно ускорение;
L_M= 2.983 m – дължина на модела.
Експериментално в опитния басейн е определено, че тази скорост на модела се постига при обороти на използвания гребен винт n=23.0 s^{-1} .

- Обороти на гребния винт на заден ход:

Скоростта на движение на заден ход се получава при обороти на гребния винт, равни на 50% от оборотите на преден ход:
n^*=0.5n=11.5 s^{-1}.

Максимални ъгли на отклонение на перата:

- Основно перо (рул 1) - $\delta_1^{max}=\pm 35^{\circ}$;
- Допълнително перо (рул 2) - $\delta_2^{max}=\pm 45$.

Предвид отсъствието на данни за времеконстантите на реверсиране на гл. двигател, в моделни условия достигането на зададените обороти на заден ход е извършвано почти незабавно след съответната команда.

II.3. ПРОГРАМА НА ЕКСПЕРИМЕНТИТЕ

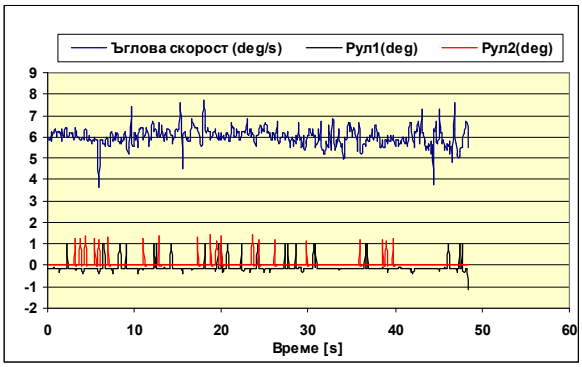
Наименование на маневрата	**Основно кормило**	**Допълнително кормило**	**Обороти на гребния винт [s^{-1}]**	**Фиг.**
1. Движение на заден ход с нулев ъгъл на основно и допълнително кормило	Рул1=0.0°	Рул2=0.0°	11.5	Фиг.2
2. Излизане от циркулация на ЛБ на заден ход с управление на основното кормило	Рул 1=35°	Рул 2=0.0°	11.5	Фиг.3
3. Излизане от циркулация на ЛБ на заден ход с управление на основно и допълнително кормило	Рул 1=35°	Рул 2=35°	11.5	Фиг.4
4. Излизане от циркулация на ДБ на заден ход с управление на основното кормило	Рул 1=35°	Рул 2=0.0°	11.5	Фиг.5
5. Излизане от циркулация на ДБ на заден ход с управление на основно и допълнително кормило	Рул 1=35°	Рул 2=35°	11.5	Фиг.6
6. Удържане на кораба на прав курс на заден ход с управление на основно кормило	Рул 1_варира	Рул 2=0.0°	11.5	Фиг.7
7. Удържане на кораба на прав курс на заден ход с управление на сновно и допълнително кормило	Рул 1_варира	Рул 2_ варира	11.5	Фиг.8
8. Зигзагообразно движение на кораба на заден ход с управление на основно и с допълнително кормило	Рул 1=18°	Рул 2=45°	11.5	Фиг.9
9. Зигзагообразно движение на кораба на заден ход с управление на основно и допълнително кормило	Рул 1=30°	Рул 2=45°	11.5	Фиг.10
10.Отделяне на кораба от ЛБ с управление на основно кормило	Променлив ъгъл	Рул2=0.0°	Променл.	-
11.Отделяне на кораба от ЛБ с управление на основно и допълнително кормило	Променлив ъгъл	Променлив ъгъл	Променл.	-
12.Приставане на кораба на ДБ с управление на основно кормило	Променлив ъгъл	Рул2=0.0°	Променл.	-
13.Приставане на кораба на ДБ с управление на основно и допълнително кормило	Променлив ъгъл	Променлив ъгъл	Променл.	-

II.4. АВТОНОМНИ МОДЕЛНИ МАНЕВРЕНИ ИЗПИТАНИЯ

Тестовите маневри са осъществени в Маневрено-мореходния басейн (ММБ) на ИХА в условията на дълбока и тиха вода.

а. **Движение на заден ход без управление на двете пера**

Моделът се ускорява на заден ход със зададените обороти $n^{*}=11.5s^{-1}$ без да се управляват двете пера. Той влиза в самопроизволна циркулация на ляв борд с установена ъглова скорост 6 °/сек. Корабът очевидно е неустойчив на заден ход-фиг.2.

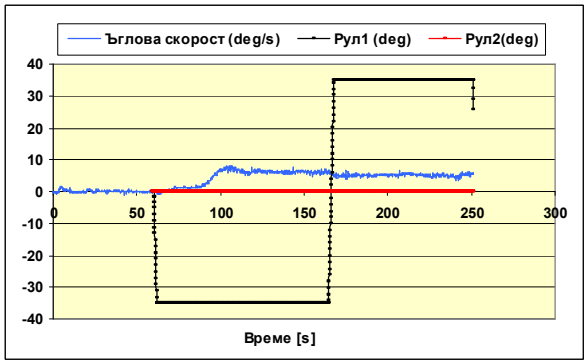


Фиг. 2. Движение на заден ход без управление с двете пера
- влизане в самопроизволна циркулация на ЛБ

***b.* Излизане от циркулация на заден ход**

<u>На ляв борд</u>

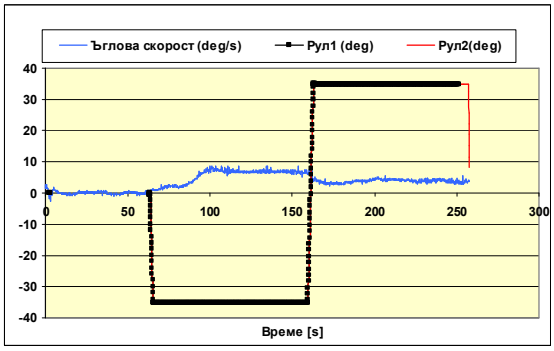
Моделът се ускорява на заден ход със зададените $n^* = 11.5s^{-1}$ и влиза в циркулация с ъгъл на основното перо δ_1=35º на ляв борд. Моделът се движи в режим на установена циркулация, след което се прави опит същият да бъде изведен от циркулацията с максимален ъгъл на щатното перо на противоположния борд – фиг. 3.



Фиг. 3. Опит за излизане от циркулация на ЛБ с основното перо

От фиг. 3 се вижда, че независимо от прилагането на управляващо въздействие на противоположния борд, моделът продължава да се движи с почти непроменени стойност и знак на ъгловата скорост на въртене, т.е. не може да бъде изведен от циркулация с помощта на щатното перо.

Аналогичната маневра е извършена и с двете пера – щатно и допълнително – фиг. 4.

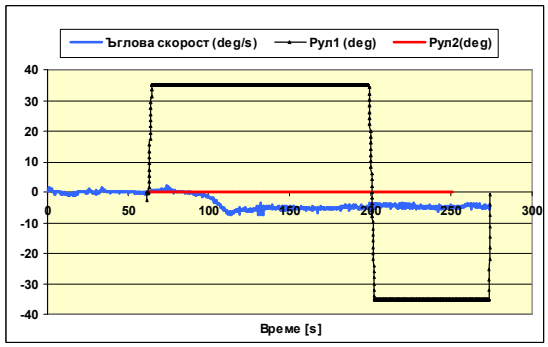


Фиг. 4 Опит за излизане от циркулация на ЛБ с помощта на двете пера

И в този случай, независимо от наличието на известен спад в ъгловата скорост, моделът не излиза от циркулацията на заден ход.

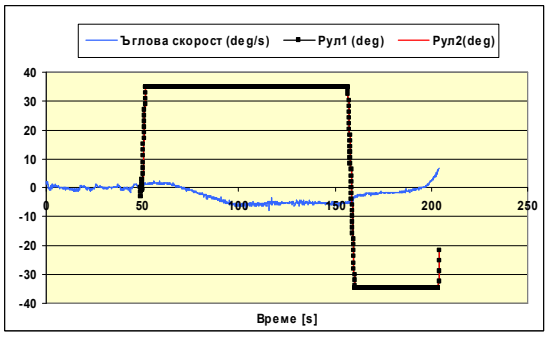
<u>На десен борд</u>

Излизане от циркулация само с помощта на основното перо не е възможно – фиг. 5.



Фиг. 5 Опит за излизане от циркулация на ДБ с помощта на основното перо

С прилагането на синхронно управление с двете (основно и допълнително пера) е възможно излизането от установена циркулация на заден ход ДБ - фиг. 6.

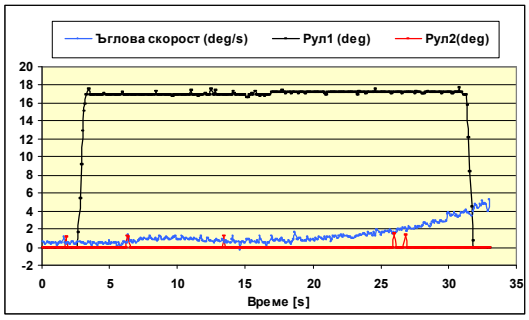


Фиг. 6 Успешно излизане от циркулация на ДБ с помощта на двете пера

След 200-та секунда в мащаб на модела ъгловата скорост променя знака си и стръмно нараства по посока въртенето на противоположния борд.

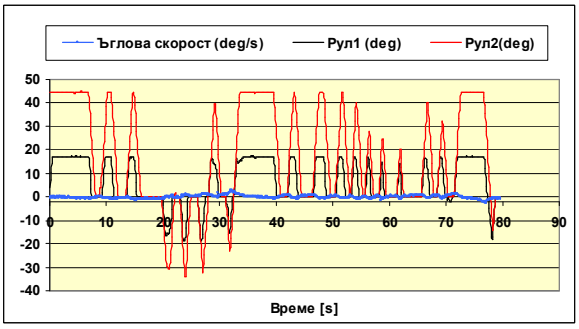
c. Поддържане на прав курс на заден ход

Както се очаква, при наличие на конвенционално рулево устройство, моделът не е в състояние да поддържа при движение на заден ход зададен прав курс само с основното перо, което се илюстрира с фиг. 7.



Фиг. 7 Неуспешен опит за поддържане на прав курс с управление на основното перо

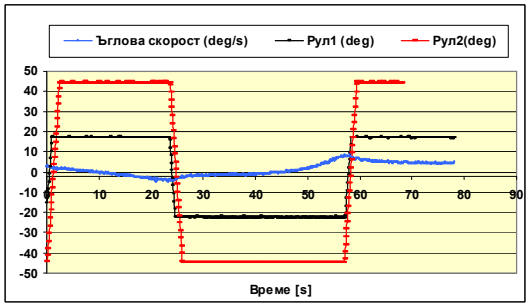
От фиг. 8 се вижда, че с помощта на двете пера, поддържането на зададен прав курс е успешно. В случая, поддържането на почти нулева ъглова скорост е осъществено с периодически задавани максимални ъгли на допълнителното перо – около 45°, докато ъглите на основното перо варират в рамките на умерените стойности – около 18°.



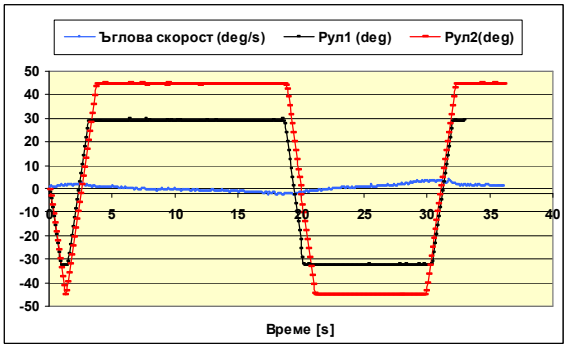
Фиг.8 Успешно поддържане на зададен прав курс на заден ход
(нулева ъглова скорост) с помощта на двете пера

d. Извършване на зиг-заг маневра на заден ход

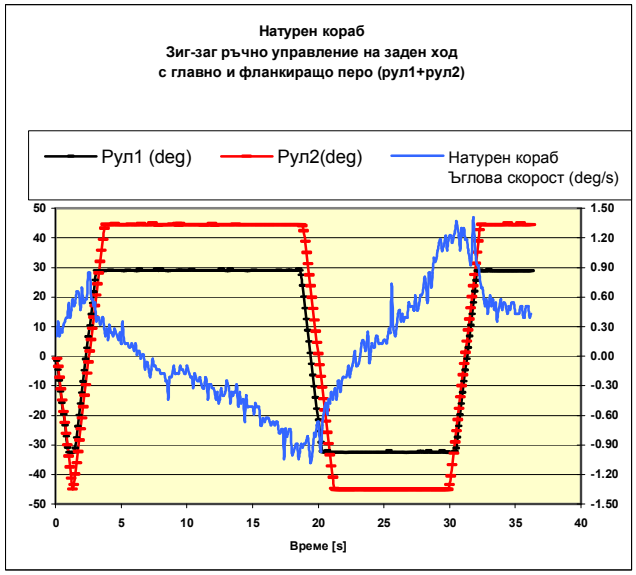
Възможността за извършване на зиг-заг маневра допълнително показва способността на плавателния съд за промяна на курса на заден ход. При комбинация на управление с двете пера δ_1=18º и δ_2=45º, след първите два периода на промяна в курса, респективно знака на ъгловата скорост, моделът не се подчинява на следващите команди с рулите след влизане в лява циркулация фиг. 9.



Фиг. 9 Зиг-заг на заден ход с δ_1=18º и δ_2=45º



Фиг. 10 Зиг-заг на заден ход с δ_1 =30º и δ_2 =45º



Фиг. 11 Зиг-заг на заден ход с δ_1 =30º и δ_2 =45º за натурния кораб

След прилагане на близки до максималните въздействия с двете пера моделът е в състояние да извършва промени в курса, но с големи амплитуди на изменение на ъгловата скорост – фиг. 10. Това се вижда още по-ясно на фиг.11, където резултатите са преизчислени за натурния кораб. Балансът на силите на рулите и хидродинамичните сили и моменти върху корпуса има локален характер и при това положение малки изменения в управляващите въздействия

водят до влизане в самопроизволна циркулация.

Това означава, че в реални условия на експлоатация, при минимални външни въздействия от страна на околната среда – вятър, вълнение , течение – желаните промени в курса на кораба няма да се реализират по аналогичен начин. Това се отнася и за поддържането на зададен курс: възможно е, но с уговорката че външните въздействия са пренебрежимо малки (на тиха вода).

***е.* Отделяне/приставане към пирс**

Предвид предназначението на кораба, маневрирането на ниска скорост в района на пирс е от голямо значение. Ефективността на допълнителното перо е проверена посредством извършването на двете основни операции, а именно при отплаване и при приставане към пирс.

Извършването на двете маневри само с помощта на основното перо и на оборотите на главния двигател е много трудно, почти невъзможно, което може да се илюстрира със заснетите видеоклипове.

Посредством включването и на допълнителното перо в схемата на управление, съвместно с основното перо и на правата и реверсивна тяга на главния двигател, осъществяването на разглежданите маневри не предизвиква затруднения, което също може да се илюстрира с направените видеоклипове.

Независимо от качествения характер на настоящия анализ, може със сигурност да се твърди, че ефективността на допълнителното перо в най-висока степен се проявява при операциите на модела/кораба на ниска скорост в близост до стена на пирс.

III. ИЗВОДИ. ПРЕПОРЪКИ.

III.1. ИЗВОДИ

От регистрираните резултати, заснетият снимков и видео материал и наблюденията на маневрените изпитания с автономен модел „ИХА-ТУВ” могат да се направят следните основни изводи:

1. Допълнителното кормилно устройство при съвместна работа с основното перо дава възможност за :

   а/ успешно поддържане на зададения курс на заден ход;

   б/ успешно извършване на маневри на преден/заден ход при приставане и отделяне от пирс.

2. При определени съотношения на скорост, обороти на вала и комбинация от ъгли на отклонение на двете пера корабът може да преминава на друг курс;

3. Допълнителното перо частично подобрява възможността за извеждане на кораба от циркулация на заден ход.

III.2. ПРЕПОРЪКИ

При продължаване на изследванията с цел практическа реализация на предлаганото техническо решение се препоръчва:

1. За подобряване на ефективността на устройството оста на балера на допълнителното перо да се премести към диска на гребния винт с ок. 18-20% по хордата;

2. Провеждане на динамометрични моделни изпитания. След построяването на аналитичния модел на управлението на обекта да се определят и числено изследват режимите на успешните маневри, както и да се дефинират ограничителните режими в информацията за управляемостта на кораба;

3. При решаването на горната задача да се отчете влиянието на външната среда, в частност на вятъра предвид развитата надстройка и назначението на кораба;

4. При симулационните изследвания трябва да се използуват и данните за динамиката на силовата уредба на реалния кораб.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Я.И.Войткунский, Р.Я.Першиц, И.А.Титов „„Справочник по теории корабля”, Судостроение, 1973г.

[2]. Експериментално изследване на ефективността на допълнително корабно кормилно устройство, Технически отчет по договор КР082016/10.12.2008г., между ИХА-Варна и ТУ-Варна

За контакти: инж. Никола Петров, доцент, доктор, катедра „Корабостроене”, при КФ на ТУ-Варна, ул. „Студентска”1, 409М
e-mail: n_petrov@abv.bg
инж. Евгени Миланов, ст. н.с., доктор в Институт по Хидро- и Аеродинамика (ИХА) при БАН-Варна, ул. „Уилям Фруд” №1, Варна 9003
e-mail: e.milanov@bshc.bg

Рецензент: доц. д-р инж. Стефан Кюлевчелиев

БЕЗЖИЧНА МНОГОКАНАЛНА СИСТЕМА ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА МЕХАНИЧНИ ВЕЛИЧИНИ

WIRLESS MULTICHANNEL SYSTEM FOR MEASUREMENT OF MECHANICAL QUANTYTIES

В. Милков, Пл. Стоянов, Р. Арсенов, Хр. Христосков

Резюме: Предложена е многоканална система за измерване на следните механични величини: линейна деформация, механични напрежения, сили, моменти, премествания и честоти. Сигналите постъпват от тензодатчици и след преобразуването им се предават към компютър по три възможни канала: кабел, радиоканал или системата Blue Tooth. За обработката на сигнала е написан специализиран софтуер.

Ключови думи: измерване, безжична, многоканална система

Abstract: A new wireless multichannel system for measurement of mechanical quantyties such as strain, stress, force, torque, displacement, frequency has been described in the article. The signals come from Wheatstone bridge and after transforming are transmitted to the computer in three possible ways: by cable, by radiotransmitter or by Blue Tooth transmitter. A special software has been created for processing of the signal.

Keywords: measurement, wireless, multichannel system

I. ВЪВЕДЕНИЕ

При измерване на механични величини твърде често се налага да се използуват задължително няколко канала едновременно. Такъв е случая при измерването на главни напрежения и направления в точка, където е необходимо едновременното измерване на линейните деформации в три различни направления. При други случаи е необходимо едновременното измерване на различни по размерност величини, но имащи някаква връзка помежду си. Такъв е случаят, при измерването на скоростта на кораба, упора, въртящия момент, оборотите на валолинията и съпротивлението на кораба.

Многоканална система би могло да се получи чрез механичното обединяване на няколко едноканални системи. Този подход обаче има определени недостатъци: безжичното предаване на сигналите по един канал е невъзможно без загуба на информация; сигналите, получени от отделните измерителни системи е невъзможно да се обработят във временната област точно; измерителната система става неудобна за работа и се повишава стойността и.

В настоящата работа е описана накратко безжична многоканална измерителна система (V-meter4C) за механични величини, разработена от авторите, със следните характеристики:

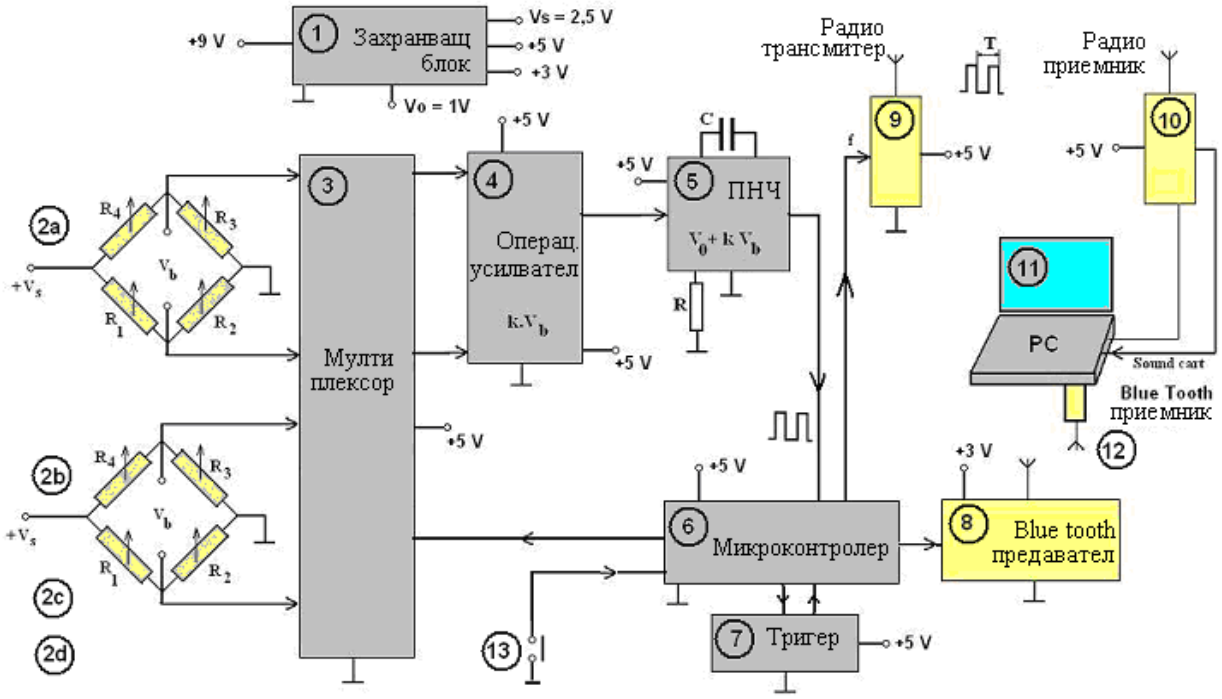
- Брой на каналите – 4
- Честота на семплиране на сигнала – 4,5 KHz.
- Обработка на сигнала – чрез компютър.
- Предаване на сигнала – по кабел до вход ‘Line in’ на звуковата карта, по радиоканал или по системата ‘Blue Tooth’.
- Измервани величини: деформации, напрежения, главни напрежения, сили, моменти, премествания, честоти.
- Максимално разстояние за безжично предаване на сигнала – до 1 км.
- Максимална честота на изследвания сигнал – 200 Hz.
- Захранване на системата – 9 V DC
- Захранване на моста – 2,5 V
- Максимална консумация – 120 mA.
- Съпротивление на тензодатчиците – 100 ома – 1 K.

II. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТ

II.1. Блокова схема

В [2] беше разработена едноканална система за измерване на механични напрежения при което сигналът се

получава от разбалансирането на мост, съставен от 4 тензодатчика. След усилването на сигнала, същият се трансформира в правоъгълни импулси, честотата на които е функция на входното напрежение. Получените правоъгълни импулси се предават към звуковата карта на PC по кабел или по радиоканал.



Фиг. 1. Блокова схема на многоканална система за измерване на механични величини

В настоящата работа възможността за предаване на сигнала към звуковата карта (по кабел или радиоканал) е запазена, като в допълнение е разработена и система за предаване на сигнала в цифров вид по безжичната връзка Blue Tooth. Броят на каналите е увеличен на четири.

Блоковата схема на разработената система е показана на фиг.1. Използувани са елементи от [5], [6], [7], [8].

Сигналите постъпват от четирите тензомоста 2a, 2b, 2c и 2d към сдвоения четири канален мултиплексор 3, откъдето сигналът от избрания канал се предава към операционния усилвател 4. Усиленото напрежение от тензомоста се сумира с опорно напрежение Vo и се подава към преобразователя напрежение-честота 5 (ПНЧ), който преобразува подаденото напрежение в правоъгълни импулси, честотата на които може да се мени в широк диапазон с помощта на външно добавените съпротивление R и капацитет C на ПНЧ. От там, сигналът постъпва в микроконтролера 6, който след като приеме два импулса от даден канал, превключва към следващия канал. Предвидени са три варианта за предаване на сигнала към компютъра: Приетите два импулса се предават към радиопредавателя 9 или по кабел директно към входа ‘Line in’ на звуковата карта на компютъра. Третият вариант включва изчисляване периода на сигнала от микроконтролера 6 и предаването му в цифров вид на Blue Tooth предавателя 8.

Предаденият сигнал от радио предавателя 9 се приема от радиоприемника 10 и от там постъпва отново на вход ‘Line in’ на компютъра. При използуване на Blue Tooth връзка сигналът се приема от приемника 12 и през някой от USB портовете постъпва в компютъра. Тази връзка използува стандартен протокол на серийният интерфейс RS232.

Броят на използуваните канали (показва се от светодиоди) може да се настройва от бутона 13. Задължително

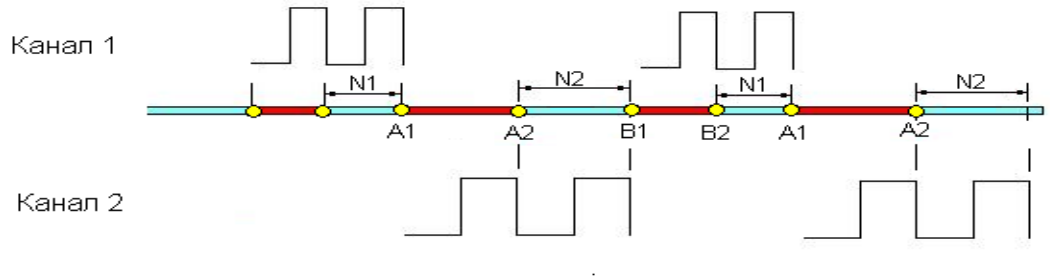
условие при свързване на тензомостовете към измерителната система е като се започне от канал 1, да не се прескача някой от каналите.

Обикновено, известните многоканални системи [1], след усилване на напрежението от операционния усилвател, същото се предава в аналогов или цифров вид към обработващата програма на компютъра. Този начин обаче има някои недостатъци: Сигналът не носи информация за времето на протичане на процеса; Когато се използуват кабели за пренасяне на сигнала, същите влияят върху точността на измерване.

В разработената принципна схема на многоканалната система след усилване на сигнала същият се подава на ПНЧ, което преобразува непрексъснатия сигнал в правоъгълни импулси. Разполагайки с периодите на правоъгълните импулси получаваме не само информация за големината на постъпващия сигнал, но и информация за времето на протичането му с точност до точността на осцилатора на микроконтролера, която е няколко наносекунди. Освен това, предаването на импулси (по кабел или безжично) предполага много по-висока точност, отколкото предаване на напрежение.

Друга особеност в предлаганата система за измерване е предаването на данните до PC по Blue Tooth комуникация и използуване на звуковата карта.

II.2.Образуване на информацията по BLUE TOOTH комуникация



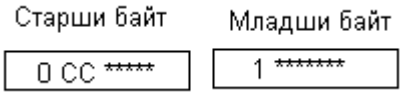
Фиг. 2. Обработка на сигналите по Blue Tooth

Ще разгледаме образуването на данните за два канала. При повече канали алгоритъмът е аналогичен.

На фиг.2 са показани постъпващите импулси от преобразователя ‘Напрежение - честота’ (ПНЧ) за канал 1 и канал 2, периодът на които е линейна функция на входното напрежение в двата канала съответно. Микроконтролерът следи постъпването на два импулса от канал 1, след което подава сигнал на мултиплексора да превключи към канал 2, откъдето се прочитат също два импулса. След това, ако каналите са само два, се превключва към канал 1 и цикъла се повтаря, а ако каналите са повече от два, се превключва към канал 3 и т.н. При прочитане на импулсите от последния активен канал се превключва към канал 1.

Когато мултиплексорът е превключил към канал 1, контролерът измерва броя на тактовете на осцилатора между падащите фронтове на двата получени импулса, отбелязани на фигурата с N1. Избрани са падащите фронтове, за да се даде време на мултиплексора и ПНЧ за приключване на преходните процеси от превключването на каналите.

Тъй като тактовата честота на осцилатора е 5 MHz, а честотата на импулсите е около 5 KHz (± 0,5 KHz), то очакваното число на отброените тактове е в диапазона 800-1200. Това число се преобразува в двубайтово число по следния алгоритъм – фиг.3.



Фиг.3. Цифрова информация към Blue tooth

Двата разряда, означени със ‘CC’, съдържат номера на канала (0-3), а разрядите, означени със *, образуват 12 разрядно число, съдържащо измерения брой на тактовете (N) на осцилатора за един период на сигнала. Числата 0 и 1 в началото на всеки байт служат за разпознаване на байтовете.

Формираните два байта на канал 1 се предават към предавателя Blue Tooth по следния начин. Младшият байт се предава в точката, означена с A1 (падащия фронт на втория импулс), а старшият байт се предава в точката, означена с A2 (падащия фронт на първия импулс на канал 2). Така се осигурява една равномерност във времето на подаваната информация към предвателя Blue Tooth.

По аналогичен начин се предават формираните два байта на канал 2, точките на предаване на които са означени на фигурата с B1 и B2.

Тъй като за изчисляване на измерената величина ни трябва периода на импулса [s], той се изчислява по израза:

$$T1=N/5E6 \qquad (1)$$

където 5E6 е тактовата честота на осцилатора (5 MHz). Точността на изчислението на периода ще е 200 ns, каквато е точността на осцилатора.

Предлага се реалното време (T2) за един канал за двата импулса да се изчисли по формулата:

$$T2=2.T1 \qquad (2)$$

Ако процесът не е силно динамичен, то грешката ще бъде минимална, тъй като периодите на два съседни импулса ще се различават малко. Продължителността на измервания процес ще получим чрез сумиране на всички периоди T2 за времето на измерване.

II.3. Анализ на сигнала към звуковата карта

При използуване на звуковата карта, за приемане на сигнала, отново мултиплексорът превключва след всеки два предадени импулса за канал, формирани от ПНЧ. Предаването на сигнала след ПНЧ (аналогов) до входа на звуковата карта на компютъра може да стане по кабел или безжично - чрез радиоканал.

На фиг.4 са изобразени последователността от импулси. Приблизително през интервал от 1 секунда се предава пауза (наречена синхропауза), продължителността на която е пропорционална на броя на активните канали. Така, по продължителността на синхропаузата, софтуерът може да идентифицира броят на активните канали.

След синхропаузата, редуването на каналите започва винаги от първия, след което следва втория и т.н. По такъв начин може да се определи кой импулс на кой канал принадлежи.

При приемането на сигнала от звуковата карта, той се деформира (заради вградения честотен филтър, пропускащ сигнали в диапазона 20 Hz – 20 KHz), както е показано на фиг. 4. С помощта на специално разработения алгоритъм и софтуер от авторите, публикуван в [3], се измерва периодите на двата импулси *Та* и *Тв* на всеки канал. Средната стойност от тези периоди се счита, че е периода на импулса. Точността на определяне на периода зависи от точността на определяне на времената, представляващи пресечните точки на сигнала и избраното ниво на измерване, както и точността на семплиране на сигнала от звуковата карта. Съвременните компютри предлагат честота на семплиране 96 KHz, достатъчна за определяне на честотата на сигнала в диапазона 0-10 kHz с точност до части от херца –[3], което е една висока точност на измерване.

Фиг.4. Вид на сигнала през звуковата карта

II.4. Калибриране на системата

Разработени са два начина за остойностяване на измерителната система-вътрешно (софтуерно) остойностяване и външно калибриране.

