

ИЗВЕСТИЯ

на Съюза на учените – Варна

Серия “ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ” - 1’2019



UNION
OF SCIENTISTS
VARNA

ISSN 1310-5833

ИЗВЕСТИЯ

на Съюза на учените – Варна

СЪДЪРЖАНИЕ

Стр.

Гергана Славова

Икономически и социални ефекти от въздействието на преките и обвързани плащания върху развитието на селскостопанския сектор в България3

Георги Чавдаров, Богдан Горанов, Мария Балтаджиева

Влияние на пробиотичен продукт за животни върху микробиологичната обсемененост на сурово краве мляко..10

Жейно Жейнов

Музикално стълбище.....14

Емил Барудов

Сравнителен анализ на класическия вариационен подход и вариационния анализ с предавателните коефициенти.....19

Христо Милушев

Изследване на хибридните параметри на автотрансформаторен дискретен регулатор на променливо напрежение.....29

Пламен Петров, Росен Касабов

Механични изпитвания на захвати (примки) от ленти изработени от синтетични материали (полиетилен, полиамид, полиестер)36

Свилен Стоянов, Десислава Михайлова, Снежинка Захариева, Аспарух Атанасов

Изследване възможностите за потискане на хармониците при работа на интегриращ тензопреобработвател за измерване на сили и моменти в прецизното земеделие.....41

Десислава Михайлова, Светлана Савова

Сравнителен анализ на режекторен филтър.....51

Нели Велева

Повишаване ефективността на вътрешните процеси в малки и средни предприятия, чрез внедряване на управленска информационна система.....58

Александър Александров, Иван Иванов

Българският принос за международната експедицията с папирусовата лодка „ABORA IV” от Варна до Анталия – още една гледна точка.....66

Пламен Станчев

Заземяване на звездните центрове на силови трансформатори в електрически мрежи средно напрежение79

Йордан Бояджиев

Механика на морските вълни и възможности за използване на енергията им88

Владимир Овчаров

Калайдисаното монетосеченето на цар Йоан Шишман (1371 - 1375).....92

Георги Георгиев

Фрактографски изследвания на заварени проби след уморни изпитания в зоната на разрушаване.....99

Йорданка Съчкова

Индустрия 4.0 – принципи и възможности за приложимост в българското корабостроене и кораборемонт.....104

Петранка Колева

Исторически фарватер на средното професионално техническо морско образование в България.....112

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ

проф. д-р Виолета Йотова д.м.н.
 проф. д-р инж. Венцислав Вълчев
 проф. д-р инж. Розалина Димова
 доц. д-р инж. Иван Иванов
 доц. д-р инж. Любомир Камбуров
 гл.ас. д-р инж. Йордан Бояджиев

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ НА БРОЯ

доц. д-р инж. Иван Иванов
 доц. д-р инж. Любомир Камбуров
 гл.ас. д-р инж. Йордан Бояджиев

СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ – ВАРНА

Пощенски адрес: гр.Варна 9000,
 ул. “Васил Друмев” № 73
 Съюз на учените -Варна
 тел:052/978576

Авторите носят отговорност за своите материали.
 Текстовете, които се представят в редакцията,
 следва да са във форма на MS Word и
 придружени с разпечатка. Снимков материал се
 представя и с негативи. Ръкописи не се връщат.

Предпечатна подготовка

Съюз на учените - Варна

Координатор на СУ-Варна:

тел:052/978576

E-mail: su-varna@abv.bg

Банкова сметка: BG82 CECB 9790 1097 1239 00

BIC: CECBGBSF

Банка: ЦКБ АД

Настоящото издание е
 посветено на
**Науката в служба на
 обществото**
 и се осъществява по
 проект, в рамките на
 присъщата на
**Технически
 Университет - Варна**
 научноизследователска
 дейност, финансирана
 целево от държавния
 бюджет.

*обновена лаборатория на
 ТУ-ВАРНА по рентгенов
 спектрален анализ*

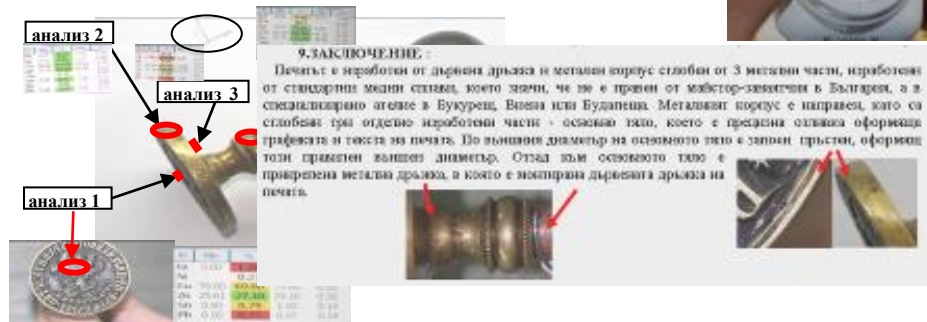
ДЕЙНОСТ

Изследване, изпитване и
 сертифициране на структурата,
 състава, механичните и физико-
 химичните свойства на
 инженерни метални и неметални
 материали; Безразрушително
 изследване на метални
 археологически находки



**СЕРИЯ
 “ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ”**

1'2019

**КОНТАКТИ**

ВАРНА-9010, ул.Студентска-1,ТУ-Варна Тел.: 052/383 287

ИКОНОМИЧЕСКИ И СОЦИАЛНИ ЕФЕКТИ ОТ ВЪЗДЕЙСТВИЕТО НА ПРЕКИТЕ И ОБВЪРЗАНИ ПЛАЩАНИЯ ВЪРХУ РАЗВИТИЕТО НА СЕЛСКОСТОПАНСКИЯ СЕКТОР В БЪЛГАРИЯ

Гергана Славова

ECONOMIC AND SOCIAL EFFECTS OF THE IMPACT OF DIRECT AND COUPLED PAYMENTS ON THE DEVELOPMENT OF THE AGRICULTURAL SECTOR IN BULGARIA

Gergana Slavova

Резюме: Европейските програми, преките и обвързани плащания за помощ и финансиране на селскостопанския сектор са част от политиката на Европейския съюз, целяща да създаде възможност за заетост и активно участие на хората от селските райони и да им предостави възможности за устойчив доход в тези слабо урбанизирани места. Директните плащания са част от Общата селскостопанска политика на Европейския съюз и могат да бъдат разделени на няколко основни вида: Схема за единно плащане на площи (СЕПП), схема за преразпределение на плащанията и схема за дребни земеделски стопани, предназначена да подкрепи малките стопанства с оглед повишаване на конкурентоспособността в областта на дребното земеделие.