При вътрешното остойностяване всяка от измерваните величини се изчислява от полученият сигнал въз основа на теоретично получени формули – [2].

При външното калибриране на входа на системата се задава известно тарирано въздействие, чрез което системата се ‘оразмерява’. Получена е следната зависимост за измерваната величина:

$$V = F\frac{f - f_0}{f_1 - f_0} \qquad (3)$$

където V – измервана величина, F – тарирано въздействие, fo - честота на сигнала при ненатоварен детайл, f_1 - честота на сигнала при тарираното въздействие, f - честота на сигнала при измерване.

II.5.Експериментални резултати

За да се провери работоспособността на системата, бяха извършени редица експерименти. Една илюстрация на възможностите на системата е измерване на главни напрежения и направления в точка, изискващо едновременно измерване на линейните деформации в три различни направления.

На специално изработен стенд, представляващ цилиндрична тънкостенна тръба, запъната в единия си край и товареща се в другия ексцентрично с напречна сила F – фиг.5, са залепени в т.K три тензодатчика под ъгъл 0, 45 и 90 градуса спрямо оста на тръбата. Силата F създава в т.K сложно напрегнато състояние – фиг. 6 , породено от огъващия и усукващия момент. Със средствата на Съпротивление на материалите [4] определяме главните напрежения в т.K посредством следния израз:

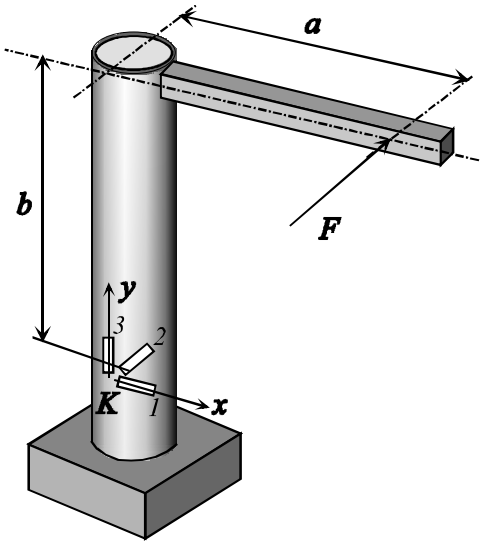
$$\sigma_{1/2} = \frac{F}{2W_y}\left(b \pm \sqrt{a^2 + b^2}\right) \qquad (4)$$

където Wy - съпротивителен момент на огъване на тръбата.

Направлението на първо главно напрежение се определя по израза:

$$\alpha_1 = \arctan\left(\frac{b + \sqrt{a^2 + b^2}}{a}\right) \qquad (5)$$

При заместване на размерите на стенда $a=0{,}304m$, $b= 0{,}22\ m$, $Wy=3{,}347.10^{-6}\ m^3$ и при натоварване $F=600\ N$, за главните напрежения и направления получаваме: $\sigma_1=53{,}3\ MPa$, $\sigma_2=-14\ MPa$, $\alpha_1= 63$ градуса.

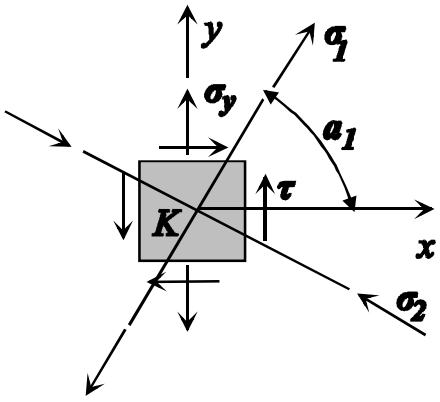


Фиг.5. Експериментална установка

Разработената система за измерване V-meter4C позволява автоматично определяне на главните напрежения и направления. В Табл.1 са показани измерените стойности на деформациите по направление 1, 2 и 3 на тензодатчиците и главните напрежения и направления при същото значение на силата *F=600 N,* използувано при теоретичния анализ.

Табл.1

	ε_1 $.10^{-6}$	ε_2 $.10^{-6}$	ε_3 $.10^{-6}$	σ_1 [MPa]	σ_2 [MPa]
Експ.	-42	270	196	56,7	-13,9
Теор.				53,3	-14



Фиг.6. Напрегнато състояние в т.К

Сравнението между теоретично получените стойности на главните напрежения и експериментално измерените стойности показва едно отклонение под 7 %, дължащо се на факта, че теоретичните стойности се отнасят за точка, а експерименталните – за област, областта на залепване на датчиците.

III. ИЗВОДИ

1. Създадена е безжична многоканална система за измерване на механични величини. Радиусът на предаване на сигнала по Blue Tooth връзка при използуване на специална антена е до 1 км.
2. Системата позволява автоматично измерване не само на деформации, напрежения, сили, моменти и премествания, но и на главни напрежения и направления в точка.

Тази работа е извършена в рамките на проект 28/2009, финансиран от фонда за научни изследвания на ТУ-Варна.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] K.Hoffman. An Introduction to Measurements using Strain Gages. HBM.1989.
[2] V. Milkov, B. Boyanov & R. Arsenov. Time method and circuit board for stress measurement. Proceedings of IX – th Int. conference Black Sea 2008.
[3] В.Милков, Р. Арсенов, Б. Боянов. Измерване на малки времеви интервали посредством PC. Годишник на ТУ-Варна, 2008.
[4] В. Милков. Съпротивление на материалите. ТУ-Варна. 2001.
[5] http://www.sena.com/
[6] http://www.hbm.com
[7] http://www.analog.com
[8] http://www.microchip.com

За контакти:

Вербан Милков, проф. д-р инж. в катедра ‘Техническа механика на’ ТУ-Варна. E-mail: vm@f2f.cx
Пламен Стоянов, Гл.асистент в к-ра ‘Съобщителна техника’ на ТУ-Варна. E-mail: Pl63@abv.bg
Радослав Арсенов, инж., Bad Salzungen, Germany, E-mail: Radoslav_A@Hotmail.com
Христо Христосков, асистент в катедра ‘Автоматизация на производството’ на ТУ-Варна

Рецензент: доц. д-р инж. Христо Гигов

СЪГЛАСУВАНЕ РАБОТАТА НА ТЕРМОПОМПЕН АГРЕГАТ С ТОПЛИНЕН ИЗТОЧНИК ОТПАДНА ВОДА

RECONCILATING THE WORK OF HEAT PUMP AGGREGATE WITH HEAT SOURCE OF WASTE WATER

Димитър Русев, Ирина Павлова

Резюме: В статията се показва възможност на използване на отпадна вода като нископотенциален топлинен източник за отопление през зимата и охлаждане през лятото на дадена сграда. Представена е комбинирана схема за отопление/охлаждане и подготовка на битова гореща вода.
Ключови думи: възобновяема енергия, отпадна вода като източник на топлина, слънчеви колектори, термопомпи.

Abstract: This article is aimed to disclose the possibility of using waste water as a low-potential heat source for heating during the winter and cooling during the summer in the given building. A compiled scheme for heating/cooling and preparation for domestic hot water is shown.
Keywords: renewable energy, waste water as source of heat, solar collectors, heat pumps.

I.ОХЛАДИТЕЛЕН ТОВАР И ТОПЛИННИ ЗАГУБИ ЗА СГРАДА ЗА ГОСТИ НА ТУ - ВАРНА

Енергийните разходи за отопление на сградите продължават да бъдат растящ финансов проблем. Постепенното изчерпване на фосилните горива (въглища, нефт, природен газ и техните производни) води до непрекъснато повишаване на тяхната цена.Очевиден факт е, че добиваната от тях топлина е свързана, малко или повече, с непоправимо увреждане на околната среда. Стремежът за поевтиняване на отоплението прави актуална темата за търсене на алтернативни природни енергийни източници.

Използването на отпадна вода като топлинен източник е сравнително нова технология за затопляне/охлаждане на вода. Такава технология се използва в Канада и до момента там по този начин се осигурява отоплението на около 4000 жилища.Възвращаемостта на инвестицията е три години и инсталацията не изисква почти никаква специална поддръжка.

Като нископотенциален топлинен източник се явява отпадната вода, течаща в отводен канал, преминаващ през територията на ТУ – Варна.

Тази естествена нископотенциална топлина преминава в топлина с повисока температура с помощта на термопомпи и е подходяща за отопление и/или за подготовка на топла вода. Термопомпата е икономично, широко достъпно енергийно-ефективно техническо решение за климатизация. Основните предимства на термопомпите са тяхната екологичност, универсалност и висока ефективност, дължащи се на факта, че като източник на енергия се използва топлината, акумулирана в околната среда.

Възможността отпадната вода да се използва като нископотенциален източник се определя от нейните качества. Тя е неутрална по характер, със средна твърдост, средно съдържание на разтворен кислород и дебит, достатъчен за осъществяване на поставената цел.

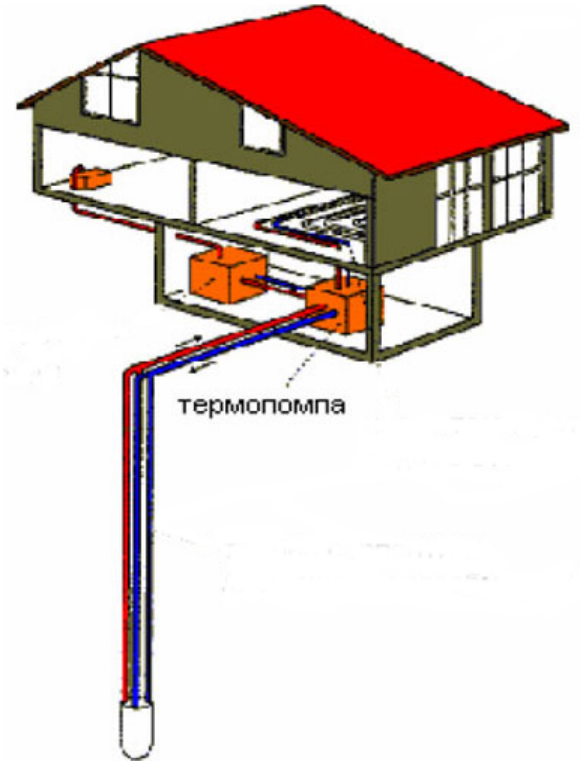
Подбирането на необходимия термопомпен агрегат става на базата на изчислен охладителен товар и топлинни загуби. Охладителният товар се определя съгласно „Методика за изчисляване на сух охладителен товар на сграда” и за разглежданата сграда е 8583 W. Топлинните загуби на сградата са изчислени на базата на „Методика за

изчисляване на отоплителен товар за сграда" и възлиза на 13156 W.

II.ПОДБОР НА ТЕРМОПОМПЕНА ИНСТАЛАЦИЯ ПО МОЩНОСТ

На базата на направените изчисления е подбран термопомпен агрегат Vitocal 300-G, Тип BW с топлинна мощност от 6,2 до 17,6 kW, [4].

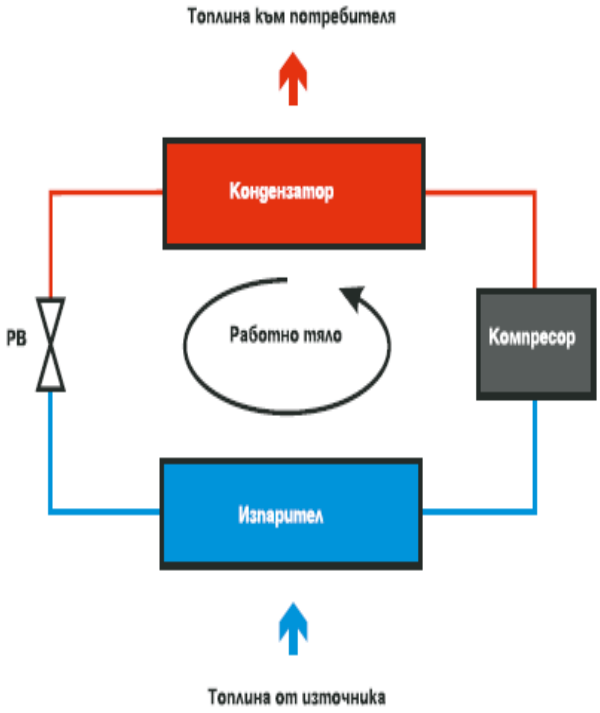
Наличието на отпадна вода дава възможност да се използва отворена термопомпена система (фиг.1). Тя има по-елементарна конструкция и съответно по-ниска първоначална инвестиция.



Фиг.1. Схема на отворена термопомпена система

Инсталирането на отворена термопомпена система е свързано главно с изискването в непосредствена близост до захранваната сграда да се намира водоизточник с достатъчен капацитет.Друго важно условие е съществуването на възможност за реализиране на отворен цикъл за отвеждане на отработената вода. Наличната отпадна вода отговаря на необходимите изисквания за осъществяване на директен топлообмен между източника на топлина и термопомпения агрегат.

С помощта на помпа се доставя необходимото количество отпадна вода в топлообменния апарат (изпарител за зимен режим на работа/кондензатор за летен режим на работа) за кипене/кондензация на хладилния агент. При зимен режим (фиг.2), благодарение на внесената от отпадната вода топлина,



Фиг.2. Принципна схема на работа на термопомпа

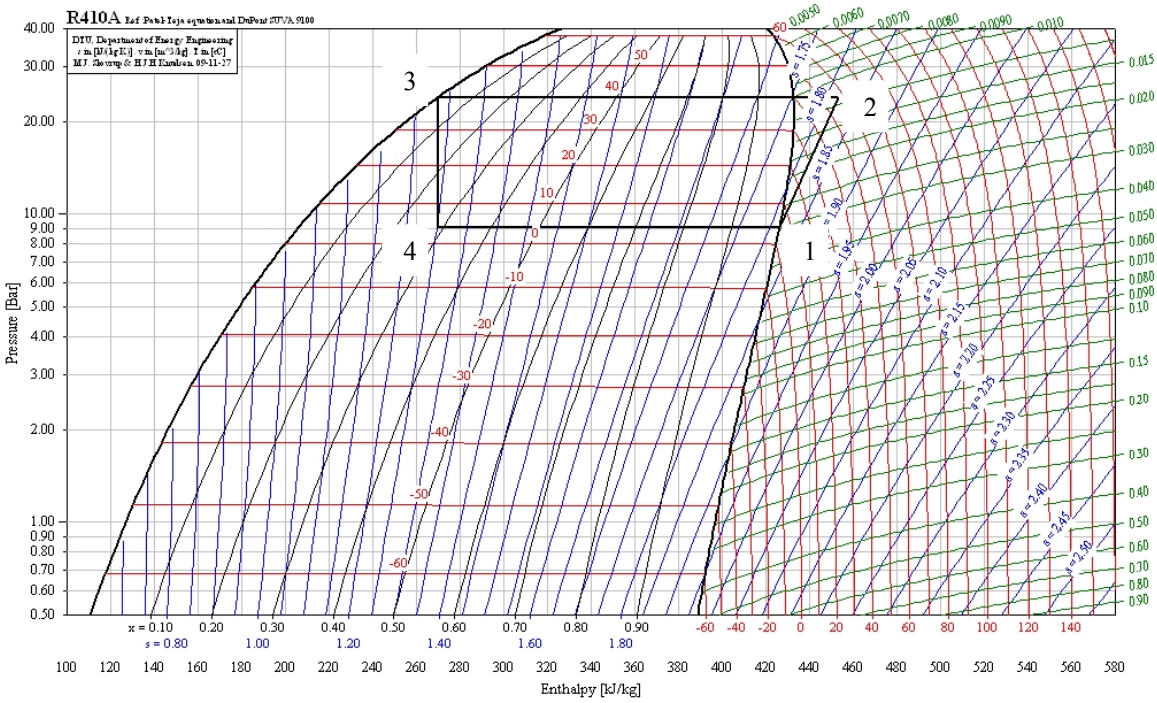
хладилният агент кипи, като същевременно охлажда отпадната вода, която се отвежда отново в канала. Получените пари преминават през компресора, където благодарение на изразходваната работа повишават налягането си. Така температурното ниво на нископотенциалната топлина, отнета от отпадната вода, се повишава. След компресора парите на хладилния агент преминават в кондензатора, където се охлаждат и втечняват, отдавайки топлина на отопляемата среда. Отдадената топлина е топлината, отнета от отпадната вода и тази, еквивалентна на изразходваната механична работа в компресора. След кондензатора течният хладилен агент преминава през регулиращ вентил, където се дроселира т.е. понижава се

налягането му и съответно температурата. След дроселирането хладилният агент се връща в изпарителя и така цикълът се затваря.

При летен режим на работа чрез четирипътен вентил се включва режим на охлаждане и термопомпата работи по следния начин: кондензаторът работи като изпарител, а изпарителя – като кондензатор. Хладилният агент, отнел температурата на обдухващия го въздух, кипи и в газообразно състояние постъпва в компресора. Вследствие на отнетата му топлина въздухът се охлажда и така се създава необходимия за живущите комфорт. В компресора налягането и температурата на парите на фреона се повишават и в това състояние преминават през топлообменника за битова гореща вода, като отдават част от температурата си. След това продължават към топлообменника (в случая кондензатор) и тук отдават температурата на водата, като я загряват. В кондензатора фреоновите пари се втечняват и след това преминават през дросел вентил, след което фреонът отново преминава през изпарителя.

Термопомпата е екологичен топлинен източник и работи с екологичен хладилен агент R410A, представляващ смес от 50% R32 и 50% R125. Тази смес има стабилни хладилни свойства и изключително ефективни термодинамични качества.

Изчисленията на термопомпена инсталация за осигуряване нормалната й работа се свеждат до:
-определяне количеството на хладилния агент, циркулиращо в инсталацията;
-определяне количеството на отпадната вода за осигуряване на необходимата отоплителна мощност на сградата. Изчисленията са на база на топлинния баланс на теоретична термопомпена инсталация, отнесен за 1 kg хладилен агент. Термопомпеният цикъл се построява в lg p- h диаграма – фиг.3.



Фиг.3. Термопомпен кръгов процес в lgp – h диаграма [3]

Изходни данни за отоплителен сезон:
- температура на отпадната вода
$t_{вода} = 8^oC$;
-температура на въздуха в помещението
$t_{в/х} = 22^oC$.

Изчисление на теоретичен термопомпен цикъл:
- $t_o = t_{вода} – (3\text{-}5) = 4^oC$ – температура на кипене на хладилния агент в изпарителя [2];
- $t_к = t_{в/х} + (10\text{-}20) = 40^oC$ – температура на кондензация на хладилния агент в кондензатора [2];
-
- q_k – топлината, отведена в кондензатора,
$q_k = q_o + l$, kJ/kg или за G_a kg/s хладилен агент:
$Q_k = Q_o + L$ kW;
- q_o - специфично студопроизводство на хладилния агент т.е. топлината , предадена от топлинния източник за изпарение на 1 kg хладилен агент,
$q_o =$ 156,24 kJ/kg – фиг.3(процес 4-1);
q_k = 183,067 kJ/kg – фиг.3 (процес 2-3);
- l – изразходваната адиабатна работа за сгъстяване на 1 kg пари;
l = 26,825 kJ/kg – фиг.3 (процес 1-2).
От отоплителната мощност на термопомпата:

$$Q_k = G_a.q_k = 17,6 \text{ kW}$$

се определя количеството хладилен агент, циркулиращо в термопомпената инсталация:
G_a = 0,09614 kg/s.

За топлината, която се предава от отпадната вода на хладилния агент в изпарителя се получава:

$$Q_o = G_a.q_o \qquad Q_o = 15,021 \text{ kW}.$$

Количеството отпадна вода, необходима за циркулация в изпарителя, се изчислява от уравнението на топлинния баланс:

$$Q_o = G_{вода}.\ c_{вода}.(t_1\text{-}t_2) \text{ kW};$$

- t_1, t_2 - входна , изходна температура на отпадната вода в изпарителя – приема се разликата в температурата 1^oC[1];
- $c_{вода}$ = 4,19 kJ/(kg.K) – специфичен топлинен капацитет на водата;
$G_{вода} = Q_o / \ c_{вода}.(t_1 - t_2) = 3,585$ kg/s.
На базата на изследване наличният дебит на отпадната вода в отводния канал е 4,3 l/s . Следователно наличната отпадна вода може да се използва като нископотенциален източник на топлина за отопление.

За да се осигури циркулация на отпадната вода, е необходима помпа с обемен дебит:

$$V = \frac{Q_o}{c_{вода}.\rho_{вода}.(t_1 - t_2)} = \frac{12374}{4,19.1000.(8-7)} = 3,585 l/s;$$

- ρ - плътност на водата, $\rho = 1000 kg/m^3$.

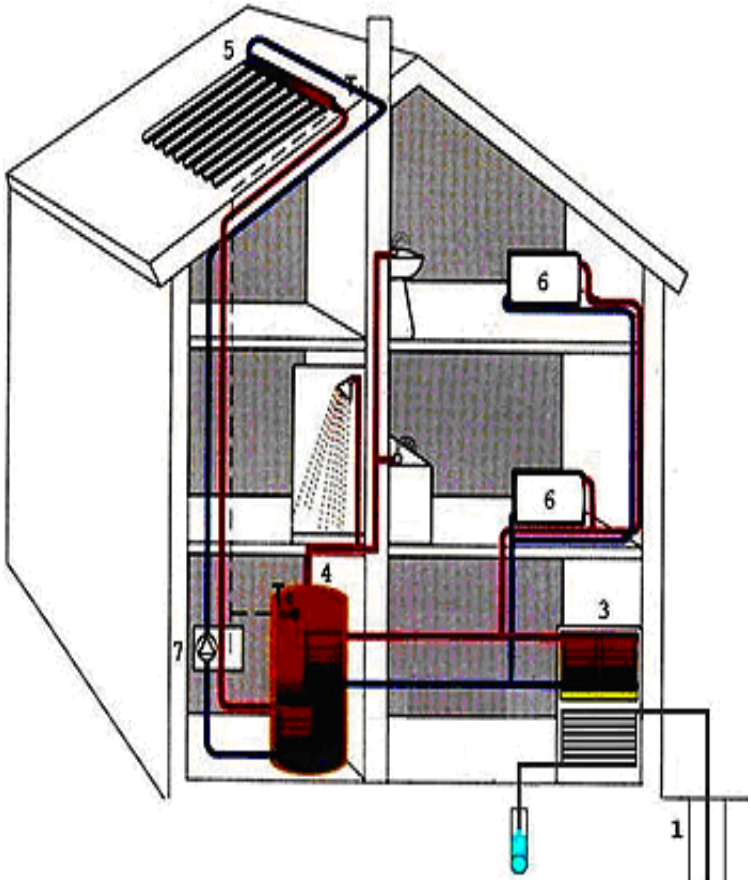
Теоретичната индикаторна мощност, изразходвана за сгъстяване парите на хладилния агент в компресора е:
$N_{i,th} = G_a.l = 2,579$ kW.

Ефективността на термопомпената инсталация се определя от коефициента на трансформация на термопомпения агрегат COP (Coefficient Of Performance) при работа в режим на отопление, а в режим на охлаждане - коефициентът EER (Energy Efficiency Ratio). Коефициентът на трансформация е отношение на придобитата към вложената енергия (електрическа):
$COP = Q_k/N_{i,th} = 6,824$.

Коефициентът на ефективност зависи от температурата на източника на топлина и температурния режим на работа на консуматорите на топлина. С увеличаване температурата на нископотенциалния източник и/или с намаляване на необходимата от потребителя температура, коефициентът на преобразуване на термопомпата се повишава.

Термопомпената инсталация може да работи в променлив (нестационарен) режим, съществено отклоняващ се от предвидения. Това е свързано както с възможното изменение на температурата на нископотенциалния източник, така и с променливия характер на топлинното натоварване. Термопомпата може да работи съвместно с резервен източник на топлина и/ или да се пред-

види топлинен акумулатор.Такава комбинирана схема – термопомпа и слънчеви колектори - е показана на фиг.4.



Фиг.4. Комбинирана инсталация термопомпа и слънчеви колектори за отопление и битова гореща вода
1,2 - отводен канал,
3 - термопомпа,
4 - бойлер с две серпентини,
5 - слънчеви колектори,
6 - конвектори,
7 - соларен контрольор и циркулационна помпа

Слънчевата енергия се получава чрез високотехнологични соларни модули. Аналогично на отпадната вода и слънчевата енергия представлява алтернативен източник на енергия. Във Варна слънчевите дни са повече от 200, климатът е сравнително мек и това дава възможност слънчевата енергия да се използва за отопление и загряване на вода. През периода март - ноември слънчевата енергия е напълно достатъчна за загряване на водата за битови нужди. През мрачните дни слънчевите системи не са толкова ефективни, но те допринасят значително за намаляване разходите за отопление. Слънчевият колектор се монтира на покрива на сградата и в него се „събира" топлината, която се отвежда до бойлера, а от там – навсякъде, където е необходимо. В колектора се загрява топлоносеща течност (пропилен гликол), която отива в серпентината на бойлера и отдава топлината на водата, след което отново се връща за загряване в колектора. Този процес е напълно автоматизиран и не изисква никаква човешка намеса. През лятото слънчевата инсталация може да покрие нуждите от топла вода 100%, а през зимата около 70%.

Използването на слънчеви панели с топлинни тръби е подходящо за целогодишна употреба.

Правилно съгласуваната комбинирана инсталация на термопомпа и слънчев колектор дава възможност на системата като цяло да намали сериозно енергийните разходи. Термопомпата осигурява топлина за отопление през зимата и студ през лятото, а слънчевата инсталация захранва сградата през лятото с топлина за битова гореща вода.

Такава комбинация има решаващи предимства: термопомпата се нуждае от по-малко ток и годишната производителност на колекторите се увеличава двойно.

III. СЪГЛАСУВАНЕ РАБОТАТА НА ТЕРМОПОМПАТА С ТОПЛИНЕН ИЗТОЧНИК ОТПАДНА ВОДА

Отпаднатата вода, преминаваща през територията на ТУ-Варна, се получава от два потока – единият от вилната зона и изворна вода и вторият - идващ по-голяма тръба от посока на УМБ „Св. Марина". Двата потока се смесват в общ отводен канал, намиращ се непосредствено до сградата, за която се предвижда изграждане на отоплителна инсталация. На базата на взети проби (месец април 2008 г., месец ноември – декември 2009 г.) от водата и направени изследвания са получени следните резултати – таблица1:

Параметри на отпадна вода

Таблица 1

№	Показател	голяма тръба	поток
1.	Температура на водата, ^{o}C	12-16-17	13-14
2.	Дебит на водата l/s	2,941-3,44	2,6-1,667
3.	Твърдост, mgeq/dm^3	4	5,5
4.	Разтворен кислрод, mg/dm^3	0,64-3,45	5,5-8,6
5.	pH	7,2	7,2

Тези резултати показват, че наличната отпадна вода е неутрална по характер и със средна твърдост 5 mgeq/dm^3. Съдържанието на разтворен кислород във водата е променливо и е в интервала от 0,64 до 8,6 mg/dm^3. Наличният общ дебит,от голямата тръба и потока, е в границите 4,32 до 5,1 l/s. От направените изчисления се вижда, че дебитът на отпадната вода е достатъчен за осъществяване на поставената цел. Наличната отпадна вода отговаря на необходимите условия и може да се използва като топлинен източник за изграждане на термопомпена инсталация за отопление и охлаждане на сградата за гости.

ИЗВОДИ

1. От получените експериментални данни следва, че отпадната вода притежава необходимите показатели и може да се използва като възобновяем нископотенциален източник на топлина.
2. Избраната термопомпа ще осигури отоплението/охлаждането на изследваната сграда.
3. Комбинираната система термопомпа и слънчеви колектори осигурява необхо-димия комфорт на сградата.

В настоящата статия са използвани данни от НИП № 492.ПФ / 27.03.2008.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Тодоров Т., Промишлени топлинни уредби, Техника, София, 1971.
[2]. Дичев Стефан, Хладилна техника, Академично издателство на ВИХВП-Пловдив, 2002.
[3].CoolPack.
[4].http://www.viessmann.bg/bg/products/Waermepumpen.html

За контакти:
доц.д-р инж. Димитър Русев – катедра „Топлотехника и управление", ТУ- Варна, ул."Студентска" №1.
d.g. rusev@abv.bg
гл.ас.инж.Ирина Павлова – катедра „Топлотехника и управление", ТУ- Варна, ул."Студентска" №1.
irinappavlova@yahoo.com

Рецензент: доц. д-р инж. Николай Дянков

РЕМОНТНО ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ДЕТАЙЛИ ОТ ТЕЖКАТА ПРОМИШЛЕНОСТ

REPAIR RECOVERY OF PARTS FROM HEAVY INDUSTRY

Пламен Д. Дичев, Ярослав Б. Аргиров

Резюме: В настоящата работа се разглеждат въпросите, отнасящи се до ремонтното възстановяване на ляти стоманени зъбни колела с голям диаметър чрез заваряване на бандаж на мястото на отстранения предварително зъбен венец по механичен или термичен път. Направен е металографски анализ на заваръчно съединение, изпълнено от стомани С45 и GC55 и наварен метал Cr/Ni/Mn.
Ключови думи: ръчно електродъгово заваряване, зона на термично влияние, граница на сплавяване, металографски анализ.

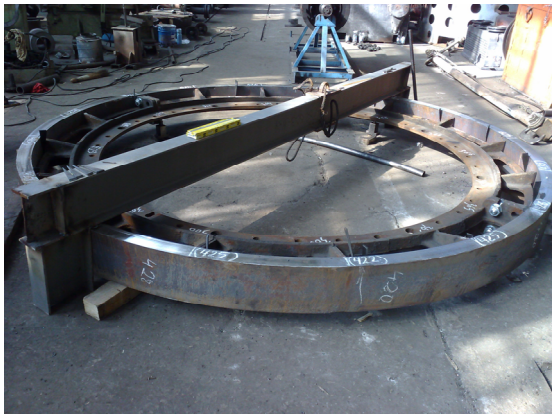
Abstract: This study examines the issues relating to repair recovery of casted steel gears with large diameter by welding the truss in the place of pre-removed tooth crown trough mechanical or thermal impact. Metallographic analysis of welded joint made of steels S45, GC55 and additional metal Cr/Ni/Mn has shown.
Keywords: manual arc welding, zone of thermal influence, degree of alloying, metallographic analysis,

Настоящото изследване представлява продължение на направените в работа [1] технологични разчети за ремонтно заваряване на бандаж, изработен от стомана С45 (БДС EN 10083-2, № 1.0503).

На фиг.1 е показано голямо-габаритно колело в процес на ремонтиране чрез електродъгово заваряване. Ясно се вижда заваряването на бандажа на мястото на предварително отстранените износени зъби. Заваряването се осъществява съгласно технологична последователност, препоръчана в работа [1].

Основната задача, поставена за решаване, е определяне качеството на заваръчното съединение състоящо се от основен метал С45 и GC55 и наварен метал, изпълнен с електроди тип Cr18Ni8Mn6, марка ОК 67.45 (ESAB) [4], чрез прилагане на металографски анализ.

Характеристиките за заваръчните материали и параметрите на режимите при ръчно електродъгово заваряване и изпълнението на шевовете са показани в работи [1], [2] и [3].