Целта на тази статия е да анализира икономическите и социалните ефекти от въздействието върху развитието на преките плащания през първи и втори програмен период. За да се постигне настоящата цел, е проведено проучване заедно с няколко задълбочени интервюта със земеделски производители, които получават финансова подкрепа по този начин. Статията съдържа резултатите от проучването с участието на фермери, проведено в Североизточна България.

Ключови думи: селскостопански сектор, директни плащания, селски райони, икономическо развитие, социални ефекти

Abstract: The European programs, the direct and coupled payments for assistance and funding of the agricultural sector are part of the policy of the European Union aiming to create an opportunity for employment and active participation of the people from rural areas and to provide them with options for earning a sustainable income in these poorly urbanized locations. The direct payments form a part of the Common Agricultural Policy of the European Union and can be divided into several main types: Single Area Payment Scheme (SAPS), Redistributive Payments and Small Farmers Scheme intended to support small farms with a view to increasing the competitiveness in the field of small-scale agriculture.

The purpose of this article is to analyze the economic and the social effects of the direct payments developmental impact during the first and the second programming periods. In order to achieve the present goal, an inquiry has been conducted together with a few in-depth interviews with small farmers who receive financial support in this way. The article contains the results of the inquiry involving leaseholders and farmers, conducted in North-East Bulgaria.

Key words: agricultural sector, direct payments, rural areas, economic development, social effects.

Общата селскостопанска политика (ОСП) на Европейския съюз е една от най-старите политики на съюза и е насочена към селското стопанство на страните членки в ЕС. Основната цел на тази политика е да подпомага доходността на селските стопани в съюза и едновременно с това на европейските граждани да се осигури качествена, безопасна, достъпна и питателна храна. Общата селскостопанска политика има водеща роля в прехода към по-устойчиво селско стопанство на ЕС. Тя насърчава целенасочено и системно развитието на

селското стопанство на територията на ЕС и подпомага земеделските стопани, както и жизнено способността на техните земеделски стопанства и развитието на аграрна дейност в тях. Над 50% от населението на ЕС живее в селските райони, а над 82% от територията на съюза попада в тези райони, поради това е необходимо и ЕС заделя средства за стимулиране и развитие на инфраструктурата на тези райони, както и създаване на условия и дейности, като занаяти, селски туризъм, развитие на нетрадиционни дейности, които да запазят трудоспособно население в селата

и да създадат условия за запазване на местните жители, обичаи и ценности. Общата селскостопанска политика обединява 28 страни, членки на ЕС в своите усилия да създаде по-добри условия за развитие на селските райони и аграрните и неземеделски дейности в тях. Основните цели на Общата селскостопанска политика са[8]:

➤ Да се увеличи селскостопанската производителност, чрез развитие на техническия прогрес и осигури рационално развитие на селскостопанското производство и оптимално използване на производствените фактори и по-специално на работната сила.

➤ Да се осигури нормален жизнен стандарт за хората занимаващи се със селско стопански дейности, чрез увеличаване на техните индивидуални доходи получавани от аграрни дейности и неземеделски дейности в селските райони на съюза.

➤ Да се гарантира снабдяването и да се стабилизируют пазарите в селските райони и да се гарантира, че произведените и доставените аграрни продукти, достигат до потребителите на приемливи цени[11].

Към конкретните цели на ОСП, съществуват и други цели, посочени в различни разпоредби на ЕС, приложими към всички политики и действия на Съюза. Към тях се отнасят следните важни направления: насърчаване на висока степен на заетост в селските райони, опазване на околната среда с цел насърчаване на устойчиво развитие, оказване защита на потребителите, създаване на условия за хуманно отношение към животните, опазване на общественото здраве в селските райони и икономическо, социално и териториално сближаване на селските райони и хората живеещи в тях в цялата Европейска общност. В пряка връзка с отварянето и глобализацията на пазарите се определят принципите на общата търговска политика, приложими към търговията със селскостопански продукти. Реално общата селскостопанска политика създава условия и възможности, чрез които всички селски райони на територията на европейския съюз да се развиват много по-целенасочено,

комплексно, ангажирано и всеобхватно. България не прави изключение, като страна членка, а напротив още през 1999 г. с приемане на план 2000 за разширяване на ЕС в България се разработва Национален план за развитие на земеделието и селските райони, който обхваща периода 2000-2006 г., на база на него малко по-късно се подписва многогодишно финансово споразумение за пред присъединителна програма за подпомагане развитието на селското стопанство- САПАРД. Програмата е една и съща за всички присъединяващи се страни от централна и източна Европа към ЕС. Тя е с продължителност от седем години и обхваща периода 2000-2006 г. Сумата за финансиране развитието на селските райони и аграрния сектор за целия период е 444 748 370 евро[8], а общия бюджет на цялата програма, включващ и националното финансиране, възлиза на 592 961 125 евро за целия пред присъединителен период. След 2007 г. страната ни като член на ЕС, въвежда директни плащания на площ [3] и Програма за развитие на селските райони, която до момента е минала почти през два програмни периода 2007-2013 и 2014-2020 г. На база на директните плащания на площ, България въвежда схема за единно плащане на площ, известна с абривиатурата- СЕПП. Финансовите средства определени за нашата страна за първи програмнен период по СЕПП са 4,8 млрд. лв. Като средното плащане за България е 232 евро/ха при средно за ЕС- 267/ха [8]. На следващата фиг. 1 е представена схема на единно плащане на площ в хиляди лева за първи програмнен период, от която се вижда, че за целия програмнен период на прилагане на схемата на единно плащане се характеризира с последователно увеличение нивата на заплащане и висок темп на усвояемост на средствата, който за 2013 г. са над 99% от определения за страната финансов ресурс (фигура 1). Броят на земеделските стопани, подпомогнати по СЕПП е сравнително равномерен през анализирания период, като най-ниска стойност има през кампания 2007 – 78596 фермера, а най-много са заявителите, получили подпомагане през кампания 2010 – 91734 [10].