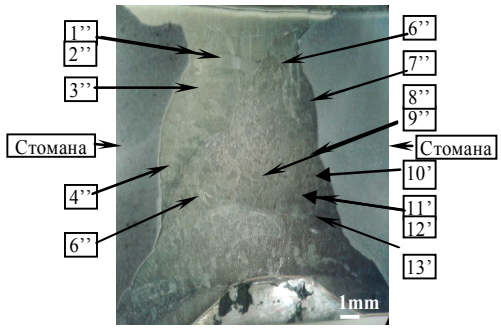


Фиг. 1. Ремонтно възстановяване на зъбно колело чрез заваряване на бандаж

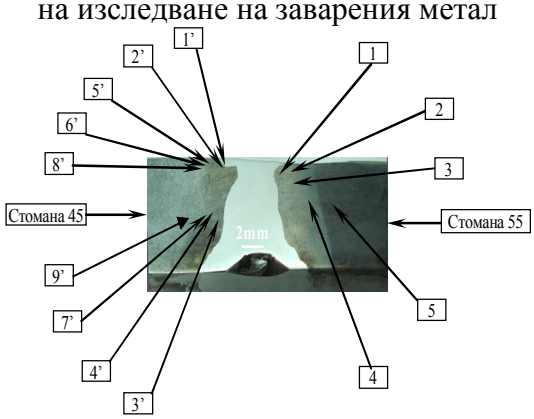
Фигури 2 и 3 представляват макрошлифове, направени на образец, заварен ръчно електродъгово с електроди марка ОК 67.45 с режими на заваряване съгласно работа [1].

Макроанализът на заваръчното съединение показва, че в зоната на термично влияние, границата на сплавяване и в различни зони на наварения метал (метала на шева), липсват макродефекти (пори, пукнатини, неметални включвания и др).

*Публикацията е свързана с работата по проект: „Лаборатория за рязане и заваряване на корабни корпусни конструкции и морски съоръжения”, ТУ-Варна, №234, ИСП 6, 2009 г.



Фиг. 2. Опитен образец с означени места на изследване на заварения метал

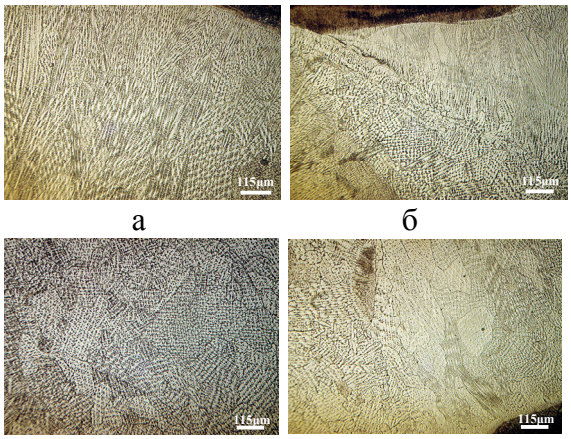


Фиг. 3. Опитен образец с означени места на изследване на зоната на термично влияние.

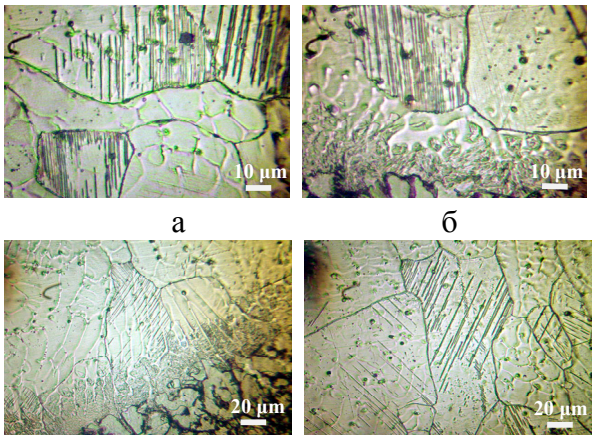
Както на реалния детайл, така и на опитния образец, заваръчните съединения са изпълнени многослойно. На фиг. 4а,б,в,г са показани макро-снимки на различни зони от метала на шева от шлифове, изработени по методика от работа [5]. Вижда се ясно изразена първична дендридна структура с ориентация на дендридите в направление към границата на сплавяване.

На фиг. 5а,б,в,г е показана микроструктурата в метала на шева и различни участъци от него . Наблюдават се добре изразени граници на равноосни аустенитни кристали.

На границата на сплавяване се наблюдават структурни промени в резултат на протекли дифузионни процеси и образуване на хромови карбиди. Явлението е по-силно изразено на границата на сплавяване между стомана С55 и наварения метал Cr18Ni8Mn6 (фиг. 5а,б,в,г). Получаването на хромови карбиди на границата на сплавяване е ясно изразено на фиг. 6.

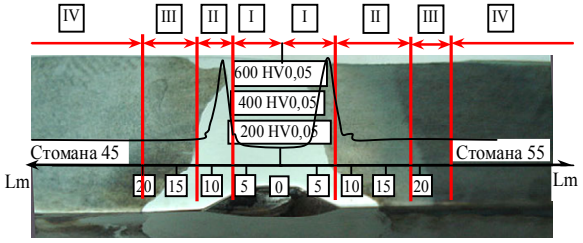


Фиг. 4. Микроструктура в различни зони на наварения метал: х 63



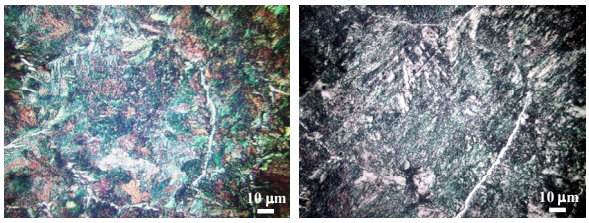
Фиг. 5. Микроструктура на метала на шева в различни участъци: х 500

Микротвърдостите са в границите от 200HV(0,05) за метала на шева до 600HV(0,05) в границата на сплавяване.



Фиг. 6. Разпределение на твърдостите в заваръчното съединение:
I-метал на шева; II, III-зона на термично влияние; IV-основен метал

На фиг. 7а,б е показана микроструктурата от ЗТВ на двата вида стомани (С45 и GC55).

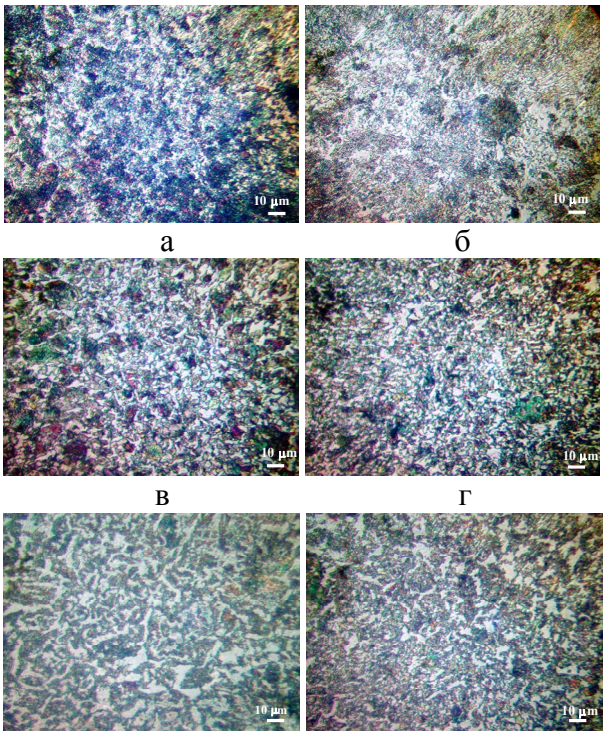


а б

Фиг. 7. Микроструктура в ЗТВ: х500
а-стомана С45; б-стомана GC55

На фиг. 7а за стомана С45 и фиг. 7б за стомана GC55 се наблюдава прегряване в ЗТВ, граничеща с метала на шева. Това води до силно уедряване на кристалите в тази зона, характерно при допълнително подгряване на заваръчното съединение, като при конкретния случай е силно изразено за стомана С45. Основната структура в ЗТВ е сравнително дребнозърнеста ферито-перлитна (фиг. 8а,б,в,г,д,е), като по периферията на зърната се наблюдава значително по-голямо количество ферит, поради дифузия на част от въглерода от основния към наварения метал.

Микроструктурният анализ показва, че структурата на наварения метал е



а б

в г

д е

Фиг.8 Микроструктура на ЗТВ: х500
а,б-стомана GC55; в,г,д,е-стомана С45

аустенитна с незначително количество ферит (~10%) с отсъствие на сорбитни, трооститни и мартензитни структури. Това е от значение за качеството на заваръчното съединение и продължителността на експлоатационния период на ремонтираните детайли. Липсата на изброените структури в метала на шева показва, че разчетите на режимите и изборът на заваръчните материали са правилно реализирани [1]. В заваръчното съединение отсъстват дефекти от макро- и микроструктурен характер.

От проведените изследвания могат да се направят следните изводи:

1. Металът на шева, изпълнен с електроди ОК 67.45 при заваряване на стомана С45 към стомана GC55 е основно с аустенитна структура и наличие на около ~10% феритна фаза.

2. Металографският анализ показва, че при заваряване на високовъглеродни стомани с електроди от типа Cr18Ni8Mn6, осигуряващи наварен метал с известно количество феритна фаза, в заваръчното съединение липсват микро- и макродефекти.

3. Разработената технология е приложима за ремонт на голямо-габаритни детайли.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дичев П. Д., Димитрова А. М., Аргиров Я. Б. Ремонтно възстановяване на зъбно колело от керамичната промишленост, сп. „Машиностроителна техника и технологии”, НТС Варна, ТУ-Варна, 2009, №1, 55-57 с.

2. Арзамасов Б. Н., Соловьев Т. В. и др. Справочник по конструкционным материалом, Москва, Издательство МГТУ имени Н. Е. Баумана, 2005, 638 с.

3. Ефименко Л. А. и др. Металоведение и термичная обработка сварных соединений „Логос”, 2007-456 с.

4. ESAB, Welding Handbook, Göteborg, Sweden, 1991, 190 p.

5. Лалев Б., Копчев М., Чакърова Д. Модифициране на топлинните процеси при плоско шлифоване с периферията на абразивния инструмент, сп. „Машиностроителна техника и технологии”, № 2р 2004, 52-56 с.

Рецензент: доц. д-р инж. Александър Рафаилов

МОДЕЛИРАНЕ НА ТОПЛИННИТЕ ДЕФОРМАЦИИ НА ВРЕТЕННИ ВЪЗЛИ ЗА ПЛОСКОШЛИФОВЪЧНИ МАШИНИ

MODELLING OF THE THERMAL DEFORMATIONS OF SPINDLE UNITS FOR SURFACE GRINDING MACHINES

Божидар Лалев, Кръстин Йорданов

Резюме: Изменението на топлинното състояние на носещата система и корпусните детайли на металорежещите машини и свързаните с него топлинни деформации, оказват значително влияние на точността на обработка. Температурните деформации се изменят във времето по неизвестни функции и закони, което усложнява тяхното дефиниране и анализиране. В статията се предлага методика за определяне на температурните деформации за вретенна кутия на плоскошлифовъчна машина на базата на предварителен анализ на топлинното натоварване определено по метода на крайните елементи.

Ключови думи: температурно поле, температурни деформации, корпусни детайли.

Summary: The change of the thermal condition of the supporting system and the base parts of the machine tools and the connected with it thermal deformations, have an effect on the machining accuracy. The temperature deformations are changing with the time upon unknown functions and laws, which complicates their definition and analyzing. In the proposed article are suggested methods for determination of the thermal deformations for spindle box of surface grinding machine on the base of preliminary analysis of the thermal load fixed upon the finite elements method.

Key words: temperature field, temperature deformations, base parts.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

За точните металорежещи машини топлообразуването в механизмите и агрегатите на машините,се явява определящи за температурното поле и деформациите, тъй като топлообразуването в зоните на рязяне, поради малките прибавки и ефективните системи за охлаждане ,е незначително.

Температурните деформации на корпусните детайли, като правило се явяват лимитиращи в общия баланс за цялата металорежеща машина. Стойността и характерът й зависят от условията на топлообразуване и топлообмен с околната среда, взаймното разположение, и базиране на основните възли, агрегати и детайли на машината [2].

По метода на елементарните баланси [1,3] се извършват приблизителни пресмятания на температурните полета и деформации, като се приема допускането, за линеен закон на изменение на температурата в елементарен обем, паралелепипед с размери Δx, Δy и Δz или цилиндър, в зависимост от геометричната им конфигурация на корпусния елемент. За всеки елементарен обем се съставя уравнението на топлинния баланс и се определя изменението на температурните деформации за времето Δt. Температурните деформации на отделните елементи и целия корпусен детайл, се определят при допускането, че деформацията е пропорционална [3] на средната температура. При такъв подход резултатите, теоретични и експериментално получени, за еднотипни машини от един и същ модел се изменят в големи диапазони.

В предлаганата статия се разглежда методика за определяне на температурните деформации на вретенна кутия на плоскошлифовъчна машина ШПХ51.01, на базата на предварителен анализ на топлинното натоварване по метода на крайните елементи.

II. АНАЛИЗ

За решаване на топлонапрегнатото състояние се използва програмен продукт „ANSYS 11”, който разполага с няколко модула за решаването на различни инженерни задачи – якостни, топлинни, електромагнитни, хидродинамични и комбинирани, като се базира изцяло на метода на крайните елементи. За решаване на поставената задача се използат модулите „**Termal Analysis**” и „**Stress Analysis**”.

Програмата „ANSYS 11” работи с всичките три основни режима за „**Termal Analysis**”: кондукция, конвекция и радиация. Топлинният анализ може да е:

- **статичен** – определя разпространението на топлината при непроменливи гранични условия. Изменението на граничните условия във времето може да бъде игнорирано.
- **динамичен** – определя разпространението на топлината и други параметри при гранични условия, които варират с изменението на времето.

В табл.1 са дадени характеристиките на материалите участващи в анализа, необходими за определянето на топлинните деформации.

Табл. 1.Характеристики на материалите на детайлите от сглобката

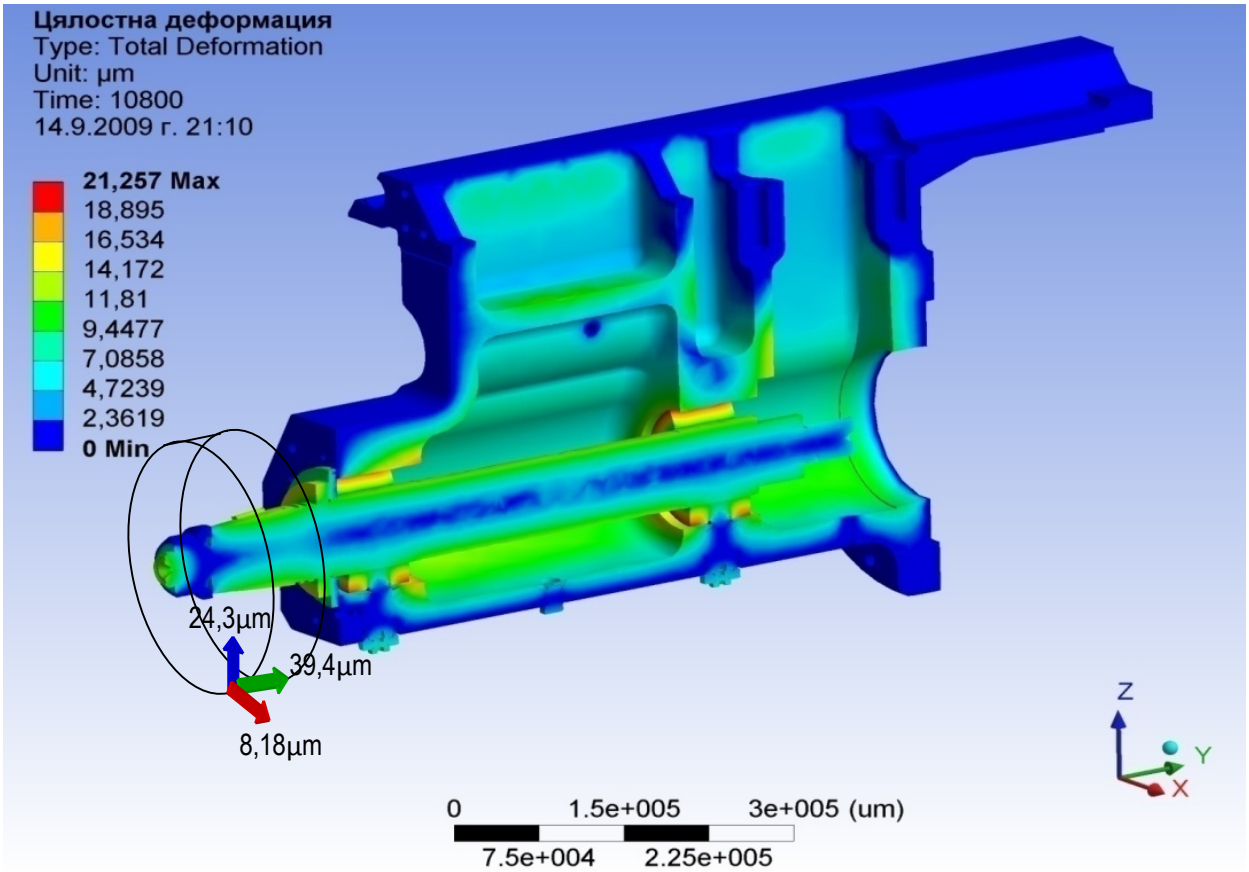
Тмс	E	μ	ρ	a	λ	Ср
°C	Pa	-	kg/m^3	K^{-1}	W/(m.K)	J/(kg.K)
Характеристики на стомана 38Х2МЮА						
46,6	2.06E+11	0.3	8149.335	1.15997E-05	32.332	373.99
Характеристики на стомана 45						
46,6	2.11E+11	0.2	10751.343	1.21993E-05	50.670	479.98
Характеристики на БрКф10						
46,6	1.13E+11	0.3	7199.358	1.7665E-05	49.33	373.99
Характеристики на СЧ20						
46,6	1.21E+11	0.2	8142.05	0.00001257	57.98	421.33
Характеристики на CuSn8						
46,6	1.13E+11	0.3	7366.75	1.733E-05	64.33	385.32
Тмс - температура на маслото; ρ - плътност на материала;						
a - температуропроводно число; λ - коеф. на топлопроводност;						
Ср - специфичен топлинен капацитет; μ - коеф. на Поансон;						
E - модул на еластичност						

Дискретизацията на сглобката, представлява апроксимиране на системата от тела ,с помощта на крайни елементи. Тялото е апроксимирано с призматични крайни елементи, в автоматичен режим на дискретизация на програмния продукт.Броят на крайните елементите в сглобката е 156702, а на възлите 287473.

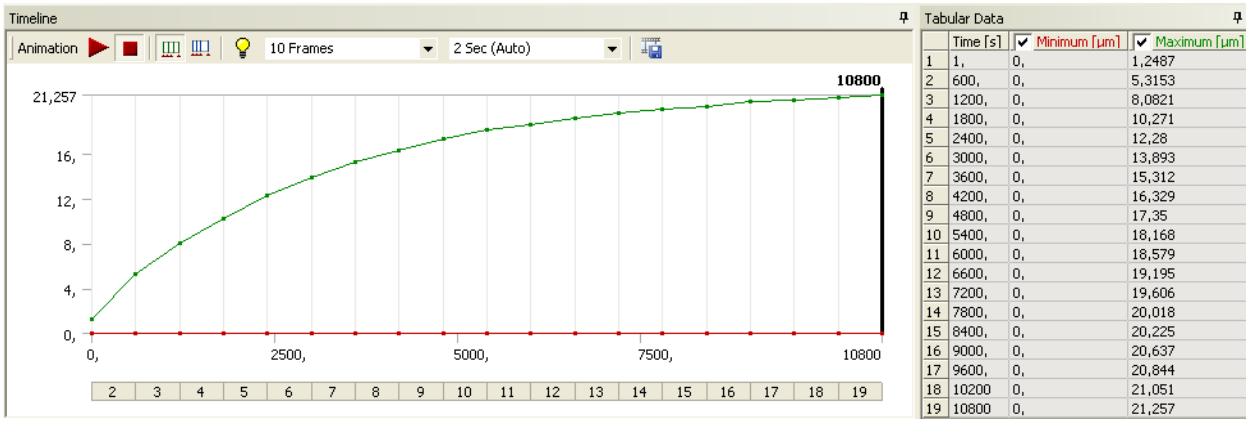
За решаване на тримерния модел се задават следните гранични условия: гравитацията на всички елементи на сглобката; оборотите, с които се върти вретеното; геометрията на цилиндрични те опори на вретеното в мястото на

контакт; теглото на шлифовъчния диск; силата на рязане , която се изменя във времето, вследствие износването на абразивния диск. Времето за провеждане на анализа в работен режим е10800s .

В работния режим са отчетени стойностите от преместванията по трите оси. На фиг.1 са представени данните от модела. Преместаванията за конкретна точка от машината- в петното на контакт между абразивния инструмкент и детаила са съответно: X=8,18μm, Y=39,4μm и Z=24,3μm. Резултатът от преместването получен в ANSYS 11 е 21,257 μm за времето от 0 до 10800s. На база на симулационния модел е направен анализ на получените резултати. Получените стойности за времето на експеримента са представени на фиг.2.



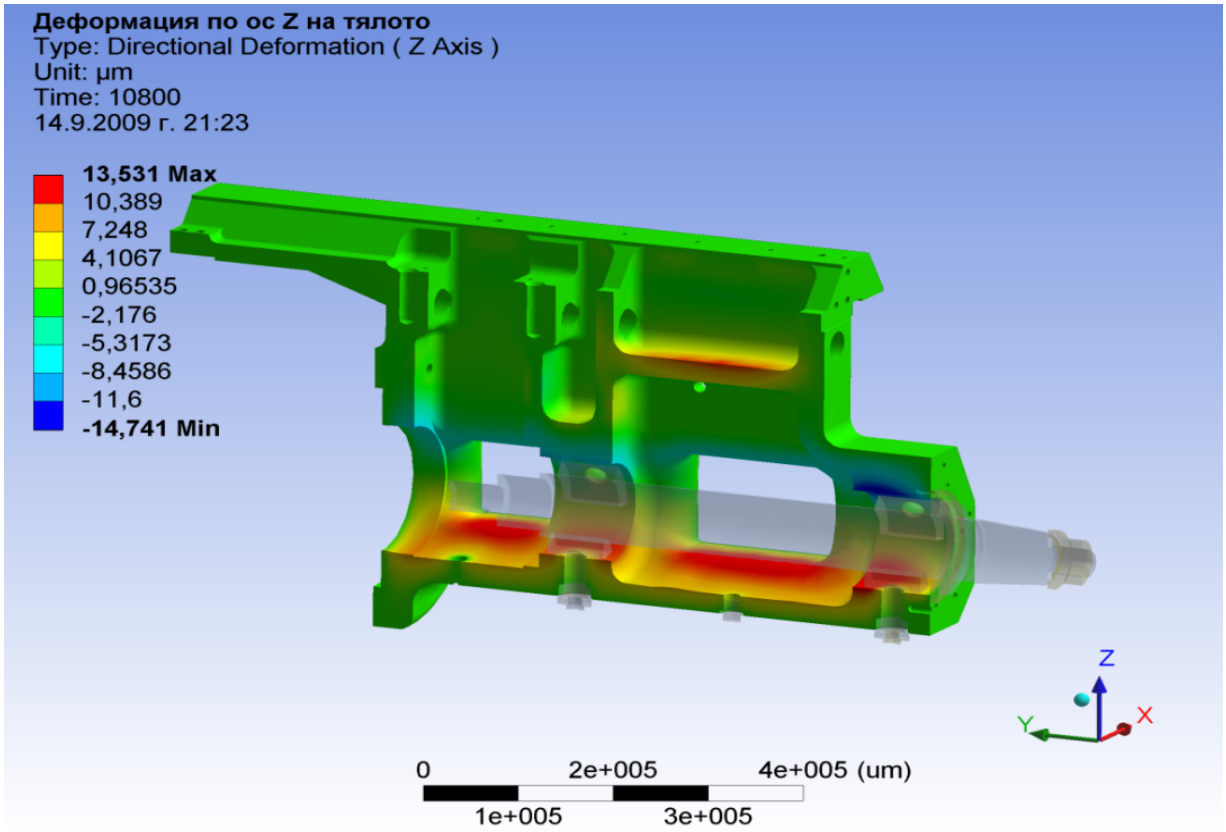
Фиг.1 **Общо преместване на точка от вретенната кутия**



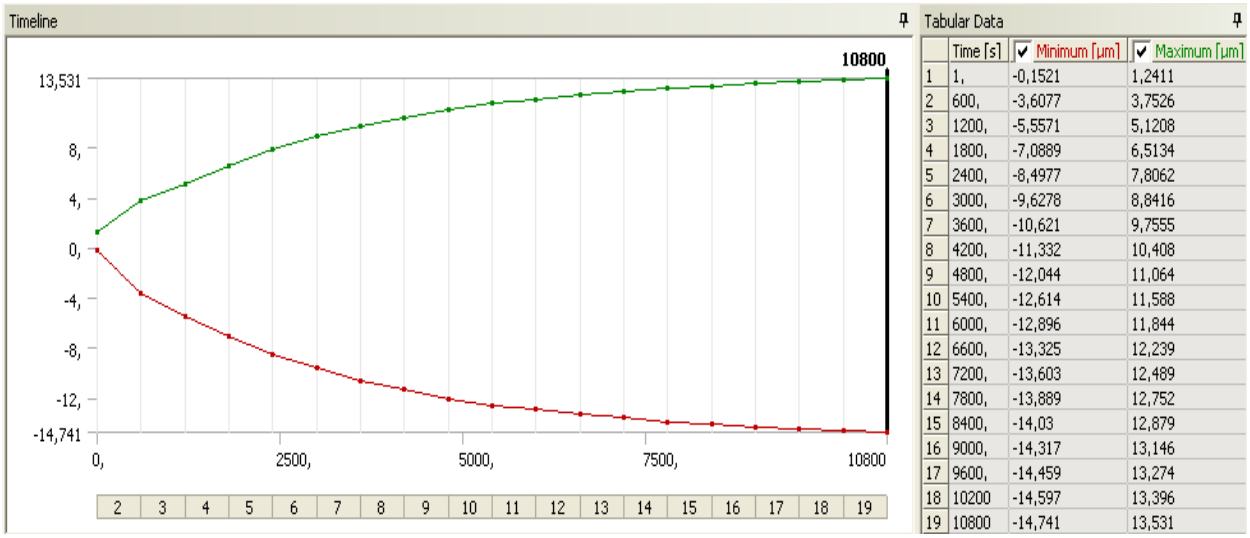
Фиг.2 Резултати от цялостно преместване на точката от вретенната кутия

От симулационния модел деформацията на кутията по ос Z е представена на фиг.3. Деформациите в лагерните гнезда водят до увеличаване на

триенето, което генерира топлина, която се отнема от маслото. То от своя страна я предава на корпуса на машината, чрез конвективен топлообмен. Деформациите по ос Z вследствие на топлинния поток и топлопроводността на корпуса на вретенната кутия са представени на фиг.3 и фигура4



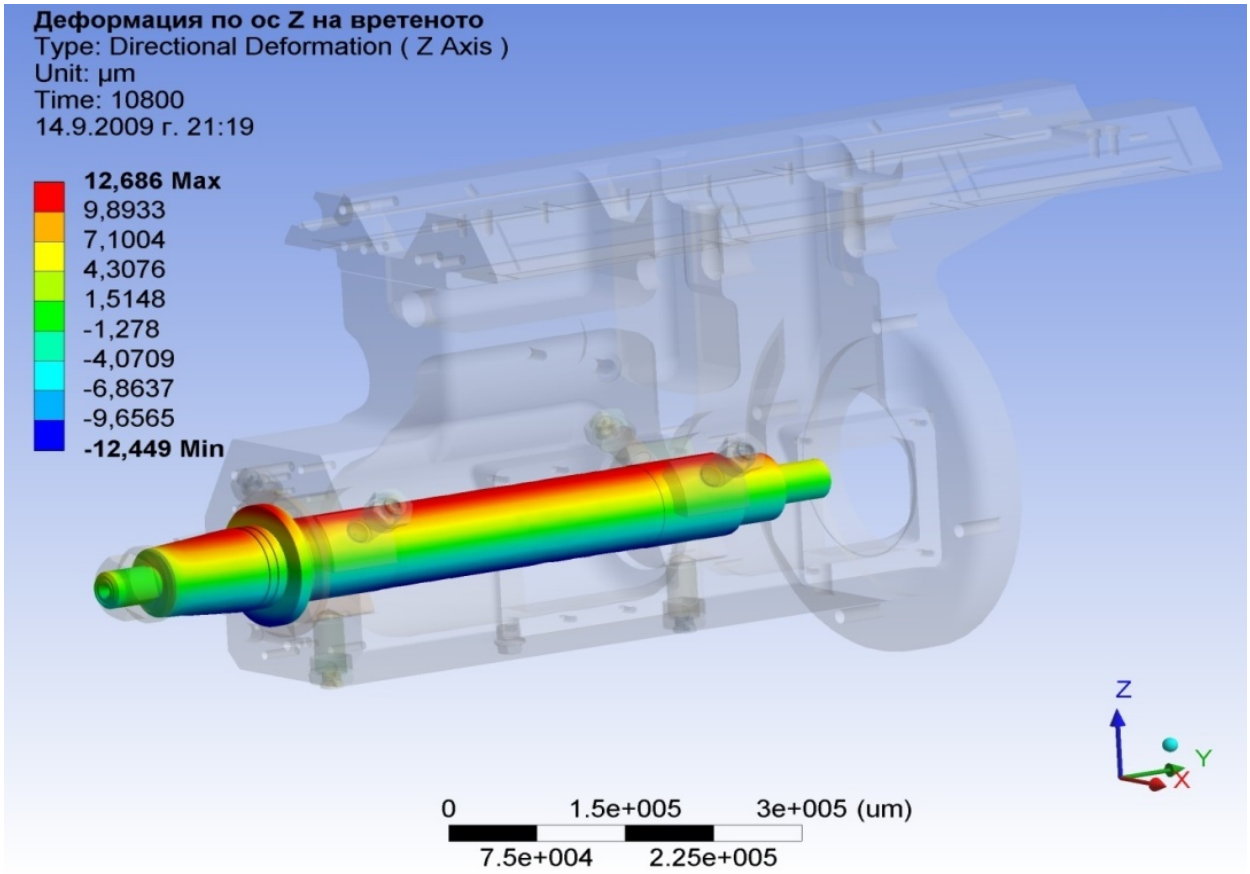
Фиг.3 Деформация по ос Z на тялото



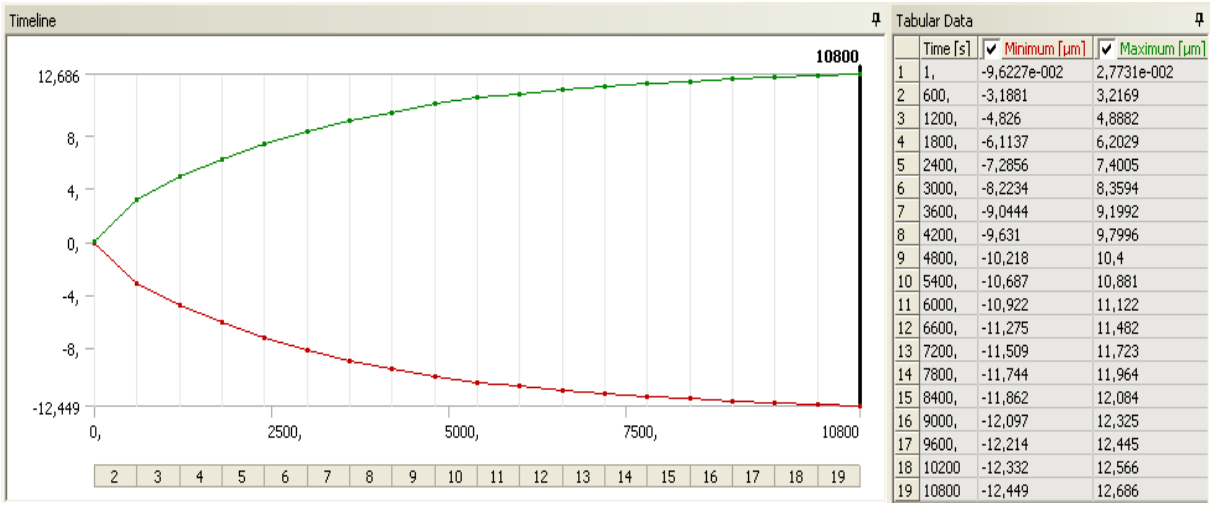
Фиг.4 Резултати за деформациите по ос Z на тялото

От фиг.5, могат да се отчетат деформациите на вала по - направление Z. Получените стойности от програмния продукт са в границите от -12,449µm до +12,686µm. Визуализирането им показва, къде по остта на вретеното деформациите

имат максимални стойности и влияят на точността на ШПХ51.01. Резултатите за времето от 10800 s се представени на фиг.6.