фиг. 1 Схема на единно плащане на площ за първи програмен период 2007-2013 в хил. лв.

През последните години директните плащания представляват основна защитна мрежа[5] за българските земеделски стопани. Така например през 2014 г. около 90 490 български земеделски стопанства получават 578 милиона евро под формата на директни плащания, а през 2015 г. ЕС изразходва над 30 милиона евро за пазарни мерки в България, насочени най-вече към лозаро-винарския сектор, но и към други сектори, например на плодовете и зеленчуците[7]. През първи програмен период в страната са подпомагани основно схеми за сектор-„краве мляко“, сектор „овце и кози“, сектор „плодове и зеленчуци“ с превес са били също подсектори „ягоди и малини, предназначени за преработка“, подпомагани са също и „енергийни култури“. За директно подпомагане за втори програмен период средствата са представени на следващата фигура 2. От нея и от фигура първа можем да заключим, че средното плащане за периода е много по-високо спрямо първи програмен период. Средно за първи програмен период земеделските стопани за периода са получили 674 хил лв., а за втори 782 хил. евро. Не само стойността, но и паричната единица е друга, което показва по-висок ръст на финансово подпомагане от страна на ЕС за страната ни. Освен всичко казано до тук е важно да отбележим, че средното подпомагане за страната ни през втори програмен период се

повишава до около 235 евро на ха[8]. През новия програмен период 2021-2027 г., на ОСП, няма да се наблюдава намаление на средствата за директни плащания за България, дори заради така наречената конвергенция или външно сближаване ще има леко увеличение, според министъра на Земеделието в страната ни [9]. От фигура втора се вижда, че последните четири анализирани години от 2017 до 2020, размера на изплатените средства по-директни плащания е най-висок и това е една от причините хората, които ги получават да бъдат уверени, че през новия програмен период 2021-2027 отново ще кандидатстват за подпомагане по тази линия.

По данни на доклада на Центъра за изследване на демокрацията цели три четвърти от директните плащания за обработваеми земи са получени от 3700 физически и юридически лица, но те представляват реално 100 свързани лица [4]. Според Безлов концентрацията на субсидии в земеделието води дори до някои криминални практики [3]. Той припомни, че за 2018 година общо от еврофондовете България получава близо 4,2 млрд. лева. За селското стопанство те са 2,91 млрд. лева, от които 2.64 млрд. лева са от еврофондове. Приемането на таван за субсидиите от 300 хил. евро през 2014 година според икономистите е довело до раздробяване на стопанствата в България [4].



фиг. 2 Схема на единно плащане на площ за втори програмен период 2015-2020 в хил. евро

По подобен начин стои въпроса и в някои други европейски държави, но далеч не във всички, защото в повечето от тях кооперативите се запазиха и при промяната на плановата икономика с пазарна раздробяване на площите не настъпи.[6] Бюджетът за директните плащания за България през следващия програмен период след 2020 г. няма да бъде намален с 0,7%, каквито бяха очакванията на земеделците, а дори ще се увеличи с около 250 млн. евро. Това е официална информация от бившия министър на земеделието Румен Порожанов на дискусия на „Национален земеделски форум – Общата селскостопанска политика след 2020 г.“, домакин на която бе Националната асоциация на зърнопроизводителите (НАЗ)[1]. Директните плащания за България се планира да бъдат 5,6 млрд. евро при около 5,35 млрд. евро през новия програмен период [4].

За да установим, дали реално земеделските производители в България и в частност в Североизточната част на страната ни са доволни от получените плащания, осъществихме 17 интервюта със земеделски стопани от района. Много интересни са икономическите и социалните ефекти, отчетени като резултати до които достигнахме в следствие на проведените интервюта:

Икономически ефекти:

- 80% от интервюираните земеделски стопани считат, че системата за единно плащане на площ е много добре обмислена и функционира изрядно, което води до по-високи доходи на работещите в аграрния сектор. Според интервюираните финансирането по схемите за обвързани плащания, не винаги се базира на ясни критерии и правилата и те твърде често се променят.
- 78% считат, че при директните плащания няма забавяния и до голяма степен се спазва индикативния график на МЗХ, което позволява да се направи по-добра икономическа преценка и плановост в производствения процес.
- Според 55% от интервюираните земеделски стопани най-големият проблем е многократното посещение на службите по земеделие по райони, тъй като от икономическа гледна точка, това е свързано с разходи и загуба на време.
- Според 75% най-голям процент от времето отделяно за да се получат директни плащания се губи при заверка на регистрационна карта, очертаване на парцелите и заявяване за подпомагане по конкретните схеми за директно и обвързано подпомагане.

➤ Според 55% Над 98% от интервюираните отново биха кандидатствали и през трети програмен период за подпомагане по СЕЕП.

➤ За обвързано подпомагане биха кандидатствали по-малко 65% от интервюираните.

➤ 90 % от интервюирани земеделски производители считат, че ако намалят отпуснатите финансови средства под формата на директни плащания, земеделските стопани няма да обеднеят много или да фалират, тъй, като голяма част от ангажираните в земеделието не са в него само заради субсидиите, а поради желание да се развиват в областта на аграрния сектор. Тези които са в сектора заради субсидиите, колкото и малко да са икономически, пазарът ще стане безинтересен за тях и ще се насочат към други сфери на дейност, например търговия, строителство или индустриално производство.

➤ Според 50% от интервюираните премахването на плащанията ще е огромен натиск за подобряване на ефективността, за гледане на култури с висока добавена стойност, т.е. преработени земеделски продукти и произведени крайни продукти, като лютеници, сладка, мармалади и други консерви или биохрана и т.н.

Социални ефекти:

➤ Според 45% се отделя много време и за заявяване на правно основание, многократни сбирки за сключване на споразумения за площите и други служебни срещи свързани с уреждане на преки въпроси относно директните плащания и обвързаното подпомагане.

➤ Почти всички 99% от интервюираните земеделски производители считат, че потребителите винаги ще са готови да плащат повече за пресни местни и традиционни храни, затова се ориентират в тяхното производство, което осигурява социални контакти и добра социална среда за възраждане на българските традиции.

➤ Според 85% ако се насочат повече финансови средства от директните плащания по посока на екологичните плащания, земеделските стопани очакват по-голям екологичен и социален ефект, който ще

доведе до бързо увеличаване на площите с гори и дървесни видове и храсти, което от своя страна ще доведе по-добри социални условия за съществуване на хората в дадения район;

➤ Според 78% от интервюираните земеделски производители получаващи до момента директни плащания, цените на хранителните суровини не следва да се увеличат, тъй като по-големите, отворени пазари предполагат по-голяма конкуренция, а при нея се появяват повече производители и съответно по-балансиран пазарни цени.

➤ Според тях, излизане на южните пазари означава, че и нашите земеделски производители ще могат да реализират своите земеделски храни на юг и 85% считат това, като добра възможност за нова реализация на българска земеделска продукция при нови социални условия.

➤ 95% от тях обаче считат, че те са малки и поради това трябва да обединят усилията си в сформирани на производствени съюзи по отделни отглеждани култури, за да могат колективно да защитават своите права. Това ще създаде възможност те да бъдат социално по-организирани и обединение.

➤ Според 89 % от интервюираните земеделски производители, спирането на субсидиите ще отстрани от отрасъла нереалните пазарни играчи, които са в него заради получаване на безвъзмездни директни плащания. Това ще има за тях, както социален така и икономически ефект не само за тях, но и за всички в този сектор;

➤ Според едно друго реализирано проучване на института за пазарна икономика (ИПИ) [2], проблемите са от съвсем друго естество. Основните проблеми на земеделските производители според ИПИ са свързани най-вече с разликата в размера на получаваните субсидии в България и в други страни членки на ЕС, както и раздробената собственост върху земята.

Според общата селскостопанска политика, а и според нас бъдещето пред земеделските стопани е в създаването на къси вериги от производителя до потребителя. В следващата таблица могат да се видят конкретните стойности на директните и кръстосани плащания за 2018 г.

Таблица 1
Видове директни и кръстосани плащания,
и стойност по тях за 2018 г.

N	Видове директни и кръстосани плащания	Лева на хектар
1.	Схема за единно плащане на площ	195,73
2.	Схема за обвързано подпомагане за протеинови култури	135,64
3.	Схема за плащане за селскостопански практики, които са благоприятни за климата и околната среда (зелени директни плащания)	122,84
4.	Схема за пре разпределително плащане	137,55
5.	Схема за обвързано подпомагане за оранжерийни зеленчуци	17 021,85
6.	Обвързано подпомагане за зеленчуци (зеле, дини и пъпеши) лева на хектар за първите 30 допустими за подпомагане по схемата	735,49
7.	Схемата за обвързано подпомагане за плодове (сливи и десертно грозде) на хектар за първите 30 допустими за подпомагане по схемата хектари	1006,17

От таблица 1 се вижда, че най-голям дял от финансовите средства са насочени към схемата за обвързано подпомагане при оранжерийните зеленчуци, следвани от схемата за обвързано подпомагане при плодовете. Най-ниска е стойността на схемата за плащане за селскостопански практики, които са благоприятни за климата и околната среда, така наречените-зелени директни плащания. Въпреки, че през новия програмен период 2021-2027, те ще бъдат приоритетни.

Заклучение:

Определено можем да обобщим, че директните и обвързани плащания през годините нарастват, а с това и

удовлетвореността на техните ползватели. Голям процент над 89% считат, че спирането на субсидиите само ще отстрани нереалните земеделски стопани от пазара. Още по-голям процент от тях твърдят, че ще продължат да кандидатстват за директни или обвързани подпомагания. Според тях единствените притеснения на регионално ниво са многократните посещения на службите по земеделие по райони. Висок процент от интервюираните отчитат, че губят много време при заверка на регистрационни карти и очертаване на парцелите за заявено подпомагане по конкретните схеми за директно и обвързано подпомагане. На национално ниво се изтъква главно проблема с по-ниските субсидии спрямо тези на други силно развити европейски държави. Това е реален факт, но за него има обективни причини и ние считаме, че този проблем не може да бъде разрешен вследствие настоящото изследване. Но ползите които могат да бъдат посочени от направеното изследване е, че голяма част от тях (95%) считат, че те са малки и поради това трябва да обединят усилията си в сформирание на производствени съюзи по отделни отглеждани култури, за да могат колективно да защитават своите права. Това определено е важна стъпка напред към промяна на начина на мислене и не само, най-вече на социалните взаимоотношения и икономическите последици след това. Земеделските стопани в анализирания регион на база направените интервюта са готови да посрещнат измененията в общата селско стопанска политика на европейския съюз, тъй като според повечето от тях (85%), ако се насочат повече финансови средства от директните плащания по посока на екологичните плащания, те очакват по-голям екологичен ефект, който ще доведе до бързо увеличаване на площите с гори и дървесни видове и храсти. Осъществено изследване показва, че земеделските стопани са удовлетворени, като цяло от ОСП, а в частност от директните и обвързани плащания и биха продължили уверено своята дейност, както с тях, така и без тях, тъй като от секторът ще излязат единствено нереалните земеделски стопани, ако плащанията бъдат спрени.