Фиг.5 Деформации по ос Z на вретеното



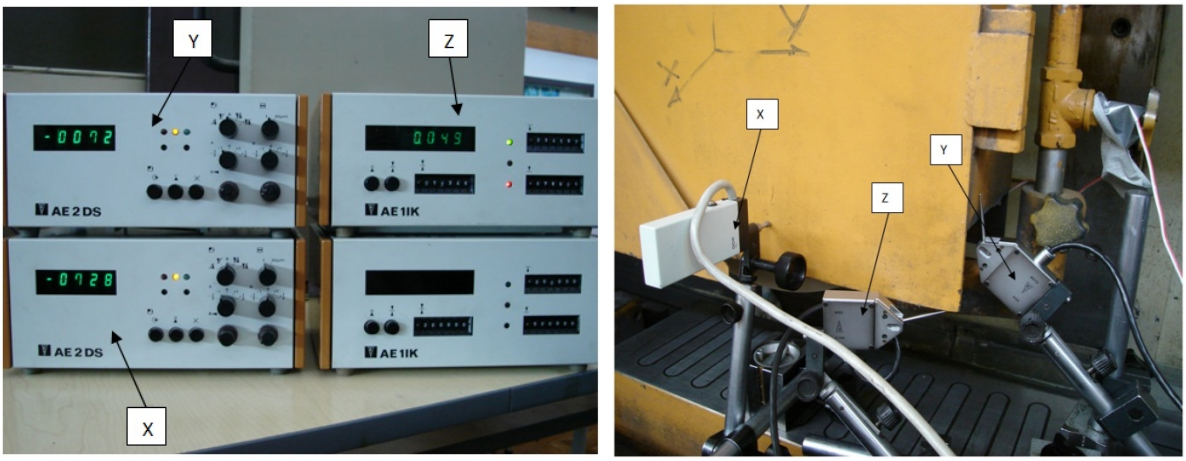
Фиг.6 Резултати за деформациите по Z на вретеното

За проверка на адекватността на разработения по горе модел е извършен експеримент на плоскошлифовъчна машина ШПХ51.01 в работен режим за 3 часа. Периодичността на отчитането на данните е на всеки 10 мин. по трите оси.

Сензорите използвани за измерване са индикаторни преобразователи за линейни размери, които са монтирани на машината по схема дадени на фиг.7. Използваните уреди за измерване на линейни размери по ос X и Y е AE2DX-766611/L165, а за ос Z е AE1IK-766612/1L185. И двата модела

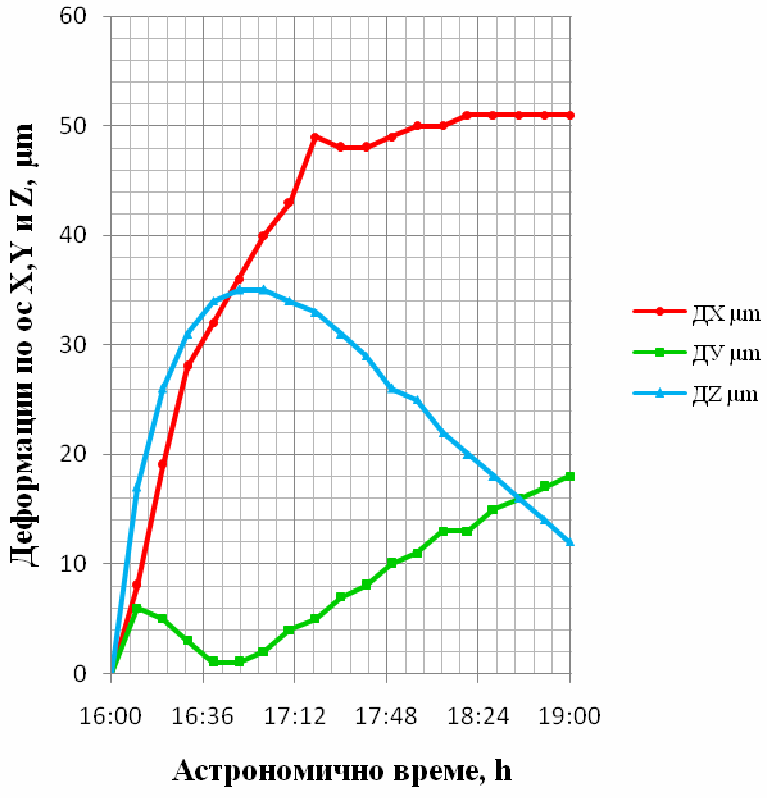
индикаторни преобразователи имат точност при измерването 1 μm.

Експерименталните данни са представени на фиг.8.



Фиг.7 Опитна постановка

Отчетени стойности



Време h	ДХ μm	ДУ μm	ДZ μm
16:00	0	0	0
16:10	8	6	17
16:20	19	5	26
16:30	28	3	31
16:40	32	1	34
16:50	36	1	35
17:00	40	2	35
17:10	43	4	34
17:20	49	5	33
17:30	48	7	31
17:40	48	8	29
17:50	49	10	26
18:00	50	11	25
18:10	50	13	22
18:20	51	13	20
18:30	51	15	18
18:40	51	16	16
18:50	51	17	14
19:00	51	18	12

ДХ – преместване по ос X в μm; ДУ – преместване по ос Y в μm; ДZ – преместване по ос Z в μm.

Фиг. 8 Резултати от експеримента

III. ИЗВОДИ

Решаването на задачата с програмния продукт Ansys11, намалява времето за реални експериментални изследвания, за вретенни възли с многоклинови хидродинамични лагери.

От съпоставянето на теоретичното и експериментално изследване, може да се направи извода, че симулационните изследвания са адекватни с експерименталните изследвания.

От известните методи по литературни източници [1,3] за намаляване на вредното влияние на температурните деформации, а именно: топлоизолация на източниците на топлина; принудително охлаждане и други, един от ефективните и икономически целесъобразни методи е изравняване по температурно поле. Чрез разработения модел на базата на моделиране на температурното поле на корпусните детайли е възможно и целесъобразно управлението на деформациите на вретенната кутия и точността на машината.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. ПУШ, В Э, Конструироване металлорежущих станков,М. „Машиностроение”, 1977, 132-138 стр.

[2]. Попов. Г., Автореферат на дисертация „Изследване и моделиране на топлинното поведение на металорежещите машини”, София 2001 стр. 11-19.

[3]. Решетов. Д. Н., „Детали и механизмы металлорежещих станков” ,том 2, Изд. „Машиностроение”, Москва 1972г., стр. 635-642.

За контакти:Божидар Иванов Лалев, кат. ТМММ, МТФ, ТУ-Варна, тел:052/383-353, e-mail: bojidarlalev@abv.bg

Кръстин Красимиров Йорданов, кат. „Топлотехника и управление”, КФ, e-mail: krystin_kr@abv.bg

Рецензент: доц.д-р инж. Даниела Чакърова

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТЕРМОДИНАМИЧНОТО ПОВЕДЕНИЕ НА ВРЕТЕННИ ВЪЗЛИ НА МЕТАЛОРЕЖЕЩИ МАШИНИ С ХИДРОДИНАМИЧНИ ЛАГЕРИ

STUDY OF THE THERMODYNAMIC BEHAVIOR OF THE SPINDLE UNITS OF MACHINE TOOLS WITH HYDRODYNAMIC BEARINGS

Божидар Лалев, Кръстин Йорданов

Резюме: Широко приложение във вретенните възли на шлифовъчните машини са намерили многоклиновите хидродинамични лагери с безпорно доказани предимства: обезпечават устойчиво въртене на вретеното при малки външни натоварвания и големи честоти на въртене, висока стабилност и удобство при регулиране диаметралните хлабини. В работа е извършен анализ на топлинните потоци във вретенни възли на триклинови хидродинамични лагери, чрез разработване на модел на разпространението на топлината в корпусните елементи и околнаната среда.

Ключови думи: вретенни възли, хидродинамични лагери, температурни полета.

Summary: Wide application in the spindle units of the grinding machines found the multi wedge hydrodynamic bearings with indisputably proved advantages: they secure stable spindle rotation upon small external loads and high rotation speeds, high stability and convenience upon diameter clearances adjusting. Upon work is done analysis of the thermal streams in the three wedges hydrodynamic bearings spindle units, through developing of a heat spreading model in the base elements and environment.

Key words: spindle units, hydrodynamic bearings, temperature fields.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

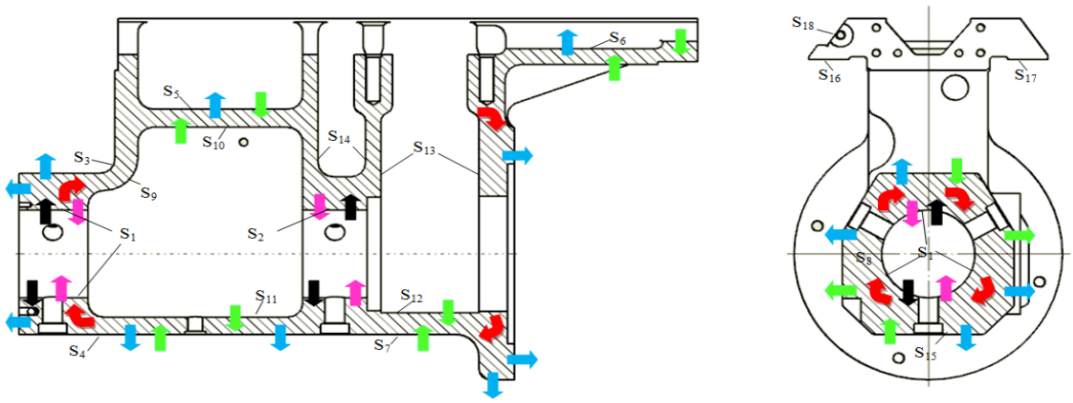
Анализът на проблема за топлинното поведение на металорежещи машини(ММ) показва, че цялата внесена в тях енергия се трансформира в механична и топлинна. Топлинните потоци, образувани в различните възли на машините, се разпространяват чрез топлопроводност в елементите на геометричната им система, като една част от енергията се акумулира в тях, предизвиквайки топлинни деформации [1,2]. Останалата част достига до граничните повърхнини на тези елементи и се предава на околната среда (или на монтираните в съседство други елементи) чрез конвекция.

За определяне на условията на топлообмен с околната среда се налага да бъде изяснен механизмът на разпространение на топлината между елементите на ММ. За тази цел се синтезират два структурни модела, обобщаващи топлинните процеси в корпусните елементи и във въртящите се ротационни елементи от типа на вретената.

Целта на настоящата работа е анализ на топлинните потоци във вретенни възли на триклинови хидродинамични лагери, чрез разработване на модел на разпространението на топлината в корпусните елементи и околната среда.

II. АНАЛИЗ

Структуреният модел на разпространението на топлината в корпусен елемент, представен на фиг.1- вретенна кутия на плоскошливовъчна машина ШПХ51.01, е със сложна форма, което е предпоставка за голям брой гранични повърхнини и топлинни потоци. Топлинните потоци са съответно(фиг.1):



Фиг.1 Структурен модел на разпространение на топлината във вретенна кутия на ШПХ51.01

➡ топлинни потоци, постъпващи от топлоизточниците в корпусния елемент;

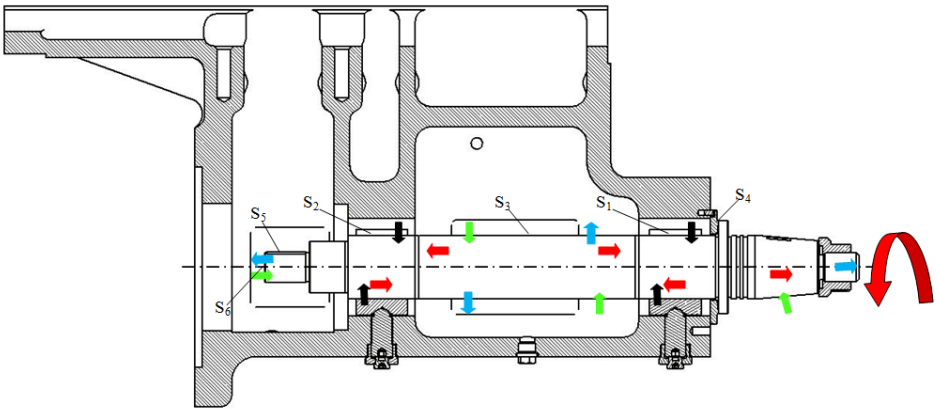
➡ топлинни потоци, преминаващи от корпусния елемент към околната среда;

➡ топлинни потоци, преминаващи от околната среда към корпусния елемент;

➡ топлинен поток, разпространяващ се в корпусния елемент чрез топлопроводност;

➡ топлинни потоци, преминаващи от корпусния елемент към лагерите.

Структурният модел на разпространението на топлината във вретеното на ШПХ51.01 е представен на фиг.2. Във вретеното и около него са налице следните топлинни потоци, които са следствие от режима на работа и натоварването на вретенната кутия .



Фиг.2 Структурен модел на разпространение на топлината във вретеното на ШПХ51.01

➡ топлинни потоци, постъпващи от топлоизточниците във вретеното;

➡ топлинни потоци, преминаващи от вретеното към околната среда;

➡ топлинни потоци, преминаващи от околната среда към вретеното;

➡ топлинен поток, разпространяващ се във вретеното.

Предлаганият метод за пресмятане на температурата на носещите маслени слоеве се базира на решението на уравнението на топлинния баланс на носещия слой [3]. Този метод позволява да се отчете топлообразуването в лагера и условията за отвеждане на топлината в околната среда и протичащото масло в зависимост от режима на работа на конструктивните му параметри.

Топлинните пресмятания на многоклиновите лагери се основават на следното основно допускане: нагряването на маслените слоеве се извършва вследствие на триенето във флуида. От носещите маслени слоеве

топлината се отвежда в шийките на вала и черупките. Валът отдава топлината на маслото, преминаващо през ненатоварената зонана на лагера (между черупките) и чрез свойте външни повърхнини в околната среда.

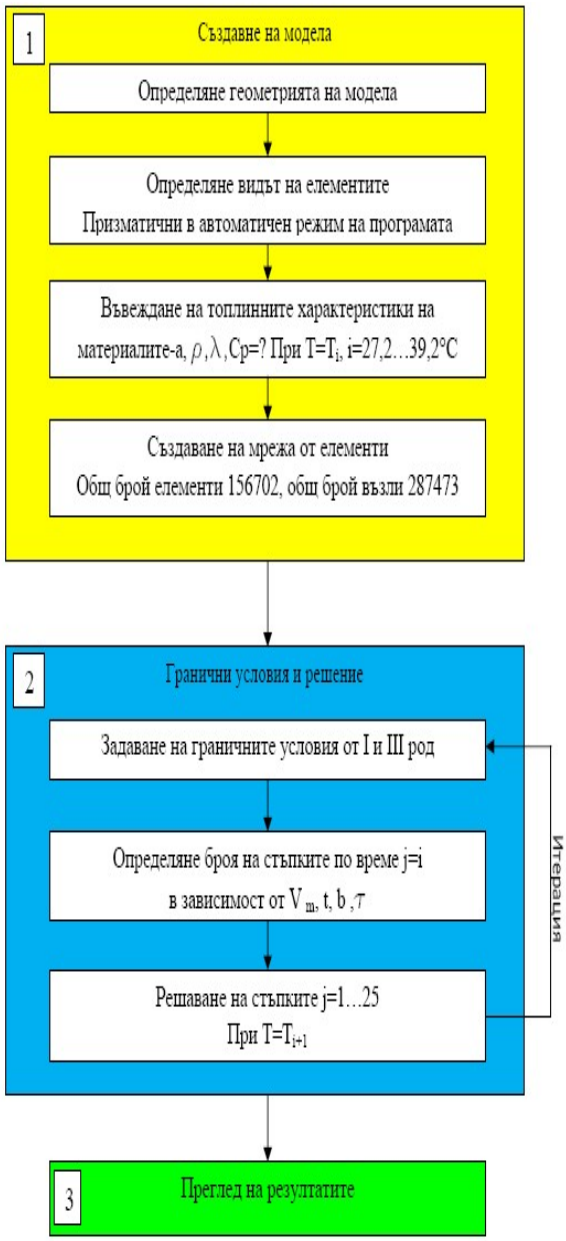
Приставките отдават топлина на маслото чрез свойте ненатоварени повърхности. Топлината, отдавана от вала и приставките в ненатоварената зона на лагерите и топлината, образуваща се в натоварената зона, се отвежда от маслото, протичащо през лагера.
Уравнението на топлинния баланс е:

$Q=Q_п+Q_в+Q_м$ kW,
където:
Q-топлинен поток във всички носещи маслени клинове на лагера в kW;
$Q_п$-топлина, отвеждана през приставките в kW;
$Q_в$-топлина, отвеждана от вала в kW;
$Q_м$-топлина, отвеждана от носещите маслени клинове на маслото протичащо през зоната на налягане в kW.

Сглобката на вретенната кутия на изследваната шлифовъчна машина ШПХ51.01 е моделирана чрез програмен продукт Autodesk Inventor 2008. След завършване на сглобката се изпраща за изследване в Ansys 11 директно от програмата Autodesk Inventor чрез инсталиран модул към нея.

Анализът на топлинното натоварване на сглобените елементи е извършен чрез програмния продук Ansys11 , който позволява в реално време да се изследва обект или сглобка от обекти в зададени режими на работа.

На фиг.3 е показана блок – схема за решаване на задачата като резултатите са приблизително идентични с тези в практически условия.



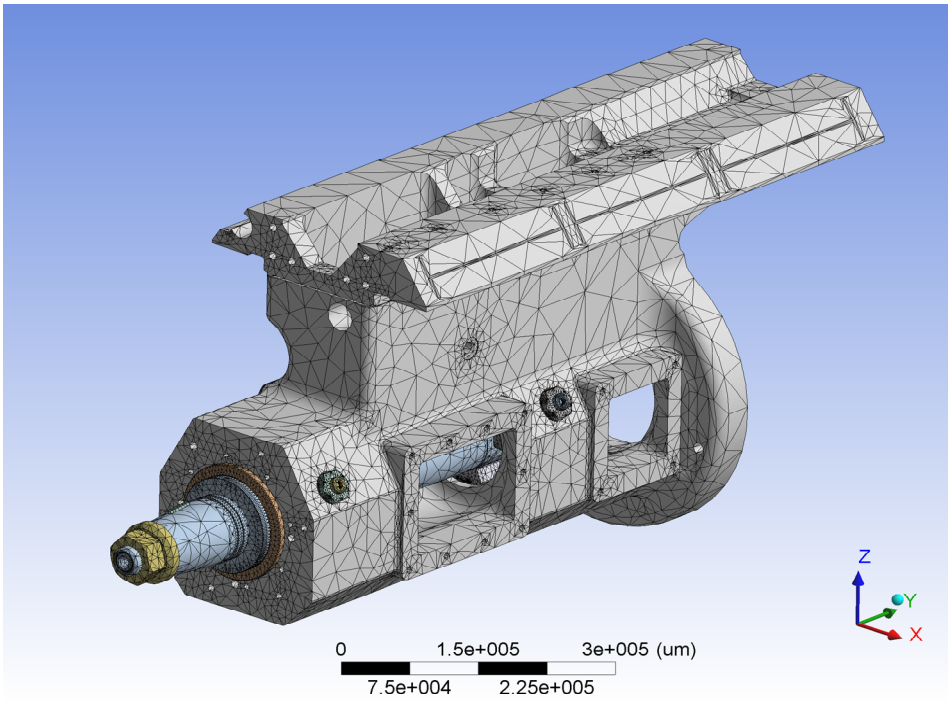
Фиг.3Блок–схема за решаване на задачата

В блок 1 се задават началните характеристики, които описват тримерния модел и го подготвят за следващия етап. В блок 2 се задават граничните условия, които описват характера на работа на зададения обект. Задава се времето, за което се извършва работния процес и броя на стъпките за целия работен период. Блок 3 дава нагледна представа за резултатите получени от анализа. Представени са в таблица 1 част от характеристиките на материалите, участващи в анализа.

Табл.1 Характеристики на материалите на детайлите от сглобката

Характеристики на материалите									
Тмс	ρ	a	λ	Ср	Тмс	ρ	a	λ	Ср
°C	kg/m^3	K^{-1}	W/(m.K)	J/(kg.K)	°C	kg/m^3	K^{-1}	W/(m.K)	J/(kg.K)
Характеристики на стомана 38Х2МЮА					Характеристики на СЧ20				
38,6	8149.54	1.15697E-05	32.2325	373.39	38,6	8148.05	0.000012486	59.07	420.63
38,8	8149.53	1.15705E-05	32.235	373.41	38,8	8147.90	0.000012488	59.04	420.64
39	8149.53	1.15712E-05	32.2375	373.42	39	8147.75	0.000012490	59.01	420.66
39,2	8149.52	1.1572E-05	32.24	373.44	39,2	8147.60	0.000012492	58.98	420.68
Характеристики на стомана 45					Характеристики на CuSn8				
38,6	10752.44	1.21093E-05	51.07	477.88	38,6	7376.75	0.00001693	63.63	384.02
38,8	10752.42	1.21115E-05	51.06	477.93	38,8	7376.50	0.00001694	63.64	384.05
39	10752.39	1.21138E-05	51.05	477.99	39	7376.25	0.00001695	63.66	384.09
39,2	10752.36	0.000012116	51.04	478.04	39,2	7376.00	0.00001696	63.68	384.12
Характеристики на БрКф10									
38,6	7202.26	1.7465E-05	48.93	373.39	39	7202.11	1.7475E-05	48.95	373.42
38,8	7202.19	1.747E-05	48.94	373.41	39,2	7202.04	1.748E-05	48.96	373.44
Тмс - температура на маслото; ρ - плътност на материала; a - температуропроводно число;									
λ - коефициент на топлопроводност; Ср - специфичен топлинен капацитет.									

Дискретизация на сглобката– представлява апроксимиране на системата от тела с помощта на крайни елементи– фиг.4. Тялото е апроксимирано с помощта на призматични крайни елементи в автоматичен режим на програмен продукт. Броят на елементите в сглобката са 156702, а на възлите 287473.



Фиг.4 Дискретизация на изследвания обект

Въвеждането на началните и граничните условия за термичен и якостен анализ се извършва по следния начин:

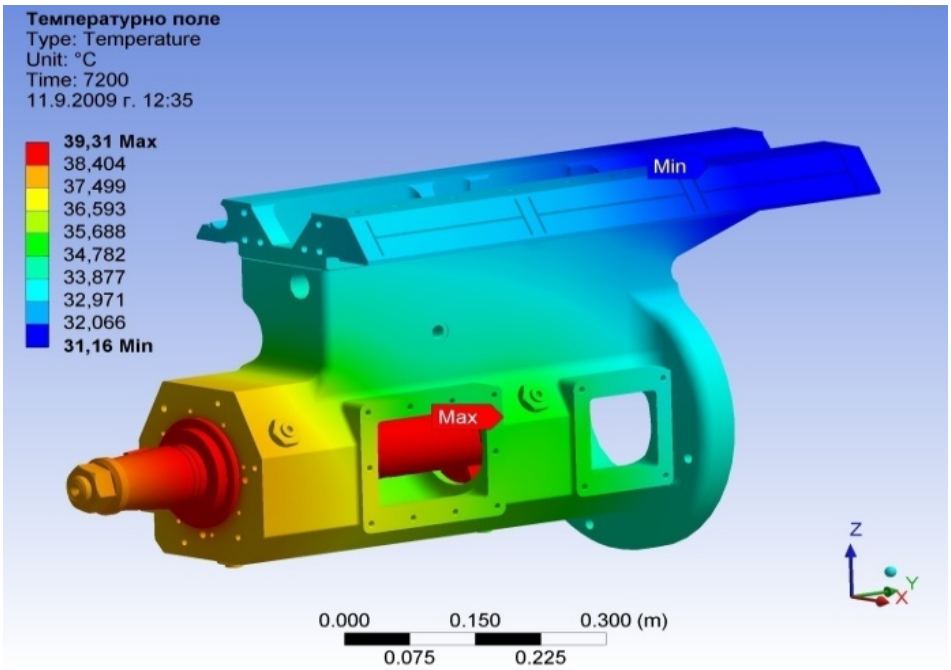
- сумарно време за провеждане на анализа в работен режим–7200s в 25 стъпки;
- температура на околния въздух в работен режим 27,2°C;

Гранични условия от III род: конвективен топлообмен за маслото в леглата на лагерите, в пространството на корпуса и околния въздух около модела.

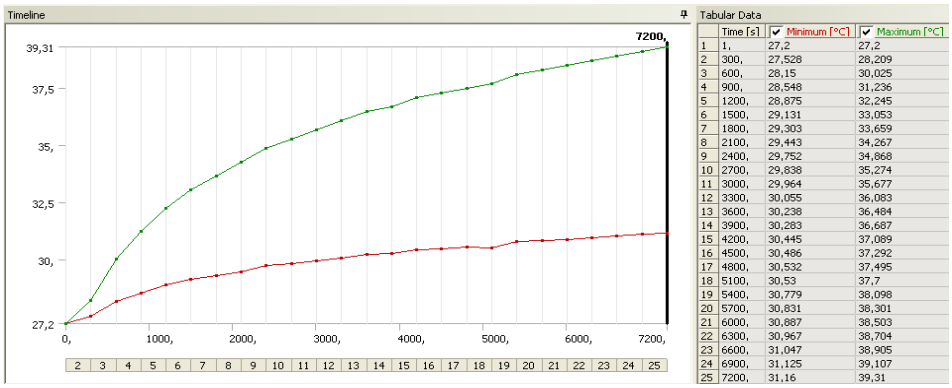
Гранични условия от I род: по–всички повърхности на лагерните черупки; по–шийките на вала, които контактуват с лагерните черупки; по–повърхността на аксиалния лагер.

Получените резултати след анализа в ANSYS 11 дават нагледна представа за изменението на температурното поле за цялата вретенна кутия и на сглобените елементи, както и на резултати за отделен елемент.

Представеното на фиг. 5 температурно поле, след 7200s работата на шлифовъчната машина показва разпределението на температурите в цялата сглобка. В края на направения анализ, максималната температура е 39,31°C. В предния край температурата е в границите от 36,593°C до 37,499°C и в задния край - в границите от 34,782°C до 35,688°C. Колебанията по скалата на фиг.6 се дължат на различните сили на рязане, с които се натоварва технологичната система, в резултат на износване на абразивния инструмент.

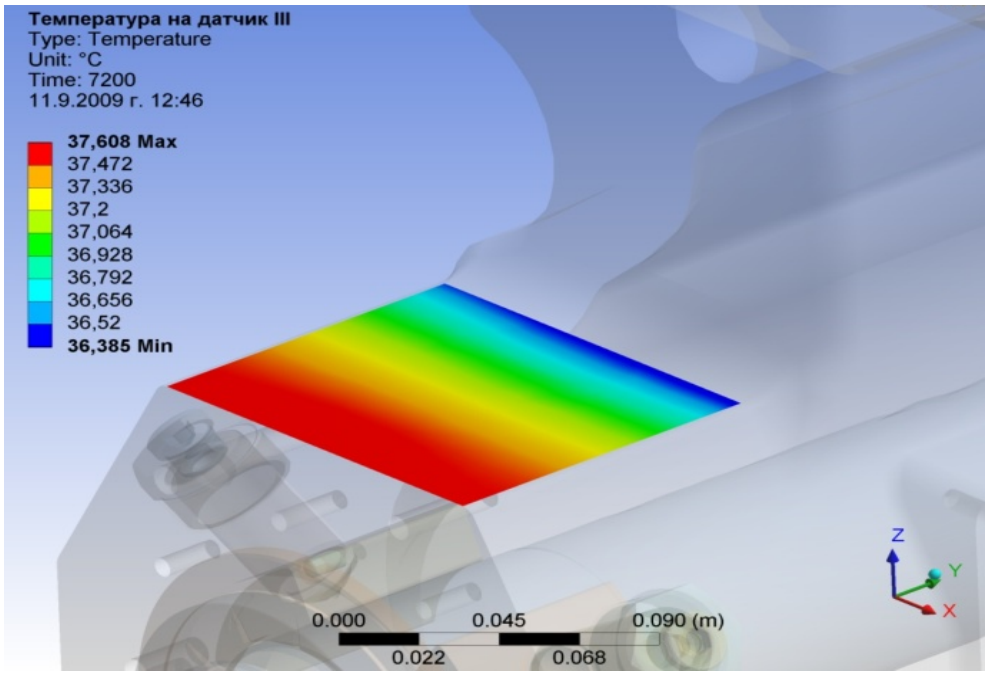


Фиг.5 Температурно поле след 7200s

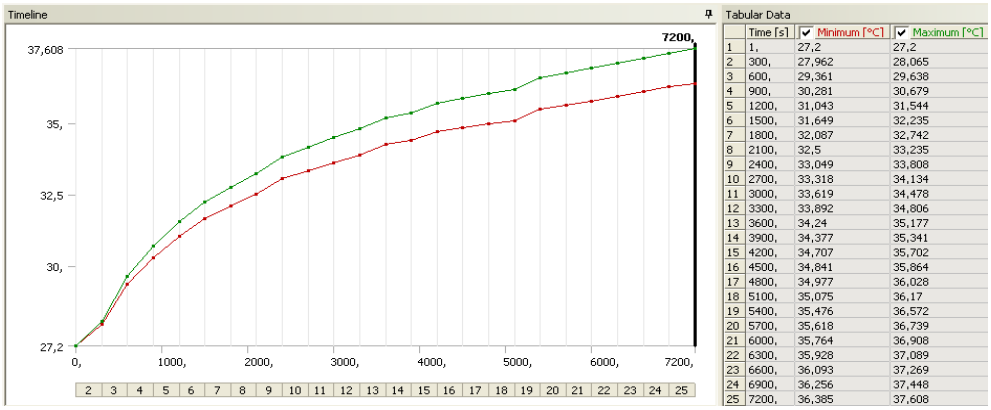


Фиг.6 Развитие на температурата във времето за периода от 0 до 7200s

Стойностите от сензор №3 са дадени на фиг. 7 за време от 7200s. Отчетената за него от експеримента е 37,5°C, а отчетената стойност от програмата е 37,608°C. Получените резултати потвърждават адекватността на модела. Вследствие, на зададените гранични условия на модела, получените резултати могат да се приемат за верни.