Използвана литература:

1. Бочева, Н., (2018), Бюджетът за директните плащания за България ще бъде увеличен, Предвиденото намаление на парите за селските райони ще може да бъде компенсирано с национални средства, <https://www.investor.bg/evroproekti/>- Специализиран сайт за икономическа информация, 12 септември, 2018,
2. Вълканов, Н (2013)., Кои са основните проблеми на земеделските производители? - <https://ime.bg/bg/articles>, 17.05.2013
3. Иванов, Б., Попов, Р., (2012) „Българското земеделие и очаквани резултати от предложените промени в ОСП”, София, стр.15
4. Ингилизова, Св., (2018), Три четвърти от директните плащания в селското стопанство отиват при 100 лица в земеделието, <https://fakti.bg/bulgaria/>, 17 септември, 2018
5. Bečvářová, J. (2011) , “Economic and Regional Consequences of Direct Payments under the Current CAP Philosophy”, Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis, Volume LIX Number 4, 2011
6. Review of Available Literature on Direct Payments in NMS CC and PCC Synthesis; March 2010; AgriPolicy Enlargement Network for Agripolicy Analysis
7. <https://ec.europa.eu/info/sites/>- европейски, основен информационен сайт за ОСП и разходваните средства за директни по държави членки средства, септември, 2019
8. ОСП на Фокус, изд. на асоциация на земеделските производители в България, съфинансирано от Европейска комисия, 2018 г., стр.27
9. <https://agri.bg/novini/>- Без спад по директните плащания през новия програмен период-интервю с министъра на земеделието, храните и горите, септември, 2019 г.
10. Директни плащания от общата селскостопанска политика в България в периода 2015-2020 г., Министерство на земеделието, горите и храните, <http://www.mzh.government.bg/>, септември, 2019
11. <http://www.europarl.europa.eu/>- ОСП на ЕС-портал на Европейския парламент, 2019 г.

За контакти:

Доц. д-р Гергана Славова
Икономически университет - Варна
e-mail: ggss@ue-varna.bg

For Contacts:

Assoc. Prof. Dr. Gergana Slavova
University of Economics – Varna
e-mail: ggss@ue-varna.bg

ВЛИЯНИЕ НА ПРОБИОТИЧЕН ПРОДУКТ ЗА ЖИВОТНИ ВЪРХУ МИКРОБИОЛОГИЧНАТА ОБСЕМЕНЕНОСТ НА СУРОВО КРАВЕ МЛЯКО

Георги Чавдаров, Богдан Горанов, Мария Балтаджиева

THE EFFECTS OF A PROBIOTIC ANIMAL PRODUCT ON THE MICROBIOLOGICAL EXPOSURE OF RAW COW MILK

Georgi Chavdarov, Bogdan Goranov, Maria Baltadjieva

Резюме: Проследена е динамиката на изменение на микрофлората на сурово краве мляко, получено от животни, приемали пробиотика „Зоовит” * през летния и зимния сезон.

Млякото е изследвано по показателите: общ брой микроорганизми, общ брой соматични клетки, *Enterobacteriaceae*, плесени и дрожди.

Установено е, че в млякото с пробиотик общият брой на активните клетки на микрофлората, средно за летния и зимния сезон е по-нисък с 65,22 % спрямо контролата, а на колиформите - 57,67 %.

Доказана е висока бактерицидна ефективност на пробиотика спрямо плесените – 16,06% през зимния сезон и 8,28 % през летния; *Enterobacteriaceae* – 9,21 % през зимния сезон и 0,79 % през летния; дрожди – 6,37 % през зимния сезон и 2,93 % през летния сезон.

Ключови думи: * „Зоовит” – пробиотичен продукт с избрана и асоциирана млечнокисела пробиотична микрофлора, предназначен за животни

Abstract: The dynamics of change in the microflora of raw cow's milk obtained from animals that received the Zoovit probiotic during summer and winter seasons was monitored. It was determined that in probiotic milk the total number of active cells on average during the summer and winter season, is lower by 65.22% compared to the control, and for coliforms - 57.67%. High bactericidal efficacy of the probiotic has been demonstrated against molds - 16.06% in the winter and 8.28% in the summer; *Enterobacteriaceae* - 9.21% in winter and 0.79% in summer; yeast - 6.37% in winter

Keywords: Zoovit

1. Въведение:

Приложението на различни пробиотични продукти в животновъдната практика е от съществено значение [Герчев Г и Г. Михайлова. 2007; Adolfsson O et al., 2004]. Полезните ефекти на пробиотиците в животновъдството са свързани с различни начини на действие. Подобренията в продуктивността на всички животински видове, хранене с пробиотици, се дължи най-вече на факта, че пробиотиците стимулират метаболитните процеси на храносмилането и използването на хранителни вещества. (Цветков Цв. и Н. Меранзов 1984; Шендеров Б.А 1998).

Установен е ефекта на пробиотиците върху подобряване на растежните показатели при млади телета, хранени с млечни заместители и суха суроватка на прах. Повишеният прираст на телета хранени с фуражи, съдържащи пробиотик се дължи на участието на млечнокиселите бактерии за подобряване смилаемостта на хранителните

вещества в търбуха, както и на разграждането на общия газ и метана [Желева, Н., 2006; Gissen A.S 1995].

Доказан е защитният ефект на ефектът на пробиотичните върху млекодайнните крави в състояние на субакутна ацидоза [Hoden A. и J. B. Coulon 1991].

Установен е ползотворен ефекта на пробиотичният продукт GL върху качеството на млякото на крави, които пасят пасища, третиран с GL. Потвърдено е, че третираните крави продуцират 1,21 L/крава на ден повече мляко и повече млечни протеини (0,03 kg/d) отколкото контролата група крави [Olchoway T.W.J et al., 2019].

Доказано е положителното влияние на млечнокиселите бактерии върху кръвния метаболизъм и върху редукцията на фекалните колиформи в стомашно-чревния канал на животните [J. Bayatkouhsar et al., 2013]. Пробиотичните продукти за животни подобряват общото здравословно състояние, в резултат на което се получава мляко с

повишени качествени показатели относно микробиологичната му обсемененост [В.Н. Киселенко и Т.Н. Дячук 2017].

Въз основа на прегледа на литературните данни е формулирана и целта на настоящата работа: **Да се изследва влиянието на пробиотичния продукт за животни „Зоовит” върху микробиологичната обсемененост на сурово краве мляко.**

2. Материали и методи

2.1 Пробиотик

2.1.1 Пробиотичният продукт „ЗООВИТ“, съдържащ следните видове микроорганизми – *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis*, *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *chermanii*

2.2 Методи за анализ

2.2.1. Определяне на общ брой микроорганизми, съгласно БДС EN ISO 4833-1:20132.2.2;

2.2.2. Определяне на общ брой соматични клетки, съгласно БДС EN ISO 13366-1:2008;

2.2.3. Определяне на Enterobacteriaceae, съгласно ISO 21528-2:2017;

2.2.4. Определяне на плесени и дрожди, съгласно БДС ISO 6611:2004;

2.2.5. Определяне на *Listeria monocytogenes*, съгласно БДС EN ISO 11290-1:2017;

2.2.6. Определяне на *Salmonella* spp., БДС EN ISO 6579-1:2017;

2.3. Опитите са проведени със сурово мляко добито от крави приемащи пробиотичния продукт „ЗООВИТ“ с хранителните дажби и на мляко от контролната група животни, през летния и зимния период. Получените резултати са представени в Табл.1 и Табл.2.

3. Резултати и обсъждане

Изследвани са микробиологичните показатели (ОБМ, ОБСК, Плесени и Дрожди, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* sp. и *Enterobacteriaceae*). Установено е отсъствие на *Listeria monocytogenes* и *Salmonella* sp. и в двете сурови млека.

Количеството на общия брой микроорганизми през летния сезон, в периода

на изследване, в мляко с пробиотик е от $8,7 \cdot 10^5$ до $1,3 \cdot 10^5$ cfu/ml., а в млякото от контролата, за същия период, количеството на общия брой микроорганизми е в границите от $2,7 \cdot 10^6$ до $2,5 \cdot 10^6$ cfu/ml. Общият брой микроорганизми през зимния сезон, в периода на изследване, в мляко с пробиотик е в границите от $3,7 \cdot 10^5$ до $3,3 \cdot 10^5$ cfu/ml., а на контролата, за същия период, от $4,9 \cdot 10^6$ до $2,2 \cdot 10^6$ cfu/ml.

Резултатите от тези изследвания показват, че пробиотикът влияе за понижаване общия брой микроорганизми в млякото както през летния, така и през зимния сезон.

Аналогична тенденция се наблюдава и за показателя ОБСК. Количеството на общия брой соматични клетки за летния период в млякото, добито от жевотни приемащи пробиотик се движи от 108 000 до 138 000 cells/ml, спрямо 200 000 до 202 000 cells/ml на контролата за същия период. През зимния период съдържанието на общия брой на соматични клетки на експерименталното мляко от крави приемали с хранителните дажби пробиотик е със 7,7 пъти по малко от общия брой на соматични клетки на контролата (Табл.2).

Значително е влиянието на пробиотика през летния и зимния сезон спрямо плесени и дрожди. И за двата сезона се наблюдава понижение на плесените и дрождите в млека, добити от животни, приемащи пробиотика в сравнение с контролната група. Общото количество на плесени във вариантите с пробиотик, е средно от 36 до 77 cfu/ml, а в млякото на контролата от 290 до 700 cfu/ml. Това на дрождите в млякото от крави, приемали пробиотик е средно 178 cfu/ml, а в контролата е средно 7655 cfu/m. Общото количество на плесени във вариантите с пробиотик през зимния сезон е средно от 15 до 38 cfu/ml, а в млякото на контролата - 180 до 670 cfu/ml. В периода на изследване, количеството на дрождите в млякото през зимния период от крави, приемали пробиотик е средно 867,5 cfu/ml, а в контролата е средно 23660 cfu/ml.

Получените резултати от тези изследвания показват подчертано фунгицидното действие

на микрофлората, съдържаща се в пробиотичния продукт.

Количеството на ентеробактериите в млякото се влияе чувствително от пробиотика и за двата сезона на изследване. Млякото от експерименталните проби с дажби на пробиотик във фуражите през летния период има средно 1940 cfu/ml, а контролата – 37 500 cfu/ml, или 19 пъти повече ентеробактерии в млякото. През зимния период млякото от експерименталните проби с дажби на пробиотик във фуражите има средно 197,5 cfu/ml, а контролата – 2960 cfu/ml или 15 пъти повече ентеробактерии в млякото.

Тези резултати показват силно изразеното бактерицидно действие на пробиотика върху представителите от семейство *Enterobacteriaceae*.

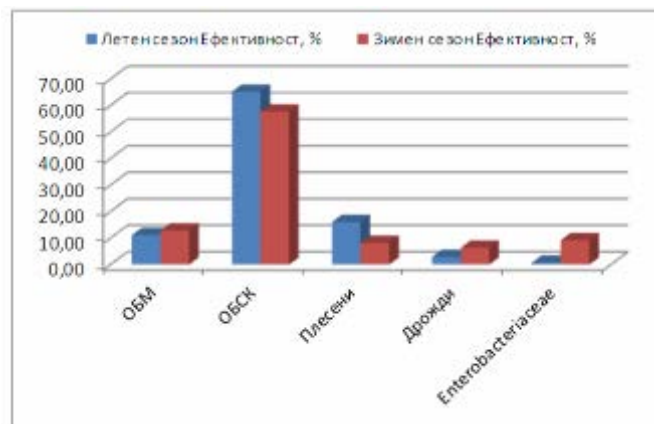
Сумарният ефект на пробиотика върху микробиологичните показатели на суровото мляко през зимният и летния период е представен на Фиг.1.