Фиг.7 Температурно поле на сензор №3



Фиг.8 Развитие на температурата във времето на сензор №3 за периода от 0 до 7200s

III. ИЗВОДИ

Чрез приложената методика за топлинното пресмятане на многоклинови хидродинамични лагери, служи за определяне на топлинния товар на плоскошлифовъчната машина ШПХ51.01 Решаването на задачата в програмния продукт ANSYS 11 намалява времето за реални експериментални изпитвания за цялостен топлинен анализ на вретенната кутия, както и на съставящите я елементи. Отчетените температурни полета, са предпоставка за по - нататъшно разработване на модел за коректно определяне на топлинните деформации. На базата на разработения модел и експерименталните изследвания е възможно да се разработи система за управление точността на машината като се отчита влиянието на топлинните деформации.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Попов. Г., С. Димитров, Подход за пресмятане на топлинното поведение на корпусните елементи за металорежещи машини при гранични условия от I и III род, сп. „Машиностроене", кн.4/5 1996г., стр. 137-140.

[2]. Попов. Г., Автореферат „Изследване и моделиране на топлинното поведение на металорежещите машини, стр. 12-14

[3]. Решетов. Д. Н., „Детали и механизмы металлорежещих станков" ,том 2, Изд. „Машиностроение", Москва 1972г., стр. 136-142.

За контакти:

Божидар Иванов Лалев,кат.ТМММ,МТФ,ТУ-Варна,тел:052/383-353, e-mail: bojidarlalev@abv.bg

Кръстин Красимиров Йорданов, кат. „Топлотехника и управление",КФ,e-mail: krystin_kr@abv.bg

Рецензент: доц. д-р. инж Димитър Русев

СЪСТОЯНИЕ И ИНОВАЦИОННА АКТИВНОСТ НА ПРОМИШЛЕНИТЕ ПРЕДПРИЯТИЯ В БЪЛГАРИЯ

PERFORMANCE AND INNOVATION ACTIVITY OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISES IN BULGARIA

Веселина Маринчева Янкова

Резюме: 2009 година е повратна в икономическото развитие на глобалната, европейската и българската икономика. Светът е изправен пред най-сериозната икономическа криза от Великата депресия насам. България трябва да преосмисли своята икономическа политика и да излезе с интегрирана стратегия за икономически възход на основата на иновациите, технологичното развитие и науката. Настоящата статия разглежда състоянието и тенденциите в сектора на производството в България. Анализирана е също така и иновационната активност на българските производстени предприятия.
Ключови думи: производство, иновации, конкурентоспособност

Abstract: 2009 is crucial for the economic development of the global, European and Bulgarian economy in particular. The World is facing the most serious economic crisis since the Great Depression. Bulgaria has to rethink its economic policy and to present an integrated strategy for economic progress based on innovation, technological development and science. The paper overviews the performance and trends in the Bulgarian production industry. The innovation activity of the Bulgarian production companies is also analyzed.
Keywords: production industry, innovation, compatibility

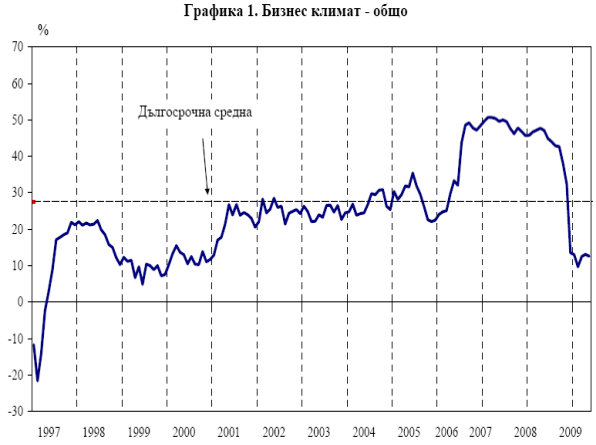
I. ВЪВЕДЕНИЕ

2009 година е повратна в икономическото развитие на глобалната, европейската и българската икономика. За първи път от своето създаване през 1999г. Еврозоната, страните-членки на ЕС, които използват еврото като единна валута, влязоха в рецесия. През първото тримесечие на 2009г. българската икономика не отбеляза ръст за първи път от 11 години. Светът е изправен пред най-сериозната икономическа криза от Великата депресия насам. Създалата се ситуация изисква бързи и смели решения от страна на правителствените и бизнес лидерите за превръщане на кризата във възможност и за възвръщане на икономическия растеж. България трябва да преосмисли своята икономическа политика и да излезе с интегрирана стратегия за икономически възход на основата на иновациите, технологичното развитие и науката.

II. СЪСТОЯНИЕ НА ИНДУСТРИАЛНОТО ПРОИЗВОДСТВО В БЪЛГАРИЯ

След сериозния спад на **общия показател на бизнес климата** от октомври 2008 г. и достигането на най-ниското равнище (9.7%) през февруари т.г., през последните три месеца (включително май) показателят като че ли се отдръпва от най-ниската си точка, колебаейки се около 12.5 - 12.6% (графика 1).

Графика 1. Бизнес климат - общо

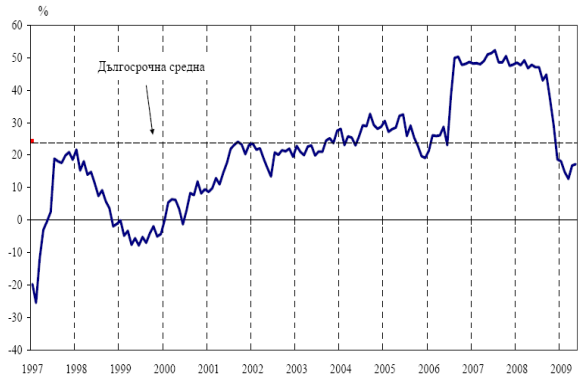


През третото тримесечие на 2008г. силно се забави растежът на индустрията. Той възлезе на 2,1% в реално изражение, като продажбите за износ отбелязаха спад, повлияни от влошаващата се

международна конюнктура, изразяваща се в намаляващи цени и външно търсене на основни за българската промишленост продукти.

През май 2009 г. съставният показател "бизнес климат в промишлеността" се променя незначително спрямо предходния месец - с плюс 0.4 пункта (графика 2).

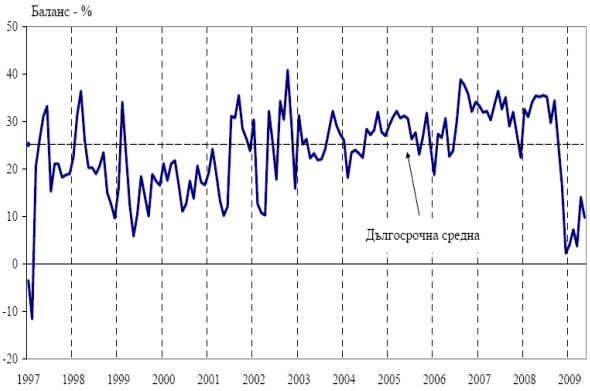
Графика 2. Бизнес климат в промишлеността



По мнение на мениджърите настоящото бизнес състояние на предприятията от отрасъла се е подобрило, същевременно обаче очакванията за следващите шест месеца са по-неблагоприятни спрямо април. Продължава свиването на производствената активност и на поръчките за местния пазар и за износ (графика 3), като очакванията за дейността през следващите три месеца са колебаещи се - по-добри или по-лоши, но не така песимистични, както през декември 2008 г., когато балансът на мненията отбелязва най-ниската си стойност (графика 4).

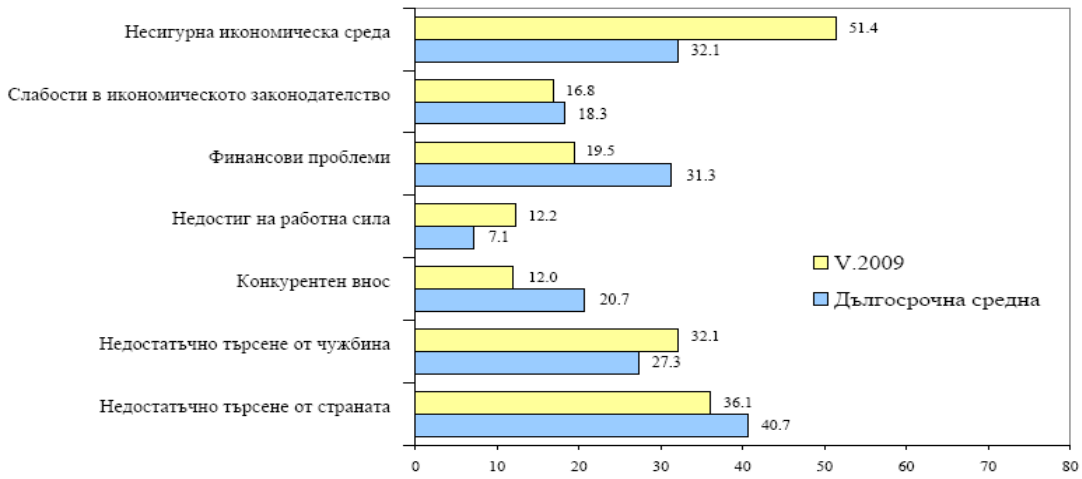
Графика 3. Баланси на мненията в промишлеността

Графика 4. Очаквана производствена активност в промишлеността през следващите три месеца



Несигурната икономическа среда и недостатъчното търсене продължават да са основни фактори, ограничаващи дейността в отрасъла (графика 5).

Графика 5. Затруднения в производствената дейност в промишлеността (Относителен дял от предприятията - %)



Относно продажните цени в промишлеността няма инфлационни очаквания за следващите три месеца.

По данни от бизнес анкетите на НСИ през март 2009 г. **показателят на доверие в промишлеността** се понижава с 3.2 пункта спрямо равнището си през февруари. Намалението се дължи на пониженото търсене и песимистичните очаквания на мениджърите за производствената дейност през следващите три месеца. Същевременно и нивото на запасите от готова продукция се увеличава.

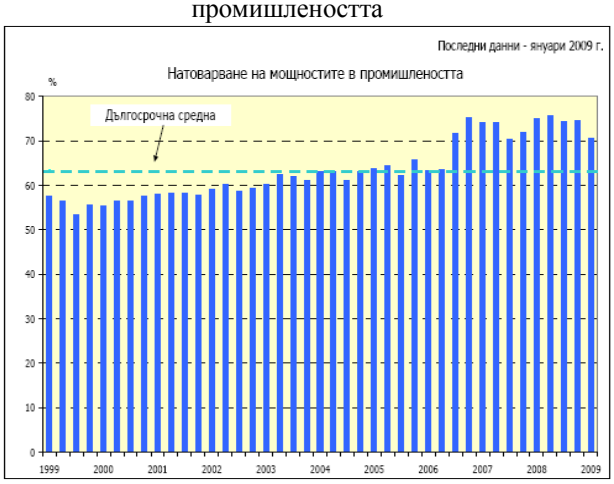
През януари 2009 г. **индексът на промишленото производство** намалява с 13.3 пункта в сравнение със същия месец на предходната година (по предварителни данни). Най-голям спад - с 27.2 пункта, е регистриран в добивната промишленост. В преработващата промишленост намалението е с 15.7 пункта., а при производството на електроенергия, газ и вода - с 4.1 пункта.

През първото тримесечие на 2009 г. индустриалният сектор намалява относителния си дял в добавената стойност на икономиката спрямо първото тримесечие на 2008 г. до 31.1 %.

Силно тревожен е и факта, че през първото тримесечие на 2009 година Брутният вътрешен продукт на страната бележи спад от 5% спрямо четвъртото тримесечие на 2008 г. През четвъртото тримесечие на 2008 г. спрямо третото на миналата година спадът бе 1.6%, показват данните на Националния статистически институт, разпространени на 11.06.2009г. Тези данни означават, че икономиката на страната е в **рецесия**, защото за рецесия може да се говори тогава, когато бъде регистриран спад през две последователни тримесечия, измерени спрямо предходното тримесечие.

Друга тревожна тенденция е намаляването на средното натоварване на мощностите в промишлеността. През януари 2009 г. **средното натоварване на мощностите** в промишлеността се оценява на 70.6%, което е с 3.9 пункта под октомврийското равнище.

Графика 6. Натоварване на мощностите в промишлеността



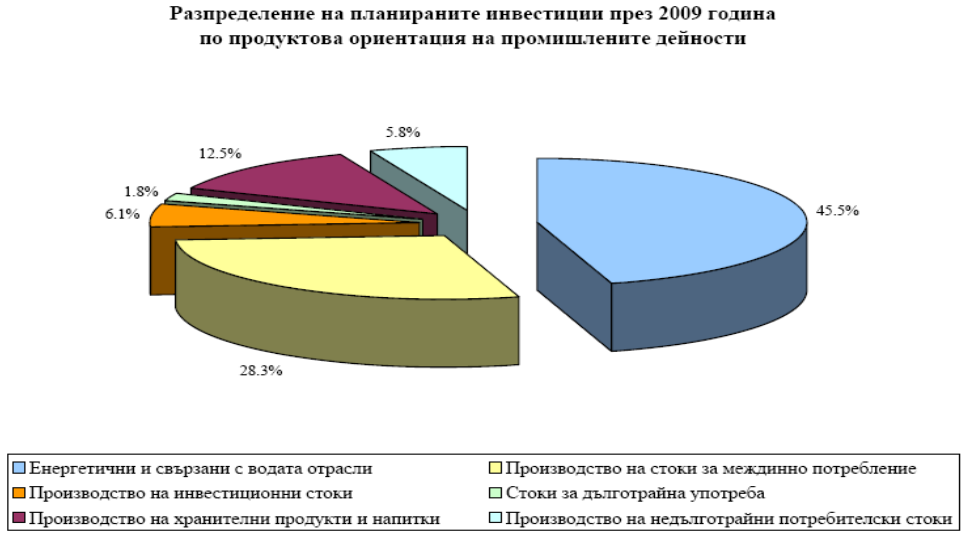
Инвестиционната бизнес анкета на НСИ, проведена сред промишлените предприятия през втората половина на март 2009 г., предостави информация за **реализираните инвестиции** на тези предприятия през 2008 г. и инвестиционните им планове за 2009 година.

През 2008 г. разходите за придобиване на дълготрайни материални и нематериални активи в промишлеността са нараснали с 12.2% в номинално изражение спрямо предходната година, което се дължи на предприятията от обществения сектор, направили с 69.6% повече инвестиции. В частния сектор растежът е 0.9%. За увеличената инвестиционна активност са допринесли енергетичните и свързаните с водата отрасли и отраслите произвеждащи инвестиционни стоки, която се е увеличила съответно с 45.7 и 9.2%.

Инвестиционната бизнес анкета през март 2009 г. показва, че плановете на промишлените предприятия през настоящата година са за **свиване на инвестициите** с около 36% спрямо направените през 2008 година. Делът на частния сектор в общия обем на очакваните разходи за придобиване на дълготрайни материални и нематериални активи през 2009 г. е близо 79%.

Мениджърите от този сектор предвиждат **намаление на инвестиционните си програми** с 32.7% спрямо 2008 г., а в обществения сектор очакваното намаление е 45.5%.

Графика 7. Разпределение на планираните инвестиции през 2009г.



Според продуктовата ориентация на производството (Номенклатура А20 за икономически анализи и прогнози) най-голям относителен дял в очакваните инвестиции през 2009 г. формират отново енергетичните и свързаните с водата отрасли (45.5%) с очакван спад 29.4% спрямо 2008 година. На второ място по прогнозен обем на инвестициите (с 28.3% относителен дял) са отраслите, произвеждащи стоки за междинно потребление, които предвиждат намаление с 45.7% спрямо миналата година. Следват отраслите, произвеждащи хранителни продукти и напитки, с 12.5% относителен дял в очакваните инвестиции през 2009 г., като мениджърите от тези отрасли предвиждат свиване на инвестиционните програми с 28.7% спрямо 2008 година.

III. ИНОВАЦИОННА АКИВНОСТ

През 2005 г. една трета от малките и средни производствени предприятия са демонстрирали иновационна активност. Предприятията, иновирали в продукти (21,76 %), превишават два пъти предприятията, инвестирали в процеси (10,79 %), а малка част от респондентите посочват, че сред иновационните им приоритети са били маркетингови иновации (4,56 %). Решението за иновиране е било продиктувано от следните основни причини: своевременна реакция на пазарните промени и потребности; обичаен начин на функциониране и бизнес поведение; привеждане в съответствие с предявените в нормативната уредба и стандартите изисквания.

Табл. 2. Иновативни предприятия според вида на иновациите

№	Иновативни фирми	Общо		Микро-		Малки		Средни	
		брой	%	брой	%	брой	%	брой	%
1.	Продуктови иновации	353	21,76	269	19,52	51	31,29	33	40,74
2.	Процесни иновации	175	10,79	112	8,13	32	19,63	31	38,27
3.	Организационни иновации	243	14,98	147	10,67	63	38,65	33	40,74
4.	Маркетингови иновации	74	4,56	31	2,25	28	17,18	15	18,52
	Общо	540	33,29	415	30,12	78	47,85	47	58,02

Около една пета от изследваните единици са разработвали или лансирали нови или значително усъвършенствани продукти. За половината от тях вниманието е било насочено към нови само за предприятието изделия, които са предназначени за ограничен локален сегмент. С нарастване на пазарния обхват и степента на новост делът на иновативните предприятия значително намалява. Само едно от двадесет предприятия е насочило своите усилия към действително нови и за международния пазар продукти. Поради наличието на по-голям брой ограничителни условия най-ниска активност показват микропредприятията. При ранжирането на своите приоритети мениджърите на по-малките бизнес структури поставят на преден план „оцеляване чрез запазване на завоювани пазарни позиции с помощта на утвърдени продукти“ и много по-рядко „излизане на непознат пазар с нови или усъвършенствани изделия“. Високата международна конкуренция и наличието на твърде много неизвестни изключително затрудняват родния бизнес в желанието му да иновира.

Много малко са бизнес единиците, осъществили процесни. Докато при микро- и средните предприятия не се откроява предпочитание в посоката на иновиране, малките структури определено насочват вниманието си към изменения, свързани с въвеждането на нови или усъвършенствани производствени методи.

Независимо че сред въвелите процесни иновации доминират единици с персонал над 50 души, най-висок е процентът на малките предприятия, постигнали значителен ефект от иновационните си проекти.

Относителният дял на средните стопански субекти, въвели нови или усъвършенствани методи на доставка, които са такива не само за предприятието, но и за българския пазар, превишава седем пъти дела на микроструктурите. Още по-сериозен е контрастът при най-интензивно иновиращите, т.е. разработвали повече от един проект със степен на новост и за предприятието, и за отрасъла. Тук съотношението е 1/20 и 1/60 в полза съответно на малките и средните предприятия.

Проучването отчита по-висока активност по отношение на ***организационните*** спрямо процесните иновации. Това се дължи предимно на по-голямата степен на навлизане на информационните технологии в организационно-управленската, отколкото в производствената система на предприятията. В същото време за 84,17 % от иновативните предприятия компютризирането и използването на специализиран софтуер е било съпроводено с паралелни иновационни изменения в организацията на работата и взаимоотношенията с бизнес партньорите, а за много малка част от стопанските субекти – и с нововъведения в областта на управленските методи и системи. Голям процент от анкетираните посочват, че направените организационни изменения са довели до облекчаване на работата, ускоряване протичането на някои фирмени процеси и осигуряване на възможности за оптимизиране състава на персонала. Несъществен е делът на предприятията, които чрез организационни нововъведения са благоприятствали и творческите способности на заетите, генерирането на идеи за иновационно развитие и тяхното последващо канализиране. Сред постигналите подобни ефекти доминират малките по размер структури.

Предприятията, осъществявали повече от един проект, са предпочели следните комбинации: *микроединици* – изменения в управленските методи и системи и промени в организацията на работа (2,25 %); *малки единици* – промени в организацията на работа и във взаимоотношенията с други предприятия (3,07 %); *средни единици* – изменения в управленските методи и системи и

промени във взаимоотношенията с други предприятия (6,17 %).

Маркетинговите иновации са най-малко застъпеното направление. В тази посока са иновирали предимно предприятия с персонал над 9 души. Във всички размерни групи стопанските субекти са отдали предпочитание повече на изменения в дизайна или в опаковката на продуктите, отколкото на нововъведения в методите за продажба. За малките и средните предприятия това доминиране е по-съществено и обхваща два пъти повече единици. Изпъкват няколко основни причини, мотивирали предприятията да осъществят маркетингови нововъведения: възможно най-евтин вариант на иновационно изменение; необходимост или логическо следствие от осъществени други видове иновации; предявени изисквания на конкретни пазарни сегменти; нормативна уредба, налагаща предприемане на съответните действия.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резултатите показват следната закономерност: ***делът на иновационно активните предприятия нараства:***

- ***с увеличаване размера на стопанските субекти;***
- ***в производства с висока степен на технологичност и значителен размер на добавената стойност.***

За МСП в промишлеността основните цели са преди всичко оцеляване в условията на конкурентна среда и засилен натиск на пазарните сили. Все още осъществяването на иновационни проекти не е сред приоритетите на предприятията. Наблюдават се ограничен иновационен капацитет и сравнително ниска иновационна активност. В сектора определено доминира продуктовата ориентация на осъществяваните иновационни проекти. Голяма част от продуктовите иновации имат твърде ограничен характер и трудно могат да повлияят съществено за повишаване на конкурентоспособността на фирмите.

Иновационните усилия на предприятията в по-малка степен са насочени към процесните или смесения тип иновации. За разлика от това емпиричните данни на ЕС отчитат сериозен превес на процесните спрямо продуктовите нововъведения.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] „Годишен доклад за състоянието и развитието на МСП в България”, 2007, МИЕ.
[2] „Годишен доклад за състоянието и развитието на МСП в България – специално издание”, 2006, МИЕ.
[3] «Индикатор на икономическата активност в България», 2009, Агенция за икономически анализи и прогнози.
[4] НСИ
[5] Eurostat
[6] „МСП са наш приоритет”, 2008, Европейска комисия „Предприятия и промишленост”.
[7] «Иновации.бг – Българската иновационна система в условията на глобална икономическа криза», 2009, Фондация «Приложни изследвания и комуникации».
[8] SBA Fact Sheet – Bulgaria, European Commission “Enterprise and Industry”.

За контакти:
инж. Веселина Янкова, старши асистент в Катедра ”Икономика и мениджмънт”
при ФМНЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 504 НУК
e-mail: v_bahneva@abv.bg

Рецензент: доц. д-р Кирил В. Георгиев

МСП – ОСНОВНИ ТЕНДЕНЦИИ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА

SME – BASIC TRENDS AND CHALLENGES

Веселина Маринчева Янкова

Резюме: МСП стават все по-важен фактор в нашето общество, като предоставят възможности за трудова заетост и играят ключова роля за благосъстоянието на местните и регионалните общности. В съвременните условия един от основните фактори, които влияят върху конкурентоспособността на МСП, се свързва с възможностите за иновативно развитие. Статията представя основните тенденции, свързани с функционирането, развитието и иновационната дейност на МСП.
Ключови думи: МСП, конкурентоспособност, иновативност

Abstract: SMEs become more and more important factor in our society. They introduce possibilities for employment and have a key role to the prosperity of local and regional communities. Under the conditions of today, one of the main factors that impact SMEs' competitiveness is their innovative possibilities. The paper introduces the main trends, connected to functioning, development and innovative activity of SMEs.
Keywords: SME, competitiveness, innovativity

I. ВЪВЕДЕНИЕ

През 2009г. България отбеляза третата си година на пълноправно членство в ЕС. Това обстоятелство оказва съществено влияние върху цялостното икономическо развитие на страната и определя основните насоки и приоритети във всички сфери на социално-икономическия живот.

В условията на тежка финансово-икономическа криза е важно как ще отговорим на въпроса „**Каква искаме да бъде българската икономика?**":

- **конкурентоспособна**;
- **иновативна**;
- **устойчива и „зелена"**.

Пътят за развитието в тези посоки без съмнение минава през ефективна държавна подкрепа за МСП, чиято роля в икономиката непрекъснато нараства. Те с много усилия трябва да изградят капацитет за работа в условията на пълноправно членство в ЕС.

МСП стават все по-важен фактор в нашето общество, като предоставят възможности за трудова заетост и играят ключова роля за благосъстоянието на местните и регионалните общности. Поради това принципът „Мисли първо за малките!" трябва да бъде заложен необратимо в процеса на изготвяне на политиките, от регламентацията до обществените услуги.

II. БИЗНЕС И ПРЕДПРИЕМАЧЕСТВО

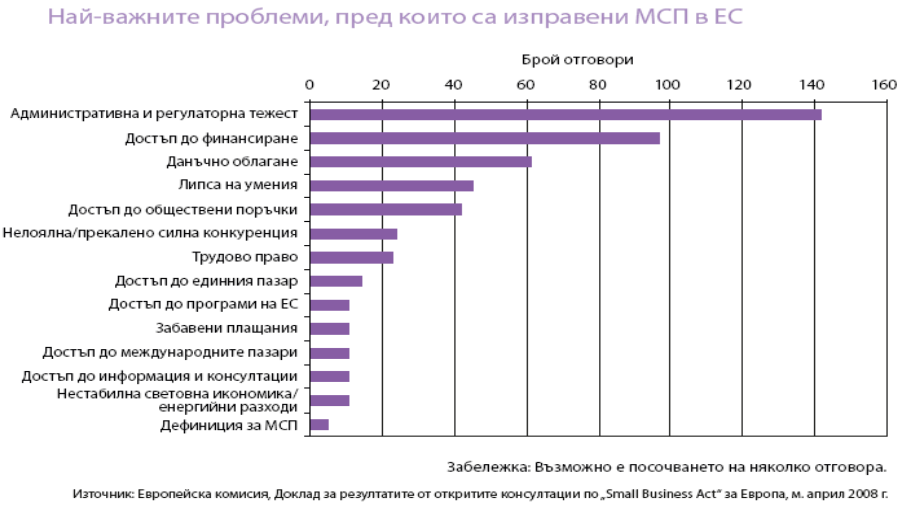
Европейските МСП:

- съставляват 99,8 % от всички европейски предприятия;
- осигуряват 67,1 % от работните места в частния сектор;
- осигуряват повече от 80 % от трудовата заетост в някои промишлени сектори, например производство на метални изделия, строителство и мебелно производство.

Фиг. 1. Относителен дял на видовете предприятия в Европейската икономика

Пред какви предизвикателства са изправени МСП в Европа?

МСП обхващат всички видове предприятия – от еднолични търговци до кооперации. Докато някои от тях предлагат изключително традиционни услуги или извършват дейност в сферата на занаятите, много други са бързо развиващи се високотехнологични компании. Независимо от разликите между тях, обаче, МСП в Европа са изправени пред редица общи предизвикателства.



Фиг. 2. Основни проблеми, пред МСП в ЕС

В България на 1000 граждани се падат 31 МСП, което е под средния брой за ЕС-27 (40). Съотношението на МСП към всички компании в страната, обаче, е аналогично на средните стойности за ЕС. Те заемат 99,7% от всички български предприятия (239 631). В МСП у нас работят 72,6% от трудещите се в България. Въпреки, че този процент е над средния за ЕС, българският малък и среден бизнес има по-ниска добавена стойност от тази в другите еврочленки. Това е особено валидно по отношение на микропредприятията, които обхващат близо 90% от общия брой на предприятията в страната, но осигуряват само 15% от добавената стойност в икономиката.

Табл.1. Показатели на МСП в България

	Брой предприятия			Брой наети лица			Добавена стойност		
	стойност	%	Средно за EU-25 (%)	стойност	%	Средно за EU-25 (%)	стойност	%	Средно за EU-25 (%)
Микро	215 181	89.5	91.8	516 007	28.4	29.6	1 409	14.3	21.1
Малки	20 401	8.5	6.9	399 763	22.0	20.6	1 717	17.4	19.0
Средни	4 049	1.7	1.1	402 700	22.2	16.8	2 114	21.5	17.8
МСП	**239 631**	**99.7**	**99.8**	**1 318 470**	**72.6**	**67.1**	**5 239**	**53.2**	**57.9**
Големи	684	0.3	0.2	497 791	27.4	32.9	4 607	46.8	42.1

Източник: Euroststst SBS data base, 2004 and 2005 data.

Важно е също така да се отбележи, че големите предприятия (с 250 и повече заети) генерират 27% от оборота и 42% от приноса на всички предприятия в БВП (по данни на НСИ за 2006г.). Първите 200 предприятия по приходи генерират 25% от всички приходи в икономиката, а първите 2700 – 33%.

III. ИНОВАЦИИ - ОСНОВЕН ФАКТОР ЗА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТ

В съвременните условия един от основните фактори, които влияят върху конкурентоспособността на МСП, се свързва с възможностите за иновативно развитие.Основен приоритет в Националната стратегия за насърчаване на МСП за периода 2007–2013г. е **активизирането на научно-изследователската и развойната дейност и иновационното развитие** на предприятията. Предвидено е: насърчаване изграждането на проиновативна инфраструктура в подкрепа на МСП; стимулиране на иновативните фирми; насърчаване на патентната активност на предприятията; развитие на нанотехнологиите.

Българските предприятия се характеризират с ниска степен на иновативност, като това важи в още по-голяма степен за МСП. За това свидетелстват данните, включени в обобщения иновационен индекс, разработен по проект на Европейската комисия. България изостава съществено от средните за ЕС нива по редица показатели:

• Ниски разходи за НИРД – те са едва 0.5 на сто от БВП (общо публични и частни); публични – 0.38 на сто при средно ниво за ЕС от 0.65 на сто и разходи на бизнеса от едва 0.11 на сто при средна стойност за ЕС от 1.17 на сто.

• Нисък дял на иновативните предприятия, които получават публична подкрепа за иновации – едва 0.8 на сто срещу 9 на сто в ЕС.

• Ниска степен на комерсиализация на българската научноизследователска база – ЕРО патенти на 1 млн. ж. – 4.3 при средно ниво за ЕС от 128.

• Ниска степен на сътрудничество между бизнеса и научно-изследователските институции и университетите – 10 на сто от иновативните предприятия осъществяват такова сътрудничество.

• Нисък дял на иновативни МСП, които си сътрудничат с други МСП – 3.1 на сто при дял от 9.1 на сто в ЕС.

• Нисък дял на МСП, които осъществяват организационни иновации – 11 на сто в България при 34 на сто средно за ЕС.

• Нисък износ на високотехнологични продукти – едва 3.3 на сто от общия експорт на България при 16.7 на сто в ЕС.

Като цяло делът на иновативните фирми в България е нисък – едва 16 на сто от всички предприятия в промишлеността и услугите са иновативни при 40 на сто за ЕС. Българските фирми не са ориентирани към създаването на продукти с високо съдържание на знание и технологии, които имат висока добавена стойност. Те продължават да бъдат пасивни при закупуването на съвременни технологии от чужбина – слабите технологични възможности на българските фирми означават и ограничен иновационен потенциал.

3.1. Ефекти от иновационната дейност

Основните резултати, които МСП се стремят да постигнат посредством иновационната активност, са преди всичко повишаване на качеството и разнообразяване на асортимента на произвежданите изделия. Нараства значението на втория ефект – разнообразяване на асортимента, което може да се разглежда като опит на българските фирми да диференцират своята продукция. Българските предприятия са принудени да променят стратегиите си под натиска на силната конкуренция от Китай, Индия, Турция, Украйна и изчерпването на предимствата от нисък ранг (евтина работна ръка и ниски разходи за труд). МСП започват постепенно да осъзнават ролята на предимствата от по-висок ранг и преди всичко на иновативните решения, свързани с намаляване на разходите за суровини и материали и повишаване на енергийната ефективност. Независимо от

тези позитивни тенденции, целта, свързана с намаляване на материалоемкостта и енергоемкостта, остава на втори план. Приоритет за българските предприятия са такива ефекти като разширяване на пазарните дялове, съответствие с нормативната уредба и международните стандарти. Като цяло оборудването в България е остаряло и това е и една от причините за високата степен на материалоемкост и енергоемкост на производството. Проблемът за намаляване на енергоемкостта се изостря особено много през последните години поради повишаването на цените на енергоносителите на международните пазари – това обстоятелство поставя остро въпроса за търсенето на иновативни решения в производствените процеси.