От Фиг.1 е видно, че пробиотика оказва въздействие върху микрофлората на млякото през двата сезона – летен и зимен. Това въздействие е различно за изследваните видове микроорганизми.

Съразмерно, данните за общия брой на соматични клетки са най-високи и през летния и зимния сезон, според Регламента за ОБСК. Но ефектът на въздействие, през летния сезон не превишава повече от 8 % за зимния сезон.

Ефектът на въздействие на пробиотика спрямо плесени е по-висок, около 2 пъти, през летния сезон в сравнение със зимния.

Ефектът на въздействие на пробиотика върху дрождите, който е около 2,5 пъти по-висок през зимния сезон се обяснява с по-богатите възможности за обсеменяване с дрожди от зимните фуражни храни на животните. Очевидно е, че в оборното гледане на животните през зимния сезон, затворени в оборната среда и храненето с ферментирали фуражни храни, увеличава значително съдържанието на ентеробактерии. Това обяснява и голямата разлика на ефекта на въздействие на пробиотика върху тази група микроорганизми, който през зимния сезон е 11,65 пъти по-висок.



Фиг.1 Ефективност на пробиотика върху микрофлората на млякото (%)

Получените резултати относно влиянието на пробиотика „Зоовит“ върху микробиологичните показатели на млякото ни дават основание да считаме, че пробиотикът, приеман с дажбите на животните, оказва въздействие върху следните микробиологични показатели на млякото: общ брой микроорганизми, общ брой соматични клетки, плесени, дрожди, ентеробактерии.

Таблица 1

Микробиологични показатели – летен сезон

Дата		ОБМ cfu/ml	ОБСК cells/ml	Салмонела	Листерия	Плесени	Дрожди	Enterobacteria	Време за коагулация, h
06.06.2017	Проба с пробиотик	$8,7 \cdot 10^5$	108 000	отсъствие	отсъствие	$3,6 \cdot 10^3$	$8,3 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^3$	4ч. 00мин.
	Контрола	$2,7 \cdot 10^6$	200 000	отсъствие	отсъствие	$2,9 \cdot 10^3$	$8,2 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^4$	4ч. 00мин.
22.07.2017	Проба с пробиотик	$2,5 \cdot 10^5$	164 000	отсъствие	отсъствие	$7,2 \cdot 10^3$	$5,2 \cdot 10^3$	$3,1 \cdot 10^3$	3ч. 45мин.
	Контрола	$7,6 \cdot 10^5$	157 000	отсъствие	отсъствие	$2,3 \cdot 10^3$	$2,8 \cdot 10^3$	$2,2 \cdot 10^4$	3ч. 30мин.
18.09.2017	Проба с пробиотик	$3,6 \cdot 10^5$	102 000	отсъствие	отсъствие	$2,3 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	$4,1 \cdot 10^3$	2ч. 45мин.
	Контрола	$1,5 \cdot 10^6$	226 000	отсъствие	отсъствие	$7,5 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^4$	$5,2 \cdot 10^4$	2ч. 50мин.
07.10.2017	Проба с пробиотик	$1,3 \cdot 10^5$	138 000	отсъствие	отсъствие	$7,7 \cdot 10^3$	$8,9 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^3$	2ч. 55мин.
	Контрола	$2,5 \cdot 10^6$	202 000	отсъствие	отсъствие	$7,0 \cdot 10^3$	$7,0 \cdot 10^3$	$6,4 \cdot 10^4$	3ч. 30мин.

Таблица 2

**Микробиологични показатели през зимен сезон
(м. декември – м. февруари)**

Дата		ОБМ cfu/ml	ОБСК cells/ml	Салмонела	Листерия	Плесени	Дрожди	Enterobacteria	Време за коагулация, h
02.12.2016	Проба с пробиотик	$3,7 \cdot 10^5$	107 000	отсъствие	отсъствие	$3,8 \cdot 10^3$	$8,7 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^3$	4,00
	Контрола	$4,9 \cdot 10^5$	182 000	отсъствие	отсъствие	$6,7 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^3$	4,00
20.12.2016	Проба с пробиотик	$4,5 \cdot 10^5$	131 000	отсъствие	отсъствие	$1,7 \cdot 10^3$	$4,2 \cdot 10^3$	$2,8 \cdot 10^3$	3,00
	Контрола	$1,4 \cdot 10^6$	315 000	отсъствие	отсъствие	$1,8 \cdot 10^3$	$3,5 \cdot 10^3$	$3,1 \cdot 10^3$	3,30
17.01.2017	Проба с пробиотик	$3,8 \cdot 10^5$	123 000	отсъствие	отсъствие	$2,0 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	$2,8 \cdot 10^3$	2,45
	Контрола	$3,4 \cdot 10^5$	232 000	отсъствие	отсъствие	$1,5 \cdot 10^3$	$1,9 \cdot 10^4$	$9,0 \cdot 10^3$	3,00
07.02.2017	Проба с пробиотик	$3,3 \cdot 10^5$	188 000	отсъствие	отсъствие	$2,1 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$	2,45
	Контрола	$2,2 \cdot 10^6$	223 000	отсъствие	отсъствие	$1,6 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$	3,25

4. Изводи

От направените изследвания могат да се формулират следните изводи:

Пробиотикът „Зоовит” приеман с хранителните дажби на кравите оказва специфично бактерицидно влияние върху микробното съдържание на млякото;

- Общият брой микроорганизми в млякото през летния сезон намалява с 11,18%, а през зимния с 12,86%;

- Общият брой соматични клетки на млякото намалява през летния и зимния сезон, съответно с 62,22% и 57,67%;

- Плесените в млякото през летния и зимния сезон намаляват, съответно – 16,06% и 8,25%;

- Дрождите в млякото през летния и зимния сезон намаляват, съответно – 2,93% и 6,37%;

Ентеробактериите в млякото през летния и зимния сезон намаляват, съответно – 0,79% и 2,21%.