3.2. Основни бариери пред иновативното развитие на МСП

Причините за изоставането на българските МСП от европейските в областта на иновациите са многобройни и разнородни по своя характер. От една страна, те са свързани с особеностите на търсенето на вътрешния пазар, от друга страна, произтичат от характера на предлаганите иновативни решения и подходи. По принцип основен двигател и катализатор на иновативното развитие е пазарното търсене и силният конкурентен натиск. Българският пазар е сравнително малък – той се характеризира с ниска покупателна способност и малка взискателност на потребителите. България е сред страните, в които потребителите се отнасят с недоверие към иновациите, като цяло липсва иновационна култура. Това обстоятелство потвърждава необходимостта от целенасочено обучение и възпитание в дух на предприемачество и иновативност, а така също и въвеждането на специални стимули за насърчаване на експортната насоченост и конкуренцията. Изключително важно е самите предприятия да разработят своите стратегии, като ги съобразяват с тези тенденции и закономерности в развитието на отделните сектори. Към тези фактори се прибавя и действието на глобализацията, която налага продуктова диференциация, интеграция между предприятията и създаването на клъстери.

Основните фактори, които пречат на българските МСП да развиват успешно своята иновативна дейност, са свързани с: характер на иновационния процес – високи разходи и голям икономически риск; липса на източници за финансиране на иновационни дейности; състояние на бизнес средата; липса на подходяща инфраструктура за развитие на иновациите (например специализирани лаборатории); прекъсната връзка между наука и бизнес; недостиг на квалифицирани кадри; липса на достатъчно информация за пазари и нови пазарни ниши; недостатъци в работата на основни механизми и инструменти за подкрепа.

Според представители на МСП основният проблем, който тежи най-много и който няма сериозно решение в България, е отсъствието на подходящи източници за финансиране на иновативните решения.

Така очертаните проблеми трябва да определят до голяма степен и политиките за въздействие. Това са областите, в които трябва приоритетно да се предприемат мерки от страна на правителството.

3.3. Основни направления в подкрепа на иновациите в ЕС

Иновативното развитие и повишаването на конкурентоспособността на европейските предприятия е основен приоритет в политиката на ЕК. Насоките в подкрепа на иновациите на ниво ЕС са: подобряване на публичната подкрепа за изследвания и иновации – осигуряване на по-добър достъп до финансиране по отношение на човешките ресурси и състоянието на

изследователската база; подобряване на цялостната рамка за изследвания и иновации; съчетаване на мерки от различен характер (финансов, фискален, мерки в областта на човешките ресурси), като се отчитат потребностите на отделните индустриални сегменти; подобряване качеството на човешките ресурси; усъвършенстване на изследователската база и насърчаване на връзките с индустрията; ефективно използване на европейските финансови инструменти (рамкови програми, структурни фондове, ЕИБ, Еурека); превръщане на иновационното развитие в приоритетна ос за използване на структурните фондове.

3.4. Инструменти в подкрепа на иновативното развитие на МСП в България

Проучване на НЦИОМ, проведено през декември 2007 г. показва, че 80 на сто от МСП не познават и не могат да посочат институциите, чрез които държавата оказва подкрепа за развитие на иновациите. В същото време 81 на сто са на мнение, че развитието на иновационна дейност и въвеждането на високотехнологични продукти и технологии може да окаже положително влияние върху развитието на бизнеса им и би довело до повишаване на тяхната конкурентоспособност.

Към иновации се ориентират предимно големи фирми, които имат свободен финансов ресурс или пък много малки фирми, които осъществяват строго специфична дейност.

Наред с рамковите програми на ЕС, в България някои от **основните механизми** (в т.ч. по-нови) в подкрепа на МСП са: *Национален иновационен фонд (НИФ), Ваучерна схема, ОП „Конкурентоспособност”, Enterprise Europe Network, Портал Европейска е-бизнес мрежа.*

3.5. Препоръки за насърчаване на иновативното развитие на МСП в България

На основата на общите насоки в политиката на ЕС препоръките, които могат да се отправят към българските институции за активизиране на публичната подкрепа за изследвания и иновации, са следните:

- Повишаване качеството на публичните инвестиции чрез преориентиране към научни изследвания и иновации и насочване към знание. Наблюдение, мониторинг и оценка на този процес.
- Засилване на иновативното въздействие на изследователските програми чрез подкрепа на иновативно ориентираните дейности в изследователските проекти.
- Целенасочено насърчаване участието на МСП в националните изследователски програми.
- Насърчаване на сътрудничеството на български предприятия с европейски и успешния технологичен трансфер
- Постигане на добър баланс между национално и европейско финансиране.
- Създаване на гаранционни схеми за подобряване достъпа на МСП до финансиране за изследвания и иновации.
- Създаване на схеми за рисков капитал за изследователски интензивни МСП. По-широко популяризиране на тези възможности за финансиране.
- Разработване и осъществяване на регионални програми в подкрепа на МСП.
- Създаване на клъстери на регионално, национално и европейско ниво.
- Подобряване качеството на човешките ресурси.
- Използване на фискални средства, за да се превърне в привлекателна кариерата на учения. Повишаване ефективността на фискалните мерки чрез разработване на критерии за оценка на тяхното въздействие.
- Усъвършенстване на изследователската база и насърчаване на

връзките с индустрията. Създаване на бизнес инкубатори, научни паркове, развитие на нови форм на публично-частни партньорства и т.н.

• Ефективна защита на интелектуалната собственост.

• Активно използване на европейските финансови инструменти.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условията на световна икономическа криза новите и малките фирми са най-уязвимите икономически субекти. Основните рискове, пред които са изправени тези фирми у нас, обхващат:

• **намален достъп до финансиране** от страна на банки, лизингови дружества и други финансови организации, което силно ще затрудни инвестициите в ново оборудване, нови проекти и дейности;

• **намалено търсене** на европейския пазар и спад на цените на някои продукти и услуги, което може да застраши оцеляването на фирми, чиито износ е обвързан със свиващи се пазари;

• **рязък спад** в някои сектори като търговия с недвижими имоти, строителство и други, което ще се отрази най-силно върху новите и малки фирми в тези сектори и върху мрежите от доставчици и подизпълнители, включващи предимно малки фирми;

• **по-висок рисков профил на българската икономика** за външни инвеститори, което може да доведе до намаляване на чуждестранните инвестиции и външното финансиране.

Държавата трябва да възприеме по-активна позиция за подпомагане на оцеляването на новите и малките български фирми. Възможните мерки в тази насока включват осигуряване на свободен финансов ресурс за МСП, насочване на държавни разходи към най-засегнатите сектори от икономиката, улесняване на достъпа на нови и малки фирми до търгове за държавни поръчки, предоставяне на повече информация и консултиране за възможностите за участие в европейски проекти и програми.

Членството на България предоставя изключителни възможности на страната за изграждане на конкурентоспособност и иновационно развитие. Като малка, отворена икономика България трябва да използва достъпа до разнообразието от техническа помощ и финансови инструменти на Общността за надграждане на своята национална политика за иновации, технологично развитие и наука за преодоляване на изоставането спрямо останалите страни членки и справяне с ефекта от глобалната икономическа криза. Решаващ фактор за успеха и оцеляването на МСП, особено в период на криза, са иновациите и развитието на иновативната дейност на предприятията. Без съмнение пътят към повишаване на конкурентоспособността на фирмите минава през осъществяването на ефективни иновации. Европейският опит показва, че страните, които увеличават инвестициите в научни изследвания и образование и в условията на криза, имат по-висока конкурентоспособност след излизане от нея.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] „Годишен доклад за състоянието и развитието на МСП в България”, 2007, МИЕ.
[2] „Годишен доклад за състоянието и развитието на МСП в България – специално издание”, 2006, МИЕ.
[3] «Индикатор на икономическата активност в България», 2009, Агенция за икономически анализи и прогнози.
[4] НСИ
[5] Eurostat
[6] „МСП са наш приоритет”, 2008, Европейска комисия „Предприятия и промишленост”.
[7] «Иновации.бг – Българската иновационна система в условията на глобална икономическа криза», 2009, Фондация «Приложни изследвания и комуникации».
[8] SBA Fact Sheet – Bulgaria, European Commission “Enterprise and Industry”.

За контакти:
инж. Веселина Янкова, старши асистент в
Катедра ”Икономика и мениджмънт”
при ФМНЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1,
504 НУК
e-mail: v_bahneva@abv.bg

Рецензент: доц. д-р Кирил В. Георгиев

АДМИНИСТРАТИВНОНАКАЗАТЕЛНА ОТГОВОРНОСТ НА ЮРИДИЧЕСКИТЕ ЛИЦА СПОРЕД ЗАКОНА ЗА АДМИНИСТРАТИВНИТЕ НАРУШЕНИЯ И НАКАЗАНИЯ И ПРОЕКТА ЗА АДМИНИСТРАТИВНОНАКАЗАТЕЛЕН КОДЕКС

ADMINISTRATIVE-PENAL LIABILITY OF JUDICIAL PERSONS ACCORDING TO THE LAE FOR ADMINISTRATIVE BREACHES AND PENALTIES AND THE DRAFT OF AN ANDMINISTRATIVE – PENAL CODE

Красимира Георгиева

Резюме: Всеки правен субект би могъл да извърши правонарушение. Административнонаказателната отговорност на юридическите лица обаче разкрива редица особености, дължащи се на особения им статут. Те по правило са правомерни образувания и поради това само по изключение могат да бъдат санкционирани в качеството си на колективни образувания. Нашето законодателство разграничава наказанията според вида на правения субект, на който ще се налагат. По отношение на юридическите лица действащата правна уредба е много оскъдна и несистематизирана. Всичко това налага да бъде приет нов нормативен акт,който да усъвършенства правната уредба на административнонаказателната отговорност. В тази връзка разглеждам и единствения проект за Административнаказателен кодекс,
който определя насоките за едно цялостно бъдещо преуреждане на административнонаказателното право, представяйки и чуждия опит по някои от дискутираните въпроси.
Ключови думи: закон, кодекс, наказание, отговорност, санкция

Abstract: Each subject of law can commit an infringement. The administrative-penal liability of the legal persons has a number of specificities due to their different status. They can be punished only as an exception. Our legislation differentiates the punishments depending on the subject that they can be applied on. Related to the legal entities, the valid regulation is poor and not systematized. All this comes to show that a new regulation is needed, in order to improve the legal framework of the administrative-penal liability. An object of the current paper is the draft of the Administrative-penal code, which defines the directions of a future re-arrangement of the administrative-penal law. Foreign legislations have also been discussed.
Keywords: law, code, penalty, liability, sanction

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Административната отговорност подобно на всяка наказателна отговорност е лична. Това означава, че тя може да се определя само за конкретно физическо лице, което е в състояние на ръководи и контролира постъпките си.

Така утвърденото правило изключва възможността административнонаказателна отговорност да се носи от юридически лица. На практика обаче тези правни субекти също извършват административни нарушения. Конкретното деяние безспорно е дело на физическо лице, но понеже е трудно да се персонализира виновният субект отговорността следва да се поеме от колектива. За това законодателят е допуснал изключение от принципа за личната отговорност като е предвидил да бъдат санкционирани юридически лица за неизпълнение на задължения към държавата при осъществяване на тяхната дейност.[1]

II. АНАЛИЗ

Действащият Закон за административните нарушения и наказания (ЗАНН) е посветил глава четвърта на административнонаказателната отговорност на юридическите лица и

едноличните търговци. Според чл.83, ал.1 ЗАНН на юридическите лица може да им бъдат налагани санкции само ако това е предвидено изрично в закон, заварен от новата Конституция указ или постановление на Министерския съвет. Следователно и при налагането на санкции на юридически лица е спазен принципа за законоустановеност на административното нарушение и наказание - nullum crimen, nulla poena sine lege praevia.

На следващо място санкциите се налагат за неизпълнение на задължение към държавата. Следователно това е отговорност към държавата, която се осъществява по общия ред, установен в ЗАНН. Ако специалният нормативен акт е предвидил друга процедурата, ще се приложи тя.[2]

На трето място на юридическото лице може да се наложи единствено и само имуществена санкция. В този случай законодателят не използва понятието наказание, защото то е тясно свързано с личността на извършителя. Само физическите лица притежават способността да съзнават, ръководят и контролират постъпките си, т.е. да съзнават дължимото от закона поведение. Напротив, юридическите лица по принцип са създадени по силата на правната норма и по правило могат и трябва да извършват правомерни действия. Наказуемостта при тях е по изключение (само при условията на чл.83 ЗАНН). [3] Налагането на имуществена санкция на юридическото лице обаче не освобождава от административнонаказателна отговорност виновните физически лица.

ЗАНН е един от най-старите действащи закони у нас. Макар и да е многократно изменян, той не може да отговори на променените обществени условия. Поради тази причина през 2007 год. бе изготвен проект за Административнонаказателен кодекс (АНК), който да систематизира правната уредба и да направи нужните промени.

Според проекта юридическите лица ще носят отговорност при неизпълнение на задължения към държавата и общините при осъществяване на дейността си по силата на разпоредбите на кодекса.

Основен принцип на наказателното право и в частност на административнонаказателното право е, че отговорността е виновна, т.е. за да бъде наказано едно лице следва да бъде доказана неговата вина. За да обоснове отговорността на юридическите лица комисията по изготвяне на проекта, предвижда на тези правни субекти да им бъдат налагани санкции заради виновното поведение на лицата, които ги представляват формират или изразяват волята им, както и заради негови служители или работници, извършили нарушението при изпълнение на възложената им работа, дори и да не бъде установен конкретния извършител. Следователно субективният елемент – вина е налице и при реализиране на административнонаказателната отговорност на юридическите лица. Тук не може да се говори за вина на юридическото лице, защото то не може по правило да има свое субективно отношение към извършеното деяние.

По отношение на отговорността на юридическите лица бъдещият кодекс предвижда разширяване на каталога от санкции, които могат да им се налагат при извършване на административно нарушение.

Чл.21, ал.2 от проекта за АНК, както и ЗАНН, определя, че на юридическите лица могат да се налагат имуществени санкции. Чл.31 обаче въвежда някои нови санкции, които в съдържателен план се доближават до наказанията предвидени за физическите лица.

Санкциите, които комисията по изготвяне на проекта е предвидила могат да бъдат разделени на две групи. Първата обхваща санкциите с имуществен характер, а втората – такива с

неимуществен (морален) характер. Към първата група се отнасят:

1.имуществена санкция, която се изразява в заплащане на определена сума в полза на държавата или общините

2.отнемане в полза на държавата или общините на част от имуществото.

Към втората група санкции може да се причисли разгласяването на административното нарушение чрез средствата за масово осведомяване или по друг подходящ начин.

Авторите на проекта са предвидили като възможна санкция и забраната да се извършва определена дейност. Би могло да се приеме, че тази неблагоприятна за извършилото административно нарушение юридическо лице последица попада в групата на имуществените санкции. Изтърпяващото тази санкция лице би претърпяло загуби и вероятно би пропуснало ползи, което безспорно ще се отрази на неговото имущество. Още един аргумент в полза на предложената теза е, че систематично мястото на забраната в класификацията по чл.31 е между други две имуществени санкции.

АНК не разделя разгледаните по-горе санкции на основни и допълнителни. Всяка една от тях може да се налага самостоятелно или заедно с някоя от другите санкции.

Санкцията, която се изразява в заплащане на определена сума се доближава до наказанието глоба. В случая юридическото лице би следвало да е нарушило нормативен акт на държавен орган или акт на общински съвет. Събраната за неизпълнение на задължение към държавата сума ще бъде внесена в републиканския бюджет, а при нарушение на общинска наредба – в бюджета на съответната община.

Отнемането в полза на държавата или общините на част от имуществото на юридическото лице е равнозначно на преминаване на правото на собственост върху определени вещи от лицето към държавата, респ. общините. Касае се за отнемане само на част, а не на цялото имущество, каквато идея съществуваше. Подобно разрешение на проблема с административните нарушения би било драстична и неоправдана мярка. Вярно е, че определени нарушения водят до големи загуби за държавата, но отнемането на цялото имущество на едно юридическо лице на практика означава неговото фактическо ликвидиране. Такава една санкция в никакъв случай не може да бъде приета като справедлива и обществено полезна.

Разгласяването на административното нарушение чрез средствата за масово осведомяване е сходно с наказанието обществено порицание. И в двата случая става въпрос за публично разгласяване на нарушението. При обществеото порицание нарушителят бива укоряван и се привлича вниманието на неговата социална и професионална среда, върху факта на нарушението и на наложената санкция. При аналогичната санкция за юридическото лице липсва момента на порицанието. Разгласяването има за цел да запознае обществеността като цяло, че конкретното юридическо лице е правонарушител, че то не съблюдава правните норми в държавата. Санкционният елемент се изразява в евентуалната загуба на доверие в това юридическо лице от страна на неговите партньори. Поради това условието е разгласяването да стане по всякакъв подходящ начин, така че да стигне до знанието на възможно най-широк кръг от лица.

АНК дава възможност на законодателят при нужда да предвиди в специален закон и други видове наказания. Основанието за това изключение е спецификата в дейността на юридическите лица и извършваните от тях нарушения. По този въпрос би могло още да се помисли. Струва ми се, че с оглед конификацията на материята е излишно да се предоставя подобно право на законодателя. Въз основа на гореизложеното de lege ferenda предлагам класификация на санкциите спрямо

юридическите лица да се разглежда като изчерпателно посочваща ги и за целта следва да отпадне разпоредбата на ал.3 на чл.31. По скоро считам, че в специалните закони биха могли да се предвидят различни видове принудителни административни мерки, но не и санкции.

Раздел V на АНК съдържа радпоредби свързани с налагане на административнонаказателни санкции на юридически лица при обогатяването им или възможността за обогатяване от престъпления. След като законодателят е предвидил извършването на престъпление като наказуемо деяние, считам, че систематичното място на подобна разпоредба е в Наказателния кодекс. В тази връзка предлагам de lege ferenda при едно бъдещо приемане на АНК този раздел от проекта да отпадне.

Анализът на чуждите законодателства показва, че в някои държави като например Република Словения, Хърватия и Полша законодателят е отишъл още по-далеч като е създал отделни закони, регламентиращи отговорността на юридическите лица за престъпления. Според нашето законодателство подобни актове не могат да съществува, тъй като това би противоречало на основните принципи на правната ни система. Предложението посочено по-горе се свързва с факта , че за изброените в чл.36 АНК престъпления могат да бъдат налагани и имуществени санкции. Това по никакъв начин не би затруднило наказващият орган, тъй като и в двата случая това е съдът.

Друг подход е използван в Кодексът за административните правонарушения на Руската федерация. Той не прави разграничение между видовете наказания налагани на физически лица и на юридически лица. Руският законодател е предложил една класификация на наказанията и е определил, че част от тях се прилагат и по отношение на юридическите лица. Това са предупреждение, административна глоба, принудително отнемане на оръдието или предмета на административното правонарушение и конфискация на оръдието на извършване или предмета на административното правонарушение.

За разлика от руския българският законодател още при създаването на ЗАНН през далечната 1969 год. е премахнал наказанието конфискация от българската административнонаказателна система. Това наказание е било заменено с отнемане в полза на държавата. Последователен в своите действия санкцията конфискация липсва и в проекта за АНК.

III. ИЗВОДИ

Действащата правна уредба по отношение на административнонаказателната отговорност е доста остаряла. ЗАНН е сред най-старите нормативни актове, който с многократните си изменения се опитва да догони променящите се обществени отношения. За да се преодолее това изоставане, крайно време е българският законодател да постави на дневен ред обсъждането и приемането на единния АНК. По този начин ще се спре промяната ”на парче” и налагането на санкции ще изпълнява реално своето предназначение като средство за принуда към законосъобразно поведение на правните субекти.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Ив. Дерменджиев. Административно право на Република България. София, Сиби, 2001 1980г.
[2]. К. Лазаров. Административно право. София, Фенея, 2009г.
[3]. Ив. Дерменджиев. Основни проблеми на административното наказване. София, 1960г.

За контакти:
Красимира Георгиева, главен асистент в Катедра ”Социални и правни науки” при ФЕ на ТУ-Варна, ул. Студентска № 1
e-mail: kr_pgeorgieva @abv.bg

Рецензент: доц. д-р Лъчезар Аврамов

ПРЕПРАВЯНЕТО НА ИЗБОРЕН РЕЗУЛТАТ СПОРЕД БЪЛГАРСКОТО НАКАЗАТЕЛНО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО

FALCIFICATION OF THE RESULT OF VOTING ACCORDING TO THE BULGARIAN CRIMINAL LEGISLATION

Юлиана Матеева

Резюме: Настоящата разработка предлага анализ на правната уредба на престъплението "преправяне на изборен резултат" според Наказателния кодекс на Република България. Разгледани са слабостите при формулирането на текста. Проблемът за опорочаването на вота е анализиран и в сравнителноправен аскепт, като са проучени редица чужди законодателни разрешения. Формулирани са предложения за промяна на закона.
Ключови думи: избори, престъпления, преправяне, резултат.

Abstract: This paper is an attempt for an analysis the regulation of the crime "falsification of the result of voting" in accordance with the Criminal code of the republic of Bulgaria. The shortcomings of the text formulation are an object of examination. The problem of the fraudulent change of election result had been analyzed also in comparative aspect – a number of foreign legislations had been explored. There were formulated proposals for a change of the law.
Key words: elections, crimes, falsification, result.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Престъпленията, пряко или косвено свързани с изборния процес, са регламентирани в Глава III от Особената част на Наказателния кодекс на Република България, "Престъпления против правата на гражданите", Раздел III "Престъпления против политическите права на гражданите". Този раздел съдържа само две същински длъжностни престъпления – нарушаване тайната на гласуването и преправяне на изборен резултат, като и двете престъпления са уредени в чл. 169 НК.

II. АНАЛИЗ

Предмет на настоящото изложение е второто от тези престъпления, а именно преправянето на изборен резултат. Непосредствен обект на посегателство при този състав са обществените отношения, които обезпечават правото на гражданите да бъдат управлявани от формираните в резултат на действително изразената от тях воля държавни органи. Преправянето на изборните резултати подменя вота на избирателите и в този смисъл чрез посоченото престъпление се посяга на волята на избирателите, такава, каквато е вече отразена в процеса на проведените избори.

Важно значение има времето, през което престъплението може да бъде извършено, а именно заключителната фаза на изборния процес, от момента на запечатване на изборните урни до обявяване на окончателните резултати от изборите [1].

Изпълнителното деяние на престъплението се изразява в "преправяне", което може да се прояви в широка гама от действия или бездействия. Длъжностното лице може да подмени вота чрез добавяне в урната на бюлетини или подмяна на бюлетини, както и умишлено изопачаване на резултатите от броенето. Възможно е, след като правилните бройки са отчетени, подмяната да стане при отразяването в изборния протокол, въвеждане на неверни данни в компютър. В последния случай би следвало деецът да отговаря в условията на идеална съвкупност и с престъплението по чл. 311 НК – лъжливо документиране. Макар по-трудно осъществима на практика, мислима е и хипотеза, при която, след като правилно са преброени и коректно отразени в изборния протокол резултатите от изборите, впоследствие при транспортирането истинският протокол и

изборни книжа са заменени с подправени. Както беше отбелязано, престъплението може да бъде извършено и при форма на деянието бездействие, например непреброяване на всички бюлетини или незаписване в протокола на реалния брой на бюлетините.

Престъплението е резултатно – довършено е, когато настъпи изменение в реално констатирания изборен резултат според установеното в съответния изборен закон.

Субектът е особен - длъжностно лице или член от състава на изборна комисия. При посочването на субекта в текста на чл. 169 НК е проявено известно законово разточителство. Всички членове на избирателни комисии действат в качеството на длъжностни лица по отношение дейността им във връзка с изборния процес (чл. 21, ал. 1 ЗИНП, чл. 23, ал. 1 ЗИЧЕПРБ и т.н.). Такова качество възниква, след като лицето бъде определено за член на избирателна комисия по реда на действащото изборно законодателство[2]. По тази причина няма необходимост като субект да бъде посочвано както длъжностно лице, така и член на избирателна комисия. Последният, действайки в качеството на длъжностно лице по смисъла на чл. 93, т. 1 НК, се вписва в рамките на това понятие. След като е посочено родовото понятие, излишно е да се сочи и видовото. С оглед по-голяма прецизност на текста, би следвало, при една промяна в НК, думите "или член от състава на избирателна комисия" да отпаднат.

Другото предложение de lege ferenda е по основния състав престъплението да е с общ субект, а да се предвиди квалифициран състав за извършването му от длъжностно лице. Примерите от чужди законодателства, разгледани по-долу, недвусмислено сочат, че реалната защита на изборните документи и резултати налага криминализирането на подобни посегателства, независимо от кого са извършени.

От субективна страна престъплението може да бъде извършено само при умишлена форма на вината, при това – само при пряк умисъл. Субектът трябва да има за цел внасянето на изменение в реалните изборни резултати.

Исторически аналог на това престъпление предлага първият български Наказателен закон от 1896г. Според неговия чл. 133, "който, при каквито и да е избори, назначени по разпореждане на властта, уничтожи, скрие, добави (умножи), промени или преправи избирателните бюлетини или пък по друг измамлив начин преиначи същността на избирателния глас или осуети или преиначи резултата на станалия избор, наказва се: с тъмничен затвор до две години". Предвиден е и квалифициран състав – "бъде ли това извършено от оногова, комуто е възложено да ръководи изборите, то наказанието е: строг тъмничен затвор до пет години". За това престъпление наказателното преследване е било ограничено от следната разпоредба: "… виновний се наказва само тогава, ако е заявено пред надлежната власт не по-късно от осем дни, от как са прогласени изборите" (чл. 136 НЗ).

Няма да бъде пресилено заключението, че следосвобожденското углавно законодателство е родило по-прецизна формулировка от действащото. Както е видно, съставът очертава разнообразни форми на изпълнителното деяние, като по този начин предлага по-всеобхватна защита на обществените отношения, свързани с отразяване реалната воля на гласоподавателите чрез опазване на изборния резултат. Не на последно място, по него отговорността за длъжностно лице е повишена. В случаи като този, изглежда по-удачно законодателят да не новаторства, а да се придържа към класиката.

Заслужава внимание и формулировката на подобен текст в Наказателния кодекс на Кралство Дания. Според чл. 116, ал. 1 от него, "който преправи резултата от какъвто и да е избор или направи невъзможно преброяването на гласовете, се наказва с лишаване от свобода до 6 години". В първата си част, съставът звучи като предвиденото в българския Наказателен

кодекс и разглеждано тук престъпление, но очевидно датското законодателство се спира и на още една възможна форма – осуетяване на преброяването. Спорен е въпросът дали двете форми се припокриват и дали осуетяването на преброяването не е частен случай на преправянето на изборните резултати. Тази съпоставка е само една индикация, че българският законодател е подходил твърде обзорно и не се е спрял поотделно на множеството прояви, които "преправянето" би могло да включи.

Подобна формулировка предлага и норвежкият Наказателен кодекс, чийто чл. 108 разпорежда: "всяко лице, което, чрез незаконно действие, става причина резултатите от изборите да бъдат изопачени или изгубени, или която и да е бюлетина да не бъде преброена, или който подпомага или подбужда извършването на което и да било от горепосочените деяния, се наказва с лишаване от свобода до четири години".

За сравнение, може да се отдели внимание и на разрешението на този въпрос, дадено от Наказателния кодекс на Руската федерация. В чл. 142, ал. 1 от него, наречен "Фалшификация на изборните резултати", са изброени разнообразните форми на изпълнителното деяние на престъплението. Вероятно противниците на детайлизирането в наказателното законодателство, биха изразили несъгласие с подобна формулировка, но е безспорно, че тя внася пълна яснота по въпроса какво означава "да се подправи изборен резултат". Широкоспектърните варианти на изпълнителното деяние на това престъпление са разгърнати в една пространна описателна диспозиция. Тя включва следните форми на изпълнителното деяние: "Включване на бюлетини, непредоставени по надлежния ред, в числото на бюлетините, използвани при гласуването, или умишлено представяне на неверни сведения относно избирателите или участниците в референдум, или умишлено неправилно съставяне на избирателните списъци или списъците с участниците в референдум, изразяващи се във включване в тях на лица, които не притежават активно избирателно право или право на участие в референдум или несъществуващи лица, или подправяне в избирателните списъци на подписите на избирателите или участниците в референдум, или подмяна на действителните бюлетини с отбелязванията на избирателите или участниците в референдум, или повреждане на бюлетините, водещо до невъзможност да се определи волеизявлението на избирателите или участниците в референдума, или незаконно унищожаване на бюлетини, или умишлено неправилно пресмятане гласовете на избирателите или участниците в референдум; или подписване от членовете на избирателна комисия или комисия при провеждане на референдум на изборния протокол преди преброяването на гласовете или установяването на изборните резултати или умишлено невярно (несъответстващо на действителните резултати от гласуването) съставяне на изборен протокол или незаконно внасяне на изменение в изборен протокол след неговото попълване или умишлено неправилно установяване на резултатите от гласуване или референдум".

Не така подробно, но отново значително по-описателно от нашето, е британското законодателство. Според чл. 65 от английския Закон за народното представителство [3], наказуемо е "подправяне на изборни документи, като бюлетини и др., чрез преправянето или унищожаването им, отваряне на пакети с изборни книжа или избирателни урни с измамлива цел, изнасяне на избирателни бюлетини извън избирателното помещение или поставяне на материали, различни от избирателните бюлетини, в избирателната урна". Както беше вече посочено, и тук субект може да бъде всяко наказателноотговорно лице, като са предвидени по-тежки наказания, ако деецът е член или председател на избирателна комисия (глоба и/или лишаване от свобода до 2 години).

Посочените примери налагат следния извод: необходимо е в текста на

чл. 169 НК, по отношение на престъплението "преправяне на изборен резултат", да се внесе повече конкретност, да се обмислят и формулират възможните варианти на изпълнителното деяние, с оглед - от една страна - осъществяване превантивната роля на наказателния закон (да внася яснота кое е престъпното и въз основа на това - от какви действия гражданите да се въздържат) и от друга страна – улесняване доказването в последващите наказателни производства – след като е изяснено какво може да бъде изпълнително деяние на това престъпление, да се проследява дали даден фактически състав се припокрива със законовия. В това отношение, руското законодателство дава най-подробното разгръщане на диспозиция и може да послужи за модел. Би било добре, използвайки Наказателния кодекс на Руската федерация, да се опишат по-подробно възможните форми на фалшифициране на изборни протоколи, списъци, удостоверения за гласуване и т.н. Необходими са промени и в друга насока: както вече беше отбелязано, българският Наказателен кодекс криминализира такова деяние, само ако то е извършено от длъжностно лице или член на състава на избирателна комисия. За да се гарантира надеждна защита на тези обществени отношения, би следвало деянието да е наказуемо и ако е извършено от лица извън състава на избирателната комисия, независимо дали със или без знанието на член от комисията.

Сред формите на посегателство срещу политическите права на гражданите, които на практика са възможни и рефлектират индиректно в изборните резултати, но НК не е предвидил тяхната защита, на първо място може да се спомене незаконното въздействие върху избирателните списъци. De facto чрез манипулиране на списъците отново се стига до промяна на изборните резултати, но въздействието не е съпътстващо или следхождащо изборния процес, а го предхожда по време. В резултат на неправилно съставяне на избирателните списъци, отделният гражданин може да се окаже в същата степен възпрепятстван да гласува, както и при престъплението "противозаконно пречене осъществяването на избирателни права по чл. 167, ал. 1 НК", но при въздействието върху списъците, посегателството ще бъде опосредено – лицето, отговорно за неправилното им съставяне, няма да е онова, което на практика няма да им разреши да гласуват. Това ще направи членът на съответната секционна избирателна комисия, от когото няма да има основание да се търси отговорност за ограничаване правата на гражданина. През последните години манипулирането на избирателните списъци чрез добавяне на "граждани-фантоми" стана общоизвестна практика и криминализирането на подобна дейност тепърва би било малко позакъснял ход.

Още старият НЗ от 1896г. е предвиждал подобни деяния в своите разпоредби. Чл. 129 от него постановява, че "лицата натоварени или упълномощени да съставляват избирателните списъци, - ако не запишат в тях името на оногова, комуто е признато избирателното му право, или пък запишат името на такова лице, което по закона не притежава такова право, наказва се: с тъмничен затвор." А според чл. 130 отговорност носи и "чиновникът, който с цел да лиши някого от избирателното право, което последния законно притежава или да му присвои избирателно право, ако той такова не притежава – представи лъжовни сведения пред надлежното управление, на което е възложено да състави избирателните списъци… С същото наказание се наказва и онзи от гореказаното управление, който скрие преправи, унищожи или направи непригоден такъв документ, у който се отнася към избирателното право на отделни лица". Очевидно понякога в законодателството е нужно два пъти да се извърви един и същ път.

Съпоставката с чуждите легални разпоредби води и до още един извод: недвусмислено се откроява неравнопоставеността между

наказателноправната защита правата на гражданите при провеждане на избори и на референдуми, която вътрешното ни законодателство допуска. По-конкретно, не е регламентирана никаква отговорност нито за гражданите, нито за длъжностните лица, ако извършат аналогични нарушения във връзка с провеждането на референдуми. Макар Конституцията на Република България принципно да предвижда допитвания до народа, практиката в това отношение е повече от оскъдна. За близо двайсет години не е проведен нито един национален референдум. Въпреки това, би било добре Наказателният кодекс да предвижда същата наказателна отговорност за всички споменати форми на престъпни посегателства не само във връзка с провеждане на избори, но и при участие в референдуми. Въпросите, които могат да се поставят за национално обсъждане под формата на референдум, са от също толкова голяма обществена значимост и заслужават наказателноправна закрила, каквато е предвидена за изборите. Съгласно чл. 42, ал. 1 от Конституцията на Република България, гражданите, навършили 18 години…имат право да избират държавни и местни органи и да участват в допитвания до народа. От тази разпоредба може да се направи извода, че правото да избират и правото да участват в референдуми са две различни права на гражданите, което потвърждава необходимостта от категоричната равнопоставеност на тяхната зашита.

По този въпрос законодателствата на други държави са недвусмислени – наказанията, предвидени за съответните деяния във връзка с избори, се налагат и когато деянията са извършени по повод на референдум. (чл. 141 – 142 от Наказателния кодекс на Руската федерация, чл. 116, ал. 2 и чл. 117 от Наказателния кодекс на Кралство Дания). Тук може да се приведе следният контрааргумент – чуждите законодателства говорят за отделните деяния "при провеждане на избори", докато нашият НК използва формулировката "упражняване на избирателно право", което – тълкувано разширително – може да включи наред с участието в изборите, и участие в референдуми [4]. Но както е известно, наказателното право не може да се тълкува разширително, когато това не е в полза на дееца. Забранено е и прилагането на наказателния закон по аналогия, следователно нужна е промяна в НК, с която изрично да се предвиди защита и на всички онези обществени отношения, възникващи по повод на референдуми, при това същата, каквато е установена за обществените отношения, възникващи по повод на изборите. Това може да стане чрез добавяне на една обща разпоредба в Раздел III "Престъпления против политическите права на гражданите", която да изяснява, че съответните наказания се налагат и когато деянията са извършени по повод на участие на гражданина в референдум.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Може да се обобщи, че възприемането на направените предложения de lege ferenda би спомогнало за оптимизиране на правната уредба на престъпното поправяне на изборни резултати и би довело до повишаване ефикасността на правната защита на обществените отношения, които гарантират на гражданите правото да бъдат управлявани от органи, формирани в резултат на тяхната реална воля.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Стойнов, А., Наказателно право, особена част, Престъпления против правата на човека, "Сиела". С., 1997, с. 195
[2] Стойнов, А., пак там, с. 197
[3] Representation Of The People Act (RPA) – 1983
[4] Вж. Стойнов, пак там, с. 191

За контакти:
гл. ас. д-р Юлиана Матеева
Технически университет – Варна, катедра "Социални и правни науки"
204 НУК, сл. тел. 052/383 435

Рецензент: доц. д-р Тошко Петров

ФИНАНСИРАНЕ КУПУВАНЕТО НА ГЛАСОВЕ СПОРЕД БЪЛГАРСКОТО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО – АНАЛИЗ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ЗА УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ

FINANCING OF VOTE-PURCHASE ACCORDING TO THE BULGARIAN LEGISLATION – ANALISYS AND PROPOSALS FOR OPTIMIZATION

Юлиана Матеева

Резюме: Докладът разглежда правната уредба на престъпното финансиране на изборната търговия. Изследван е както текстът в Наказателния кодекс, който урежда този въпрос, така и относимите разпоредби на изборното законодателство. Направени са и препратки към уредбата на тези обществени отношения в чужди законодателства. В резултат са отправени предложения за промяна на закона.
Ключови думи: избори, престъпления, финансиране, купуване.

Abstract: This article had been focused on the regulation of the crime "financing of vote-purchase". There had been explored both Criminal code, and the related regulations of election's legislation. In addition a few foreign legislations had been compared. As a result there were formulated proposals for a change of the law.
Key words: elections, crimes, financing, purchase.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

В последните години законодателят предприе редица действия по криминализиране на всички възможни форми на посегателство върху политическите права на гражданите. Една от най-сериозните форми на такива посегателства е покупко-продажбата на гласове. Неизменно свързани с купуването и продаването на гласове са и организирането и финансирането на тези дейности. Предмет на разглеждане в настоящата статия е именно финансирането на тези дейности.

II. АНАЛИЗ

Финансиране купуването на гласове, най-общо, означава предоставянето на лицата, извършващи "покупката" и организиращи "купуването", имотната облага за извършване на "покупката" Правната уредба на това престъпление е предвидена в чл. 167, ал. 4 Наказателния кодекс (НК). Изпълнителното деяние на престъплението се изразява в предоставяне на имотна облага на лицата, които или пряко предлагат или закупуват "гласове", или се занимават с организирането на тази дейност. Предоставянето предполага предаване на фактическата власт върху вещите, представляващи имотната облага, от техния титуляр, който може да бъде както извършителя на финансирането, така и друго лице, което ги е придобило по законен или незаконен начин, прехвърляне на средства по сметка на лицата, или чрез дарение на партията или коалицията, в синхрон или в нарушение на изборното законодателство.

Няма значение какъв е произходът на средствата. Ако средствата са придобити чрез престъпление или друго обществено опасно деяние и деецът знае или предполага престъпния характер на тяхното първоначално придобиване, наред с отговорността за това престъпление, той ще носи отговорност и за престъплението "изпиране на пари" (чл. 253 НК).

Това престъпление се явява своеобразна форма на помагачество спрямо "купуването на гласове", тъй като "спонсорът" фактически обезпечава, създава условия за извършването на покупко-продажбата. Специфичното е, че за това спомагателно престъпление е предвидена самостоятелна наказателна отговорност за помагача, която не е

акцесорна, т.е. не е обвързана с извършването на основното престъпление и финансиращият би бил наказан, дори и ако - при все че е предоствил средствата - организирането и закупуването на гласове не е било реализирано.

Субект на престъплението може да бъде всяко наказателноотговорно лице. От теоретична гледна точка, за финансиране може да отговаря само лице, което не е участвало в купуването на гласове или организирането на такова.

Имотната облага трябва да бъде предоставена на организаторите или купувачите, за да бъде предложена или дадена на другиго, с цел да бъде склонен да упражни избирателното си право в полза на определен кандидат, политическа партия или коалиция.

От субективна страна съставът изисква пряк умисъл – деецът съзнава, че създава финансови условия за извършване на изборна търговия и специална цел: тези средства да бъдат предоствени на други лица, за да бъдат склонени да гласуват по определен начин.

Подобна разпоредба се среща и в английския Закон за народното представителство. Чл. 113, ал. 3 от него предвижда отговорност за подкуп за "всяко лице, което предплаща или плаща или подбужда към плащане на средства на или в полза на другиго, с цел тези средства или част от тях да бъдат разходвани за подкуп при каквито и да било избори или умишлено плаща или става причина да се платят средства на другиго като пълно или частично възстановяване на суми, разходвани за подкуп при избори".

Следва текст, указващ неприлагането на наказателна репресия за случаите на легално финансиране на дейностите по провеждане на изборите, ако те са в съответствие със изискванията на изборното законодателство. Съгласно чл. 113, ал. 4, "предходните разпоредби на този член не се отнасят за случаите, при които някой е платил или е наредил да бъдат платени средства за каквито и да било законни разноски, претърпяни добросъвестно във връзка с избори".

Заслужава внимание и въпросът за финансирането на предизборните кампании на партиите и кандидатите и преди всичко – за нарушаването на правилата за това финансиране. Не на последно място той заслужава интерес именно защото се намира в пряка зависимост с деяния като разглежданото в настоящото изложение.

Трябва да се подчертае, че наказателното законодателство не предвижда защита на обществените отношения, свързани с нарушенията на правилата за финансиране на политическите кампании по повод на избори. Отново може да се приведе за пример чуждото законодателство, което е регламентирало подробно и изрично тези въпроси. Чл. 141, ал. 1 от Наказателния кодекс на Руската федерация е озаглавен "Нарушаване реда за финансиране избирателната кампания на кандидат, партия или коалиция, дейността на инициативен комитет по провеждане на референдум или друга група, участваща в референдума" и гласи следното: "Предоставяне на кандидат или партия, с цел постигане на определен изборен резултат, парични средства в големи размери, в заобикаляне на регламентирания избирателен фонд или разходване на непреведени в избирателните фондове парични средства в големи размери, с цел постигане на определен изборен резултат, или предоставяне на кандидат или партия, с цел постигане на определен изборен резултат материални ценности в големи размери без компенсация от съответния избирателен фонд; или извършване на възмездна работа, реализация на стока, оказване на платени услуги, пряко или косвено свързани с изборите и извършени с цел постигане на определен изборен резултат, осъществени и големи размери без компенсиране от съответния избирателен фонд или със заплащане от съответния избирателен фонд, но по

неоснователно занижени цени; или предоставяне на инициативна група по провеждане на референдум или друга група участници в референдум, с цел постигане на определен резултат на референдум, на парични средства в големи размери в заобикаляне на регламентирания избирателен фонд или разходване на непреведени в избирателните фондове парични средства в големи размери, с цел постигане на определен изборен резултат, или предоставяне на кандидат или партия или предоставяне на инициативна група по провеждане на референдум или друга група участници в референдум на материални ценности в големи размери, с цел постигане на определен изборен резултат без компенсации за сметка на средствата от съответния фонд на референдума, или извършване на възмездна работа, реализация на стока, оказване на платени услуги, пряко или косвено свързани с референдума и насочени към иницииране провеждането на референдум, за постигане на определен резултат от референдума, осъществени в големи размери без заплащане от съответния фонд на референдума или със заплащане от съответния фонд на референдума, но по неоснователно занижени цени, както и внасяне на дарения в големи размери в избирателен фонд или фонд на референдум чрез подставени лица, се наказва с глоба в размер от 100 000 до 300 000 рубли или в размер на месечното възнаграждение или друг доход на осъдения за период от една до две години, или задължителен труд до 180 часа или поправителен труд до една година, или лишаване от свобода до 1 година".

Според втората алинея на същия член 141 от руския НК, "използване на средства в големи размери не от съответния избирателен фонд за финансово (материално) обезпечаване за провеждане избирателната кампания на кандидат, партия или коалиция от кандидата или упълномощения предтсвител по финансовите въпроси на кандидата, партията или коалицията, използване на средства в големи размери не от съответния фонд за референдума за финансова (материална) поддръжка за иницииране провеждането на референдум, посигане на определен резултат от референдума от упълномощения представител по финансовите въпроси на инициативна група по провеждане на референдум или друга група участници в референдум, както и разховане в големи размери на дарения, забранени от изборното законодателство или законодателството във връзка с референдуми и преведени на специална избирателна сметка или специална сметка на фонда за референдум, се наказва с глоба в размер от 100 000 до 500 000 рубли или в размер трудовото възнаграждение или друг доход на осъдения за период от една до три години или лишаване от право да заема определена длъжност или да упражнява опредлена дейност за срок от една до пет години, или задължителен труд от 180 до 240 часа или поправителен труд от една до две години, или лишаване от свобода до две години". В забележката след състава се изяснява смисълът на термина "големи размери" в контекста на разглежданото престъпление, а именно: "пари, стойност на имущество или имуществена облага, които превишават една десета от максималната сума на всички разходни средства на избирателния фонд на съответния кандидат, партия, коалиция или фонд на референдум, установена от изборното законодателство или законодателството за референдум към момента на деянието, размерът на което е не по-малък от един милион рубли".

У нас разпоредбите на изборните закони категорично регламентират възможностите за финансиране на предизборни кампании, размера на фондовете, както и ограниченията за финансиране. Най-скоро актуализираните

разпоредби в разглежданата насока са тези на Закона за избиране на народни представители и Закона за избиране на членове на Европейския парламент от Република България, които дословно се припокриват. Веднага след тези норми, регулиращи изискванията за финансиране на партиите, следват такива относно органа и начина за контрол върху спазването на тези нормативи. В това отношение и двата закона (променени в тази им част през 2009г.) са единодушни и гласят следното: "В срок до един месец след изборния ден партиите, коалициите и инициативните комитети представят отчети пред Сметната палата за набраните и изразходваните в предизборната кампания средства, включително и извлечения от представените за участие в изборите банкови сметки", след което "Сметната палата извършва фактическа проверка за съответствие на декларираните приходи и реално извършените разходи по предизборната кампания" (чл. 73 от Закона за избиране на народни представители и чл. 79 от Закона за избиране на членове на Европейския парламент от Република България).

Дотук добре. И двата закона мълчат обаче по въпроса, какво се случва след това. Вероятно е да се допусне, че партиите са се подготвили добре документално и няма да стигнат дотам да декларират разходи, които като произход и размери не съответстват на законовите изисквания. Дори и в обратния случай обаче, какво може да направи Сметната палата? Най-общо, такова деяние би съставлявало административно нарушение, а съгласно Административнонаказателните разпоредби на Закона за избиране на народни представители, чл. 116, "който наруши разпоредбите на този закон, се наказва с глоба от 500 до 5000 лв., когато деянието не представлява престъпление". Очевидно, доколкото се касае за нарушаване реда за финансиране, липсва състав в НК и следователно това е единствено приложимата санкционираща законова разпоредба. Според втората алинея, "длъжностно лице, което умишлено извърши нарушение по ал. 1, се наказва с глоба от 1000 до 10 000 лв."[1]. Тази формулировката не е прецизирана, защото е трудно да се изясни, поради каква причина законодателят изисква изрично умисъл за длъжностното лице, а в състава с общ субект оставя въпроса на общите правила, т.е. щом не е изрично предвидено, че деянието трябва да е извършено непредпазливо, значи трябва да се преследва само умишленото му извършване. В този смисъл, изискването за умисъл в състава на длъжностното престъпление е абсолютно излишно. Дори и да се подмине въпроса за формата на вината, твърде странно изглежда предиденото наказание – и при двете хипотези то е глоба, като за обикновения извършител тя е от 500 до 5000 лв., а за длъжностното лице – от 1000 до 10 000лв. Впрочем, същите деяния и същите наказания са предвидени и в Закона за избиране на членове на Европейския парламент от Република България, където обаче текстът е прецизиран и липсва изискването за умисъл у длъжностното лице. С оглед на възможните последици от подобни деяния, правят впечатление следните обстоятелства: първо - в конкретния случай, липсва състав в НК, по който може да бъде санкциониран извършителя за нарушаване правилата за финансиране на кампания на кандидат, партия или коалиция; второ, липсва разпоредба в изборния закон, която да предвижда негативни последици за самата партия, кандидат или коалиция, при чиято кампания са допуснати такива нарушения и трето – максимумът на административната глоба е 10 000 лв.

Пример за адекватно санкциониращa разпоредба, предвидена в изборен закон, е чл. 70 от Закона за местните избори [2], според който "ако се установи, че лице, което е избрано за съветник или кмет, е ползвало за

предизборната кампания средства, предоставени му в нарушение на чл. 68, по предложение на партиите, коалициите и инициативните комитети, участвали в изборите, и прокурора съответният окръжен съд обявява избора за недействителен, а получените суми се присъждат в полза на държавата". В този случай, последиците от констатацията на Сметната палата за допуснати нарушения, наистина са сериозни и имат характера на възмездна насрещна мярка.

За пълнота следва да се отбележи, че подобни норми за финансиране на предизборни кампании са предивдени и в Закона за избиране на президент и вицепрезидент на Републиката; Закона за местните избори, Закона за избиране на Велико Народно събрание. В последния от тези изборни закони дори се среща абсурдния и финансово неадекватен на съвременната предизборна практика текст на чл. 53, според който, "за финансиране на предизборна дейност размерът на всяка индивидуална вноска не може да надхвърля 0,10 лв., а на вноските на юридическите лица - 2 лв., като цялата сума за отделен кандидат не може да надвишава общо 20 лв." Ако подобни разпоредби наистина биха се спазили, това би довело до твърде свити предизборни бюджети за бъдещи кандидати за депутати във Велико Народно събрание.

Едва ли има нужда от отбелязване фактът, че нарушения на установените правила за финансиране са деяния с висока степен на обществена опасност, още повече, че именно чрез натрупаните по такъв начин "черни" партийни каси се финансират редица други нелегални дейности, като търговията с гласове например. Липсата на състав, криминализиращ нарушаване реда за финансиране на кандидатите, политическите партии или коалиции, е един от сериозните пропуски в раздела "Престъпления против политическите права на гражданите". Тази липса би следвало de lege ferenda да бъде отстранена. Удачна изглежда идеята текстът да се формулира в бланкетна диспозиция: "Който наруши нормативно определените изисквания за финансиране предизборна кампания на определен кандидат, политическа партия или коалиция…", подобно на споменатия чл. 141.1 от Наказателния кодекс на Руската федерация.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Очевидно е, че, макар да бяха криминализирани както търговията с гласове, така и нейното финансиране, все още системата от престъпления против политическите права страда от редица несъвършенства. Законодателят реализира отделни идеи, но някак фрагментарно, липсва му цялостна концепция за адекватна защита на политическите права на гражданите. Ползването на чуждия опит позволява сравнително бързо да се интервенира в тази доста деликатна правна сфера, за да може да се осигурят гаранции за спазване на пакета от основни конституционни права на гражданите.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Изм. - ДВ, бр. 31 от 2009 г., в сила от 24.04.2009 г.
[2] Изм. - ДВ, бр. 63 от 2007 г., в сила от 03.08.2007 г.

За контакти:
гл. ас. д-р Юлиана Матеева
Технически университет – Варна, катедра "Социални и правни науки"
204 НУК, сл. тел. 052/383 435

Рецензент: доц. д-р Тошко Петров

ПРЕДПРИЕМАЧЕСКИ НАГЛАСИ И СТИЛ НА УЧЕНЕ СРЕД СТУДЕНТСКАТА ОБЩНОСТ

ENTREPRENEURIAL ATTITUDES AND LEARNING STYLE AMONGST STUDENTS' COMMUNITY

Гатю Гатев

Резюме: В статията, която е предназначена за психолози и мениджъри по образованието, са показани и анализирани резултатите от едно корелационно изследване (изследователски проект НП 15, 2009) на предприемаческите нагласи и стиловете на учене (Д.Колб) в четири университета, разположени на територията на североизточна България) (N=143). Получените данни налагат противоречиви изводи от гледна точка на мисията на образователната среда, качеството на предлаганите образователни услуги и продуцираните от нея нагласи.

Ключови думи: предприемач, предприемачество, социални нагласи, предприемачески нагласи, измерване, поведенчески намерения, българска версия на скала за предприемачески нагласи.

Abstract: This report contains data and analysis about students' entrepreneurial attitudes and learning style in university educational environment. The research is being realized in four Bulgarian universities in two methods: Scale for entrepreneurial students attitudes and Learning Style Inventory (D.Colb) (N=143). Statistical analysis of the data demonstrates contradictory results. Probably these universities don't give sufficient contribution to entrepreneurial attitudes of the young's people.

Key words: entrepreneurial attitudes, entrepreneurial competencies, learning style, statistical analysis, correlations.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Изглежда икономическата активност на човека и в частност предприемаческото му поведение, са били, са и ще бъдат в обозрима перспектива, особено при икономически кризи, сред най-интригуващите въпроси за организационните психолози. За разлика от развитите страни, където този интерес е постоянен [9], при нас предприемачеството, изследванията в тази област и предприемаческото образование в университетите, като акцент на общественото и академическо внимание, наподобява дилемата пред която е изправен трагическият герой на У.Шекспир, Хамлет – „To be, or not to be: that is the question?".

Причините и обясненията за едно такова състояние на нещата са различни, но тезата на Александров Х., (2001), че „университетът като особена институция има задача, надхвърляща обичайните функции на висше учебно заведение, а именно да отглежда студенти с предприемаческа нагласа, които пребивават в света като автори на своя житейски проект" е много убедителна [1].

Считаме, че текущите полемики по въпроса ще са по-полезни, ако са съпроводени от конкретни изследвания, които да предоставят съдържателна информация за това, как се развиват процесите, касаещи предприемаческото поведение на младите хора в условията на университетската образователна среда.

ЦЕЛИТЕ НА ТАЗИ СТАТИЯ СА:

Разкриване отношението и готовността на студентите от четири различни университета за стартиране на самостоятелен бизнес;

Разкриване взаимовръзката между различните стилове на учене (Д.Колб) и нагласите за предприемачество;

Установяване отношението на студентите към работата на кариерните центрове и центровете по предприемачество по места.

II. ТЕОРЕТИЧЕСКИ КОНТЕКСТ

За предприемаческото поведение на студентите можем да съдим по редица обективни или наблюдаеми признаци, сред които социалните нагласи или един техен по-специален формат–атитюдите към предприемачество са сред все по-често изследваните индивидуални характеристики [7,10,11,13,14].

Най-общо атитюдите са склонност на индивида да реагира положително или негативно на някакъв обект, лице, институт, събитие или дейност [7,8]. В основата си те са хипотетически, т.е. теоретически конструкти, за които съдим по своеобразието на видимите човешки реакции или верига от постъпки, съпътстващите ги емоционални състояния и когнитивни операции, отразяващи относително повърхностно или повече съществено позитивната или негативна оценка на обекта или дейността. Съвременните гледни точки като че ли, придават по-голямо значение на системната и структуриращата роля на атитюдите (Albaracin, D., Johnson B., Zanna M.,2005) [7].

Съществува разбирането, че атитюдите могат да се разглеждат като оценъчни асоциации, съхранявани в паметта следи [7,14].

Робинсън и сътр., дефинират предприемаческите атитюди като предопределящи, но и променящи мисленето, чувствата и поведенческите намерения, свързани със създаването на организацията и дейностите в нея [11].

ХИПОТЕЗА

Вероятно, студентите със собствен бизнес ще покажат по-високи нагласи за предприемачество в сравнение със студентите без собствен бизнес.

Може да се очакват значими различия в стиловете на мислене между студентите със и без собствен бизнес.

Много е веропятно в университетите, където има изградени кариерни центрове и особено центрове по предприемачество, нагласите към предприемачеството да са по-високи в сравнение с университетите без такива помощни звена.

III. МЕТОД

Данните в това изследване са набирани чрез Скала за предприемаческите нагласи на студентите (собствена разработка), предназначена да измерва следните променливи (Гатев, 2008b): общи предприемачески нагласи (44 айтъма), предприемачески намерения (34 айтъма) и ключови предприемачески компетенции (10 айтъма) [2,3,4,5].

Скалата за общите предприемачески нагласи съдържа в себе си две субскали (Предприемачески намерения и Ключови предприемачески компетенции).

Субскалата за предприемаческите намерения е конструирана чрез взаимстване на айтъми от метода на от Робинсън, Стимпсън, Хъфнър и Хънт (Robinson, P. B., Stimpson, D. V., Huefner, J., and Hunt, H. K., , 1991) [11], които са адаптирани за българоезична културна среда. Високите стойности по нея показват позитивно емоционално и когнитивно отношение, както и поведенческа готовност за осъществяване на собствен бизнес.

Ниските стойности са индикатор за липсата на ясно структурирано отношение и осъзната готовност към предприемачество. Тази субстала съдържа класическата триада на атитюдите – когнитивния, афективния или емоционално-оценъчния и поведенческият комппоненти.

Втората субскала е конструирана въз основата на подхода на Спенсър и Спенсър (Spencer L., Spencer S., (1993), които профилират предприемаческите компетенции и ги валидизират емпирично за условията на икономически развиващи се страни [12]. Високите стойности по тази субскала показват наличие на ключови мисловни и поведенчески модели, характерни или близки до опита на хора изградили

собствен бизнес. Ниските стойности, очертават обратната тенденция – липса на когнитивни, емоционални и поведенчески предпоставки за такава дейност, т.е. нагласи за предприемачество. Считаме, че тази субскала акцентира повече на трайните убеждения и поведения на индивидуумите, извлечени от натрупаният личен опит в правенето на малък собствен бизнес, т.е. като резултат на научаване. От направените до сега няколко изследвания с този метод става ясно, че скалата като цяло и отделните субскали притежават добри психометрически характеристики, близки, но по-ниски тези на оригиналната скала на Робинсън, Стимпсън, Хъфнър и Хънт [3,5].

Вторият метод е адаптация за българска среда на първата версията на въпросника на Д.Колб (А.Пожарлиев, 2001), който съдържа четири субскали или дименсии за описание на предпочитаниоят стил на учене (активно експериментиране, конкретен опит, рефлексивно наблюдение и абстрактно концептуализиране) [6].

III. ПРОЦЕДУРА И ИЗСЛЕДВАНИ ЛИЦА

Изследването беше осъществено чрез осигуряване на осведомено съгласие на респондентите, анонимно и върху извадка, конструирана на случаен принцип. Привлечените лица са студенти от четири университета в североизточна България – Технически университет-Варна (ТУ), Икономически университет-Варна(ИУ), Шуменски университет “Епископ Константин Преславски” (ШУ) и факултета за А, ПВО и КИС на НВУ”В.Левски”- Шумен (N = 143).

Характеристиките на извадката са представени на табл. 1. От изследваните студенти 41,3% са неудовлетворени от услугите на кариерните центрове, 41,3% се колебаят в оценката си, а 17,5% са удовлетворени от тях. Данните показват също, че 54,5% от студентите са неудовлетворени от услугите на центровете по предприемачество, 32,2% се колебаят в оценката си, а 13,3% са удовлетворени от дейността им. Преобладаващата част от изследваните лица са жени (77%) и по-малка - мъже (23%).

Табл. 1. Разпределение на изследваните лица по категории.

Тип респонденти	Frequency	Percent
мъже	33	23,0
жени	110	77,0
възраст - до 25 г.	121	78,0
възраст – над 25 г.	22	22,0
неудовлетворен/а от работата	12	8,4
колкото удовлетворен/а, толкова и неудовлетворен/а	67	46,9
удовлетворен/а отработата	64	44,8
липса на собствен бизнес	122	85,3
наличие на собствен бизнес	21	14,7
липса на намерения за собствен бизнес	93	65,0
намерения за собствен бизнес	24	16,8

Болшинството от изследваните студенти са на възраст до 25 г.(78 %) и са не семейни (76,9%). Тези от тях, които работят по време на обучението са приблизително по равно удовлетворени от работата (44,8%) или се колебаят в оценката си за нея (46,9%).

Най-много са изследваните студенти от ТУ-Варна, основно от специалностите „Социален мениджмънт” и „Индустриален мениджмънт”(43,4%), следвани по

численост от ИУ-Варна(28%), ШУ (25,9%) и накрая - студентите от факултета за „Артилерия, ПВО и КИС", към НВУ"В.Левски"(2,8%).

Предвид големината и структурата на извадката, данните са представителни единствено за ТУ-Варна и ИУ-Варна

На табл. 2 е показана описателната статистика на получените резултати. Представеното показва, че консистентната надеждност на скалите за стиловете на учене са по-високи в сравнение със скалите по предприемачество (Cronbah's Alpha, близко или >.70). С по-ниска надежност са субскалите за предприемаческите намерения (Cronbah's Alpha=. 65) и субскалата за предприемаческите компетенции (Cronbah's Alpha=.62), но направените на тяхна основа анализ и изводи не изкривяват систематически реалната картина на нещата.

Табл. 2.Описателна статистика на данните.

	N	**Min.**	**Max.**	**Mean**	**Std.Dev.**	**Cronbah's Alpha**
Обща скала за предприемаческите нагласи	143	119,0	197,00	148,93	14,65	.70
Предприемачески намерения	143	105,0	159,00	123,27	10,01	.65
Предприемчески компетенции	143	11,0	53,00	25,66	7 ,36	.62
Конкретен опит	143	,00	45,00	24,80	8,39	.845
Рефлексивно наблюдение	143	,00	44,00	28,56	8,12	.826
Абстрактно концептуализиране	143	,00	47,00	30,62	8,76	.859
Активно експериментиране	143	,00	44,00	31,08	8,35	.829

IV. РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Корелационният анализ показа наличието на високи зависимости между общата скала за предприемачество със субскалата за предприемаческите намерения (r=.89, p<.000) и добра корелация на същата скала със субскалата за предприемаческите компетенции (r=.41, p<.000).

Не бяха установени значими корелации между скалите за предприемаческите нагласи и четирите стила на учене (по Д. Колб) (p>. 05). Самите стилове на учене корелират помежду си като следва:

- скалата за стила на конкретният опит корелира добре със стила на рефлексивното наблюдение (r=.43, p<.000) и слабо със скалата за активно експериментиране (r=.24, p<.000). Липсва взаимовръзка със стила за абстракно концептуализиране (p>.05).
- стилът на рефлексивно наблюдение корелира със стила за абстрактно концептуализиране (r= .33, p<.000), както и със стила на активно експериментиране (r=.42, p<.000);
- стилът на активно експериментиране, от своя страна, корелира със стила на конкретния опит, със скалата за рефлексивно наблюдение

и със скалата за абстрактното концептуализиране .(r=.59, p<.000).

Профила на предприемачески нагласи, структуриран в зависимост от отговорите на студентите от различните университети, е показан на табл. 3.

Оказва се, че най-високи средни стойности имат предприемаческите нагласи на студентите от факултета за „Артилерия, ПВО и КИС"- Шумен. След тях по стойност се нареждат предприемаческите нагласи на студентите от ШУ „Епископ К.Преславски", на трето място са предприемаческите нагласи на студентите от ТУ - Варна и на последно място – нагласите на студентите от ИУ - Варна.

Посоченото внася известно объркване, пред вид на това, че една военно образователна среда вероятно влияе по-силно върху предприемаческото мислене отколкото типичната за тази цел среда на един икономически университет, но нещата със студентските нагласи далеч не са така просто детерминирани. Така установеното може да бъде обяснено с относително ниският опит на студентите в правенето на бизнес (едва 14,7% имат собствен бизнес) и все още неясно структурираното им отношение към предприемачеството, както и с малкият обем на две от университетските извадки. Наред с това натрупаният от студентите опит, който е предимно в сферата на услугите, без една силна и системна подкрепа от университетското ръководство, като официална политика, подходящи образователни програми, привличане на учащите се в целеви проекти със сигурност не би могло да структурира пълно разбиране и самосъзнание на предприемач.

Табл. 3.Профил на стиловете на учене (Д.Колб) на студентите от четирите университета.

Университет		Отношение към предприе-мачеството (Обща скала)	Предприе-мачески намерения	Предприе-мачески компетен-ции
ТУ-Варна	**Mean**	3,34	3,60	2,46
	Std. Dev.	,314	,276	,732
У-Варна	**Mean**	3,36	3,57	2,67
	Std. Dev.	,360	,321	,762
ШУ "Еп. К.Преславски"	**Mean**	3,43	3,69	2,58
	Std. Dev.	,333	,281	,716
фак.А, ПВО, КИС-Шумен	**Mean**	3,67	3,88	2,92
	Std. Dev.	,194	,254	,708

На основата на сравнителен статистически анализ (Independent - Simplest Test) установихме, че няма значими различия между предприемаческите нагласи и стиловете на учене между студентите от ТУ-Варна и ИУ-Варна (p>.05). Липсват различия между предприемаческите нагласи и стиловете на учене между студентите от ИУ-Варна и от ШУ „Епископ К.Преславски" (p>. 05). Подобен извод е валиден и за предприемаческите нагласи и стиловете на учене между студентите от ШУ и от факултета за „Артилерия, ПВО и КИС", Шумен (p>. 05). Изключение прави променливата „активно експериментиране", където студентите от факултета за Артилерия, ПВО и КИС", Шумен, имат по-високи средни стойности в сравнени със

студентите от Шуменският университет (t=-1, 92), p<05).

Не бяха установени разлики между предприемаческите нагласи и стиловете на учене между студентите от ТУ-Варна и от факултета за „Артилерия, ПВО и КИС", Шумен (p>.05), с изключение на променливата „Обща скала за предприемаческите нагласи.Студентите от факултета на НВУ „В.Левски" са с по-високи средни стойности сравнени с общите прдприемачески нагласи на студентите от ТУ-Варна (t=-2, 03), p<04);

Установихме също така, че липсват различия между предприемаческите нагласи и стиловете на учене между студентите с и без намерения за собствен бизнес в близко бъдеще (p>. 05), както и между предприемаческите нагласи и стиловете на учене между студентите с и без собствен бизнес (p>. 05);

Анализа показа още, че жените-студенти имат по-високи предприемачески компетенции в сравнение с мъжете - студенти (t-1,935, p<04). Нещо повече, нежният пол е по-склонен да използва учебния стил „активно експериментиране" (- 2,177, p<03) в сравнение с мъжете-студенти. При останалите променливи не бяха установени статистически значими различия между двата пола (p>. 05).

Заслужава внимание факта, че студентите, които са неудовлетворени от работата на кариерния център са с по-изразени намерения да осъществяват предприемачество в сравнение с тези, които са удовлетворени от работата на кариерните центрове (t=-2,03),p<04). По отношение на останалите променливи няма значими статистически различия (p>. 05).

Най-накрая, липсват различия между предприемаческите нагласи и стиловете на учене между студентите удовлетворени или не удовлетворени от работата на центровете по предприемачество (p>. 05).

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резултатите от това корелационно проучване, които са представителни само за ТУ-Варна и ИУ-Варна, дават твърде противоречиви отговори на някои от предварителните очаквания и като цяло не потвърждават предварително формулираните хипотези.

Установено беше, че у преобладаващата част от студентите липсва изразена готовност, като отношение, емоционална и поведенческа настройка, за стартиране на собствен бизнес.

Липсва статистически значима взаимовръзка между нагласите за предприемачество и стиловете на учене при студентите;

Преобладаващата част от изследваните лица показват неудовлетвореност от услугите на кариерните центрове или на центровете по предприемачество по места. Очевидно, все още университетите (преди всичко, включените в това изследване) са в дълг по отношение на предприемаческото образование и личностното изграждане на младите хора „като автори на своя житейски проект". Ето една добра възможност за обогатяване на университетските политики и подобряване качеството на образованието.

Литература:

[1].Александров Х.(2001) Предприемаческият университет.Литературен вестник, бр.18. http://www.slovo.bg/old/litvestnik/118/lv0118020.htm

[2].ГатевГ.(2008a)Предприемаческите нагласи на студентите – концептуални и методически основи за тяхното ефективно измерване.VII Международна конференция „Стратегически насоки в бизнеса през 21-ви век и качеството на висшето образование. Варна,сс.184-189.

[3].Гатев Г.(2008b) Пилотна версия на метод за измерване предприемаческите нагласи на

студентите-предварителни резултати и тенденции.Годишник на ТУ-Варна.

[4].Гатев Г.(2009a)От обучението по предприемачество към предприемачески университет. Научна сесия, 2008 НВУ „В. Левски", факултет „Артилерия, ПВО и КИС', гр. Шумен.част III.с.90-98.

[5].Гатев Г.(2009b) Предварителни резултати от конструирането на метод за изследване на предприемаческите нагласи у студентите. Научна сесия 2008, НВУ „В.Левски", факултет „Артилерия, ПВО и КИС', гр. Шумен,82-89.

[6].ПожарлиевА.(2001)Стилове на учене и специализация в образованието и професията. Българско списание по психология,кн.1-2,с.143-175.

[7].Albaracin, D., Johnson B., Zanna M.(2005) The Handbook of Attitudes. LAWRENCE ERLBAUM ASSOCIATES, PUBLISHERS. London.

[8].HULIN C. , JUDGE T. (2003) Job Attitudes. HANDBOOK of PSYCHOLOGY. VOLUME 12. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, N.J.

[9].Global entrepreneurial monitor. http://www.gemconsortium.org/article.aspx?id=126

[10].R. van Wyk* & A.B. Boshoff (2004) Entrepreneurial attitudes: A distinction between two professional groups. S.Afr.J.Bus.Manage.2004,35(2), 33-38.

[11].Robinson, P. B., Stimpson, D. V., Huefner, J., and Hunt, H. K., (1991). An attitude approach to the prediction of entrepreneurship. Entrepreneurship: Theory and Practice, Vol. 15(4), 13 - 31

[12].Spencer L., Spencer S., (1993)Competence at Work: Models for Superior Performance

[13].Venesaar U., Kolbre E., Piliste T.,(2006) Students' Attitudes and Intentions toward Entrepreneurship at Tallinn University of Technology. Working Papers in Economics.School of Economics and Business Administration,Tallinn University of Technology (TUTWPE), Pages 97-114.

[14].The Psychology of Entrepreneurship (SIOP Organizational Frontiers Series) (Hardcover).Edited by J. Robert Baum, Michael Frese, Robert A. Baron.2007.Lawrence Erlbaum Associates.Inc.

За контакти: Гатю Гатев, доцент д-р в катедра "Социални и правни науки" при фак.Електроника на ТУ-Варна, ул."Студентска", No1, НУК, каб.201, **сл.тел**.383 274, **e mail**: gatio_gatev@Yahoo.com.

Рецензент: доц. д-р Янчо Бакалов

ОБЩЕСТВЕНИЯТ ИНТЕРЕС КАТО ФУНКЦИЯ НА ПУБЛИЧНОСТТА

PUBLIC INTEREST AS A FUNCTION OF PUBLICITY

Мария Желева

Резюме: В статията се разглежда един от основните проблеми на съвременния държавен порядък – интересът на общността, поставен в контекста на публичността като основен принцип на парламентарното управление. Обществения интерес се обвързва с активните действия на гражданското общество за контрол върху публичната власт, със състоянието на „публиката" като генератор на обществено мнение и с критичната и манипулативна функции на публичността. Налага се изводът, че докато „общият интерес" („общото благо") е мисия на държавата, то „обществения интерес" изглежда като приоритет на гражданското общество.
Ключови думи: гражданско общество, обществено мнение, публичност

Abstract: The feature examines one of the general problems of contemporary state order - the community interest, posed in the context of publicity as a basic principle of parliamentary government. The public interest is related with the control of civil society over public power, with the status of "public" as a bearer of the opinion and with the critical and manipulative function of publicity. It leads to the conclusion that while "common interest" ('common good") is a mission of the state, "public interest" seems as a priority of civil society.
Keywords: civil society, public opinion, publicity.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Съхраняването на общността и на консенсуса, който я обединява, присъства като ценностно ядро в мисията на всяка държава, независимо дали се определя със словосъчетанието „общ интерес", или „общо благо". Поставен в контекста на един от основните организационни принципи на държавния ред - публичността, „общият интерес" се конкретизира като „обществен интерес". Разграничаването между двете понятия се съдържа в степента, в която се обвързва гражданското общество с действията на публичната власт чрез общественото мнение. На тази плоскост обществения интерес произтича от възможността за активно участие на гражданите в делата на държавата, чрез което се формира „общата воля" и се асоциира с активните действия на гражданското общество за контрол върху публичната власт. Така упражнявайки своите конституционно гарантирани, универсални индивидуални права, гражданинът има възможност да неутрализира евентуалното ограничаване на политическите си права (напр. чрез ценз).

II. АНАЛИЗ

Отношенията на индивида с „политическата държава" се проявяват чрез т. нар. „негативен", „позитивен", „активен" статус. „Активният статус" олицетворява демократичния възглед за свободата, като възможност на индивида да участва активно в утвърждаването на ценностите, формиращи „общата воля"[1].

Връзката между публичната власт и етно-социалния субстрат на държавата се осъществява от активното гражданство. То е генераторът на общественото мнение, т. е. на механизма, чрез който управляваните изразяват оценката си за начина, по който управляващите изпълняват задълженията си. Функционирането му представлява непрекъснат процес на възпроизводство и поддържане на склонността както към съхранение на общностните ценности, така и към необходимата социална промяна. То става възможно чрез прилагането на един от основните принципи на парламентарното управление

– публичността. Основен фактор за това е наличието на открит политически процес, който би позволил да се прояви същностната й характеристика – състезателност между организираните обществени сили. Целта на политическия дебат е „формиране на волята на държавата" и насочване на нейните действия чрез определяне на съдържанието и обхвата на „общото благо" [2].

Налагането на принципа на публичността е част от процеса на рационализиране на държавната власт. Той е свързан с разграничаването между частната и публичната сфера (т. е. с развитието на гражданското общество), нарастващата негативна нагласа към практиката на „държавната тайна", налагането на концепцията за закона като „акт, който съдържа общи и абстрактни правила за поведение" [3]. Като адресат на публичността, публиката започва да се оформя през XVI в., след големите промени, предизвикани от изобретяването на книгопечатането, когато става възможно пренасянето на идеи на големи разстояния. Тя се обособява по-ясно по времето на Луи XIV „като ограничен елит от „честни хора", четящи своя месечен вестник и преди всичко четящи ограничен брой книги, предназначени за ограничен брой читатели. В по-голямата си част тези читатели са съсредоточени в Париж, предимно в двореца" [4].

Реализирането на хипотезата за връзката на обществения интерес с възможността на гражданското общество за контрол върху публичната власт попада в зависимост от състоянието на публичността в конкретния момент и от трансформациите на нейния адресат – публиката. Според дефиницията на Хабермас публичността е „организационен принцип на държавен порядък: от принцип на критиката (упражнявана от страна на публиката), публичността се трансформира функционално в принцип на управляваната интеграция (от страна на демонстративните инстанции – администрацията, съюзите и преди всичко партиите)" [5]. Това схващане за публичността препраща първо към разграничаването, а след това – към синтеза между утвърденото, класическо понятие за общественото мнение и „неговия социално-психологически сурогат"[6]. Началото на разграничаването се поставя през последната четвърт на XIX в., когато става ясно, че общественото мнение вече не изразява гражданската доблест на великите личности и техните последователи, довели до разпадането на „стария режим", а се е превърнало „в модна фразеология, чрез която на удобното и духовно лениво мнозинство се дава предлог да се откаже от собствената си мисловна дейност" [7]. Г. Тард, който за първи път анализира подробно това явление, в стремежа си да съпостави тълпата и публиката посочва, че публиката е „спиритуализирана тълпа, издигната до второ ниво на мощ", която става податлива към „внушение от дистанция" „след достатъчно векове на все по-дебелашки и по-елементарен социален живот" [8].

Противопоставянето между маса и публика довежда някои автори до обособяването на количествени критерии за дефиниране на общественото мнение. Според К. В. Майлс първият критерий е колко хора изразяват мнение и колко го възприемат. При публиката колкото хора го изразяват, толкова го възприемат, докато при масата тези, които изразяват мнението са много по-малко, отколкото тези, които го възприемат. Вторият критерий е свързан с възможността, която публичните комуникации предлагат на индивида да отговори веднага и ефективно на всяко мнение: при публиката съществува възможност той да отговори веднага, докато при масата не може да отговори незабавно и ефективно. Третият критерий отчита шансовете за реализиране на мнението съобразно контрола от страна на властите: публиката притежава механизми за незабавна и ефективна реакция, дори и насочена срещу властта, а при масата тези шансове се затрудняват или осуетяват от контрола на публичната власт. Четвъртият критерий взема под

внимание автономността на публиката (съответно – на масата) спрямо институциите на властта: първата остава в максимална степен автономна в действията си, докато втората остава уязвима спрямо „агентите на оторизираните институции", които дори имат възможността да проникват в нея и да редуцират възможността за вземане на решения [9]. Тази съпоставка води до заключението, че при определени условия (например в резултат от процеси на „обезкултуряване" или специфични „културни себеразбирания"[10]) „публиката" би могла да се трансформира в „маса" и обратно в зависимост от степента и съдържанието на намеса на институциите.

Както отбелязва Хабермас, подобни изследвания лишават общественото мнение от „нормативната магия" и го изтласкват на плоскостта на социално-психологическия анализ, в който централни понятия стават „масата", „публиката", „групата". Опитите за количествен анализ на общественото мнение водят някои автори до убеждението, че обществено мнение не съществува [11].

П. Бурдийо предлага по-балансирано мнение. Според него изследването на сондажите опровергава като „наивно демократичен постулат" предположението, на което те се основават - че всеки има мнение. Самите сондажи са инструмент на политическото действие, с които се постига „ефект на консенсус", а „общественото мнение", представено на първите страници на вестниците под формата на проценти, е „чисто и просто артефакт". Неговото афиширане има за цел да се легитимира определена политика и отношенията на сила, които стоят в основата ѝ и я правят възможна. Бурдийо приема наличието от една страна на „конституирани, мобилизирани мнения, групи за натиск, мобилизирани около система от експлицитно формулирани интереси" и друга страна - на нагласи, „които по дефиниция не са мнения, ако под това се разбира нещо, формирано в хода на дискурса, с известна претенция за кохерентност". Заключението на Бурдийо е, че „общественото мнение не съществува, поне под формата, която му приписват тези, които имат интерес да твърдят, че то съществува", т. е. „не съществува просто това обществено мнение, което е възприето имплицитно от тези, които правят сондажите и които използват резултатите от тях" [12].

Прегледът на различните теории за общественото мнение показва, че се допускат сходни, повтарящи се логически конструкции, които не са в състояние да дадат задоволителни отговори. Една от тях е персонифицирането на общественото мнение, което води до фикцията, че то, стоейки в - или над групата, е в състояние да изрази нейната гледна точка върху проблемите, които се появяват. Подобна грешка е персонифицирането и на „публиката", което води до игнорирането на факта, че тя не е конкретна реалност, а метафора [13]. Извън това се приема, че общественото мнение е нов продукт, който се ражда от дискусията в групата; продукт на индивидуалната мисъл и едновременно нещо средно между консенсус и индивидуалното мнение на всеки отделно. Като фактор, действащ условно в посока към формирането на общественото мнение се приема съзнанието за реакцията на другите; наличието или отсъствието на други хора в конкретния момент [14].

Сред посочените обстоятелства, които водят до формирането на общественото мнение важна роля играе „общият стимул". Предметът или ситуацията, които ще предизвикват общественото мнение, трябва да се разбира ясно от всички и не само да е добре познат на всички, а и да има универсално значение. Например обществено мнение не може да съществува по отношение на една дискусия за същността на Бога, но може да се породи като реакция от охулване на общоприетите вярвания. Обикновен интерес биха предизвикали някои изследвания и научни експедиции, но обществено мнение би могло да се породи,

ако например тези изследвания са насочени към решаването на климатичните промени на Земята. Обикновеният интерес не е достатъчен, необходимо е да са поставени под въпрос фундаментални желания и нужди [15].

Схващането за общественото мнение, а оттам – и за обществения интерес, би могло да намери адекватното си място в държавно-правната теория, ако се постигне баланс между институционалните критерии в социално-психологическите аспекти на публичността в контекста на масовата демокрация в социалната държава. Хабермас разграничава две „функции на публичността": критична, насочена към публичното мнение и манипулативна, насочена към „не-публичното" мнение. Критерият за разграничението им е дали то „се ангажира като критическа инстанция", или „като рецептивна инстанция....при обслужването на лица и институции, потребителни блага и програми" [16]. Един от често срещаните примери за ангажирането на общественото мнение като рецептивна инстанция е „плебисцитното изопачаване на парламентарната публичност", на което „съответства изопачаване на юридическата публичност в посока на консумативната култура. Така например наказателните процеси, които са достатъчно интересни, за да бъдат документирани и разгласявани от масмедиите, преобръщат критическия принцип на публичността по аналогичен начин; с това вместо да се осигурява контрол от страна на събралите се граждани върху правораздаването, в много по-голяма степен се обслужва приспособяването на съдебно разискваните дела за нуждите на масовата култура на събралите се потребители" [17]. В този смисъл може да се постави под въпрос доколко всички категории дела, които в журналистическия жаргон се квалифицират като „дела в обществен интерес", са действително такива.

Динамиката на формиране и актуализиране към конкретния момент на предмета на „обществения интерес" се намира в пряка връзка с въздействието, което институциите на общественото мнение оказват върху процеса на оформяне на мнението; би могло да се допусне дори, че те са в състояние да овладеят социално-психологическите нагласи дори в по-висока степен от институционалните условия [18]. Границата между това, което е **от** интерес за обществото и това, което е **в** негов интерес може лесно да се прекрачи в условията на слабо развито гражданското съзнание и недостатъчно разработено на законодателно ниво понятие за обществения интерес. Така липсата на ясна представа за това докъде може да се простира обществениият интерес, създава опасност от превръщане на реални журналистически разследвания в компромат, особено при използване на скрита камера [19]. Етичният кодекс на българските медии изрично подчертава, че информацията "в обществен интерес" е различна от информацията, която е "интересна на обществото" (5.2). Според 5.3 една публикация може да се счита "в обществен интерес", само когато: „е в защита на здравето, безопасността и сигурността; съдейства за предотвратяване и разкриване на тежки престъпления и злоупотреба с власт; предпазва обществото от опасността да бъде сериозно заблуждавано" [20].

Медиатизацията на публичното пространство препраща към друг въпрос - за баланса между две от основните права и свободи, прокламирани в Европейската конвенция за правата на човека: „неприкосновеността на личния и семейния живот, на жилището и на тайната на кореспонденцията" (чл.8) и „свободата на изразяване и информация" (чл.10).

Манипулативната функция на публичността се откроява не само при избора на подход от страна на медиите относно степента на нахлуване в личното пространство, но и при избора на предмета на „обществения интерес" в конкретни моменти, който да съответства на масовия манталитет. Чрез него би могла да се

постигне демонизация или героизация на политически режим или историческо събитие, както и да се ангажира задълго вниманието на публиката със зрелищни новини, за сметка на отлагането на втори план на неудобен за властовите структури проблем. Подобен подход съдържа опасност в името на интересното за обществото и заради кратковременни ползи да бъде пренебрегнат действителния обществен интерес. "...На мястото на общественото мнение (застава) неопределената в себе си склонност, зависеща от настроението", която може да бъде „направлявана от определени мерки и събития в една или друга насока" и „има същия ефект като неукрепен товар върху люлеещ се кораб" [21].

Този начин на употреба на „обществения интерес" доказва връзката на общественото мнение с господството. Както Бурдийо илюстрира неговата важност за институциите на масовата демокрация в социалната държава, съвременният еквивалент на някогашното „Бог е с нас" е „Общественото мнение е с нас" [22]. В условията на действащ принцип на народен суверенитет, общественото мнение представлява извор на авторитет и все още остава единственият източник, който легитимира политическата власт [23]. Хабермас предлага два подхода към дефинирането му – от позициите на либерализма и чрез институционални критерии. Първият подход цели съхраняването на „една размишляваща публика в средата на бурно одобряващата", т. е. спасяване разумността с цената на всеобщността, гарантираща всеобщ достъп [24].

Вторият подход води до заместване на субекта на общественото мнение (публиката) с „инстанции, които единствени са в състояние да го направят политически активно" и до извода, че „общественото мнение господства, но не управлява". Привържениците на този подход отъждествяват общественото мнение с преобладаващите схващания в парламента, които стават задължителни за правителството, а то от своя страна запознава общественото мнение с тях. Негова разновидност е схващането, че общественото мнение се представя от партията на мнозинството, тъй като в една ефективна парламентарна демокрация волята на мнозинството от „активното гражданство", представена чрез съответното партийно мнозинство, се отъждествява с общата воля. Като отчита, че и двата варианта си дават сметка за оскъдната политическа релевантност на функцията на общественото мнение в масовите демокрации, Хабермас отбелязва, че остава нерешен следният въпрос: дали то означава „масово разпространена склонност, която не е в състояние да се артикулира сама", или „плебисцитно ехо" на мнение, което „се интегрира с принудата" въпреки потенциала си за „просветление" [25].

III. ИЗВОДИ

Смисълът на „обществения интерес" трябва да се търси в контекста на взаимната зависимост между „трите статуса" (негативен, активен, позитивен), където гражданското общество упражнява правото си не само на защита на ненакърнимостта на частната сфера, но и на контрол върху действията на публичната власт чрез общественото мнение, т. е. в „активния статус". За разлика от процеса на преследване и защита на „общото благо", „обществения интерес" в този смисъл се асоциира с активните действия и възможността на гражданското общество за контрол върху държавата. Затова може да се заключи, че обществения интерес е това, което мотивира гражданското общество и политическата държава да формират обща воля с цел постигането на общото благо.

ЛИТЕРАТУРА:

[1]. Близнашки, Г. Формата надържавата. УИ „Св. Кл. Охридски", С., 2009, с. 189.
[2]. Близнашки, Г. Принципи на парламентарното управление. УИ „Св. Кл. Охридски", С., 2007, с. 19.
[3]. Пак там, с. 21; 19-21.
[4]. Tarde, G. L'opinion et la foule. Paris, 1901. Édition électronique, Québec, 2003, p.11.

[5]. Хабермас, Ю. Структурни изменения на публичността. УИ „Св. Кл. Охридски”, С., 1995, с. 312.
[6]. Пак там, с. 357.
[7]. Цит. по: Хабермас, Ю. Цит. съч., с. 354.
[8]. Tarde, G. Op. cit. , p. 11.
[9]. Mils, C. The Power Elite. N. Y., 1956, p. 303 sq; Kritik der soziologischen Denkweise. Neuwied, 1963, S. 93 sq. Цит. по: Хабермас, Ю. Цит. съч., с. 364-365.
[10]. Хабермас, Ю. Цит. съч., с. 360.
[11]. Пак там, с. 354-355.
[12]. Bourdieu, P. L’opinion publique n’existe pas. – In: Questions de sociologie. Paris, Les Editions de Minuit, 1984, pp.222-235.
[13]. Allport, F. A la recherché d’une science de l’opinion publique. – In: L’opinion publique: examin critique, nouvelles directions. Recueil de textes par Jean Padioleau. Mouton, Paris, 1981, pp. 127-128.
[14]. За разлика от някои автори, които разграничават тълпата от публиката, Allport приема, че обществено мнение може да се формира и в двете. – Ibidem, pp. 135-136.
[15]. Ibidem, p. 135.
[16]. Хабермас, Ю. Цит. съч., с. 349.
[17]. Пак там, с. 312-313.
[18]. Хабермас, Ю. Цит. съч., с. 356-357.
[19]. http://bulgaria.actualno.com/news_107035.html
[20].http://mediacenterbg.prg/documents/Ukazatel/Ethical%20Code%20Bg%20final.pdf
[21]. Landshut. Volkssouveranitat und offentliche Mainung. – In: Festschrift fur Laun, Hamburg, 1953, S. 583. Цит. по: Хабермас, Ю. Цит. съч., с. 350.
[22]. Bourdieu, Op. cit.
[23]. Landshut. Op. cit, p. S. 586.
[24]. Хабермас, Ю. Цит. съч., с. 351-352.
[25]. Пак там., с. 352-353.

За контакти:
Мария Желева, гл. ас. д-р. в Катедра”Социални и правни науки” при ФЕ на ТУ-Варна , ул. Студентска № 1, 207НУК
e-mail: meril@abv.bg

Рецензент: доц. Лъчезар Аврамов

Професор Иван Бакърджиев отпразнува своята 80 годишнина с колегите си от Катедра "Материалознание и технология на материалите" в Технически университет – Варна.

Делото на проф. Иван Бакърджиев е свързано с развитието на металолеенето в България, на което посвети почти 60 години. Името му се произнася с особена почит от научната и техническа общност у нас.

Проф. Иван Василев Бакърджиев е роден на 03.10. 1929 г. в гр. Калофер, в род известен с бакърджийски и железарски занаяти, от където идва и фамилията му. Там завършва основното си и средно образование.

През 1952 г. завършва специалност "Индустриална химия" в Машиностроителния факултет на Държавната политехника в София и се дипломира, като инженер –химик–металург. След отбиване на военната си служба, през 1955г. постъпва на работа в Завод 15, по-късно наречен Карловски тракторен завод (КТЗ). Като технолог и по-късно, като Главен металург на завода е разработвал и ръководил осигуряването с металургични технологии ремонта на танкове и самолети, и производството на първите електротелфери в България. За активно участие в създаването на първия малогабаритен български трактор ТЛ-30, през 1966 г. заедно с още 5 човека от завода е удостоен с високото държавно отличие "Лауреат на Димитровска награда ".

На 16. 03.1966 г. с конкурс Иван Бакърджиев постъпва във Висшия машинно-електротехнически институт (ВМЕИ) във Варна, като старши преподавател по дисциплина "Металолеене". Заедно с първите асистенти Николай Янакиев, Димитър Димитров създава лаборатория по леене и организира учебния процес- лекции, упражнения, курсови проекти. Чете лекции по няколко дисциплини в областта на металолеенето, технологията на металите, машини и съоръжения в леярското производство, теория на леярските процеси и специализирани курсове.

Основател и първи директор е на Института по металолеене и леяска техника в София (1971÷1973г.). През 1973г. е избран за ст.н.с. II-ра степен, едновременно е и хоноровaн преподавател във ВМЕИ-Варна, и продължава да чете лекции. В началото на 1974г. се връща като доцент във ВМЕИ-Варна. През този период, по негова идея и благодарение на добрите му професионални контакти с проф. Иван Димов и академик Ангел Балевски -(създатели на метода на леене с противоналягане), се разкрива съвместна проблемна научноизследователска лаборатория (ПНИЛ), между ИМТМ БАН- София

и ВМЕИ- Варна (23.05.1974г.). Основната задача на лабораторията е разширяване на приложението на метода Балевски - Димов, като се използва базата и преподавателския състав на ВМЕИ- Варна.

Основните научни проблеми на лабораторията са: получаване и изследване на свойствата на сплави и отливки от надевтектични алуминиево- силициеви сплави, с цел приложението им в двигатели с вътрешно горене; получаване и изследване свойствата на отливки от корозионно- и кавитационноустойчиви стомани, в които скъпият и стратегически метал никел да бъде заменен с азот, с цел приложение в химическата промишленост и корабостроенето. За ръководител на лабораторията е назначен доц. Иван Бакърджиев. Развива се мащабна работа: в научноизследователската дейност са привлечени преподаватели, майстори-специалисти, дипломанти и студенти; доставени са машини, апаратура и съоръжения, които обслужват и учебния процес.

Министерският съвет излиза с решения: ПМС№37/27.06.1980г., с което лабораторията се утвърждава като институт- филиал към БАН с директор доц. Ив.Бакърджиев и ПМС №58/1983г.- за понататъшното развитие на филиала, средства, щат. Започва създаване на лаборатории (химическа, металографска, механична) и работилници. Създадена е лаборатория за изпитване на ДВГ - катедра ДВГ получава съоръжения и щат- 2 бр. хабилитирани преподаватели, 4 бр. инженерни кадри и компютърен-програмист.

Създаден е алуминиев вариант на двигател Д3900, който издържа на всички стандартни изпитания по международните изисквания. Към резултатите проявява интерес и концерна Generall Motors. Ето какво споделя проф. Бакърджиев: *"на среща организирана от съответните държавни органи, г-н Краузе (зам. генералният директор на Generall Motors) предложи да се построи съвместен завод "GM- България" (у нас), с 51% наше участие и 49% на GM –Германия. Всичко беше докладвано на най-високо ниво, но нещата спряха до тук..."*

По въпросите на алуминиевите сплави е получен патент. По тези тематики са защитени докторски работи и направени хабилитации. През 1976 г. Иван Бакърджиев придобива научната степен доктор, като докторската му работа е в областта на легираните чугуни, а през 1989г. с хабилитационен труд става професор по научна специалност 02.01.18 "Технология на машини и системи за леярното производство".

Богата е преподавателската му дейност. Автор е на първите два учебника у нас и едно ръководство по теория на леярските процеси. За своята научна и преподавателска работа е награден с орден "Св.Св. Кирил и Методий" първа степен.

Обичан от студентите, те споделят, че лекциите му са били винаги увлекателни, разбираеми и същевременно задълбочени, и свързани с практиката.

Признат е изключителният принос на проф. Бакърджиев за развитието на науката и практиката в областта на леенето, леярските процеси и технологията на металите. Участвал е в работата на много научни конгреси и конференции у нас и в чужбина- Русия, Германия,

Италия, Чехия, Испания. Броят на научните му публикации е около 120. Подготвил е стотици млади инженери, бил е ръководител на дипломанти, докторанти, специализанти. Бил е рецензент на докторски работи и при избор на доценти, професори, академици, чл. кореспонденти.

Инженер, професор и виден общественик – член на научни съвети на ТУ-Варна и ИМТМ БАН- София, на специализиран съвет на ВАК, зам. председател на Управителния съвет на Съюза на учените- Варна, член на Колегиума на директорите към Министерския съвет, зам. декан на МТФ, навсякъде където е бил се е ползвал с уважението на колегите си.

През 1997 г. проф. Иван Бакърджиев се пенсионира.

Признателността и уважението към проф. Бакърджиев намериха своя израз и при честването на осемдесетгодишния му юбилей, в наградата на Съюза на учените във Варна и в многото поздравителни адреси. Например, чл. кор. Стефан Воденичаров- Директор на Институт по Металознание " Акад. А. Балевски " пише: *"...през своя дългогодишен творчески път Вие доказахте своя професионализъм, ...вашето честване е наш общ празник, ...защото бяхте искрен и почтен както в колегиалните, така и в чисто човешките си отношения с всички нас.... "*

В годината на неговия юбилей излезе книгата на проф. Лалю Радулов "Калофер през XX век", в която професор Бакърджиев намира достойно място, между забележителните личности на града.

В увода й се пише: *"...професор, доктор, лауреат на Димитровска награда Иван Василев Бакърджиев, през втората половина на 20 век, със своя принос в науката и управлението на икономиката, беше адекватен на своето време, беше човек-епоха*".

Днес мечтата на проф. Бакърджиев е: **за науката и за тези отдадени на нея да бъде отделено по-голямо внимание; стимулиране и финансиране за нейното скорошно възраждане.**