5. Литература

- БДС EN ISO 4833-1:2013, Микробиология на хранителната верига. Хоризонтален метод за изброяване на микроорганизми;
- БДС EN ISO 13366-1:2008, Изброяване на соматичните клетки. Част 1. Микроскопски метод;
- БДС EN ISO 11290-1:2017, Хоризонтален метод за откриване на *Listeria monocytogenes*;
- БДС EN ISO 6579-1:2017, Хоризонтален метод за откриване на *Salmonella*. Част 1
- Герчев Г., Г. Михайлова. 2007. Химичен състав и биологична стойност на протеина на сурово и кисело овче мляко от породите Средностаропланинска и Тетевенска, *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 5, 933-945.
- Желева, Н., 2006. Биологични и технологични качества на биволското мляко от породата Българска Мурра за производство на млечни продукти, Дисертация, Стара Загора
- Киселенко В.Н., Т.Н. Дячук 2017. Пищевая Микробиология:микробиологическая безопасность сырья и продуктов животного и растительного происхождения, ИНФРА-М, Москва
- Цветков Цв., Меранзов Н.(1984), Метод и устройство за управление процеса на сублимационно сушене, авт.свид. 35128.
- Шендеров Б.А.(1998), Медицинская микробная экология и функциональное питание. Том I:

Микрофлора человека и животных и ее функции. М, Грантъ.

Adolfsson O., S. Nikbin, M. and R. M Russell. 2004. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 80, No. 2, 245-256.

Bayatkouhsar J., A.M. Tahmasebi, A.A. Naserianb, R.R. Mokarramc, R. Valizadehb, 2013. Effects of supplementation of lactic acid bacteria on growth performance, blood metabolites and fecal coliform and lactobacilli of young dairy calves, *Animal Feed Science and Technology* 186(2013)1–11

Gissen A.S.(1995) Off Probiotics, Prebiotics & Sinbiotics. Iss VRP' Inc.Vit. Res.Prod. Newsletters, Sept., USA

ISO 21528-1,2:2017 - Хоризонтални методи за откриване и изброяване на Enterobacteriaceae. Част 2. Метод за изброяване на колонииите

Hoden A., J. B. Coulon, 1991. Maitrise de la composition du lait: influence des facteurs nutritionnels sur la quantite et les taux de matieres grasses et proteques, *Inra Prod. Anim.*, 4, 361-367

[Olchoway T.W.J.](#), M. [Soust](#), J.[Alawneh](#), 2019. The effect of a commercial probiotic product on the milk quality of dairy cows, [J Dairy Sci.](#),102(3):2188-2195

За контакти:

Георги Чавдаров - ОДБХ – гр. Пловдив,
главен инспектор
Богдан Горанов, Мария Балтаджиева -
Научно-приложна лаборатория за мляко и
млечни продукти Лаборатория
ЛБ-Лакт – Пловдив

Технологията на пробиотики е разработена в
научно-приложна изследователска
лаборатория за мляко и млечни продукти
„ЛБ Лакт Бас”адрес: България, гр. Пловдив
4003 бул. „Васил Априлов” 154
E-mail: lb_lact@mail.bg
www.lactbas.com

For Contacts:

Georgi Chavdarov - Regional Directorate for
Food Safety - Plovdiv, Chief Inspector
Bogdan Goranov, Maria Baltadjieva - Scientific
Laboratory for Milk and Milk Products- Plovdiv
E-mail: lb_lact@mail.bg
www.lactbas.com

МУЗИКАЛНО СЪТЪЛБИЩЕ

Жейно Жейнов

MUSICAL STAIRCASE

Zhejno Zhejnov

Резюме: Разглежда се реализацията на детско пиано, музикални клавиши на което са стъпалата на сграда. Електронният блок на устройството е реализиран чрез микрокомпютър „Arduino Uno”. Използван е вградения таймер на микрокомпютъра за генериране на правоъгълни импулси с честотата на музикален тон от една октава. Височината на изсвирвания тон се определя от стъпалото от стълбището, на което се намира човек. Присъствието на човека на стъпалото се открива с помощта на модифицирани оптични датчици от тип „светлинна завеса”, инсталирани в краищата на стъпалата.

Ключови думи: оптичен сензор, оптична завеса, пиано стълби.

Abstract: The realization of a children's piano, the music keys of which are the steps of a building, is being considered. The electronic unit of the device is realized by an “Arduino Uno” microcomputer. A built-in microcomputer timer was used to generate rectangular pulses at a frequency of one octave. The pitch of the playing tone depends on the step of the staircase on which the person is located. Human presence on the stairs is detected using modified optical sensors of the type “Light curtain”, installed at the ends of the steps.

Keywords: Arduino, optical sensor, optical curtain, piano stairs.

Идеята да се превърне стълбището на сграда в гигантска клавиатура на пиано не е нова. Целта е децата да играят с него, а минавачите да бъдат насърчени да спортуват, докато се забавляват да свирят прости мелодии, движейки се по стъпалата на музикалното стълбище. В представената разработка се използват 11 стъпала за клавиши, което позволява свирене на едногласни мелодии с диапазон 1 октава.

Микрокомпютър тип “Arduino” се използва за генериране на тон /звук с точно определена честота/ и при определяне мястото на човека, задействащ клавиша, който го свири. Към 11 цифрови входа на микрокомпютъра са свързани изходите на датчици. На един цифров изход на микрокомпютъра се получава генерирано напрежение с честотата на свирената нота. То се подава на нискочестотен усилвател. Усиленият тон се възпроизвежда от звукова колона.

Софтуерът, който е написан за целта, първо задава функциите на използваните изводи на микрокомпютърната платка. После се изпълнява непрекъснат цикъл, в тялото на който се проверяват последователно състоянията на цифровите входове /т.е. дали

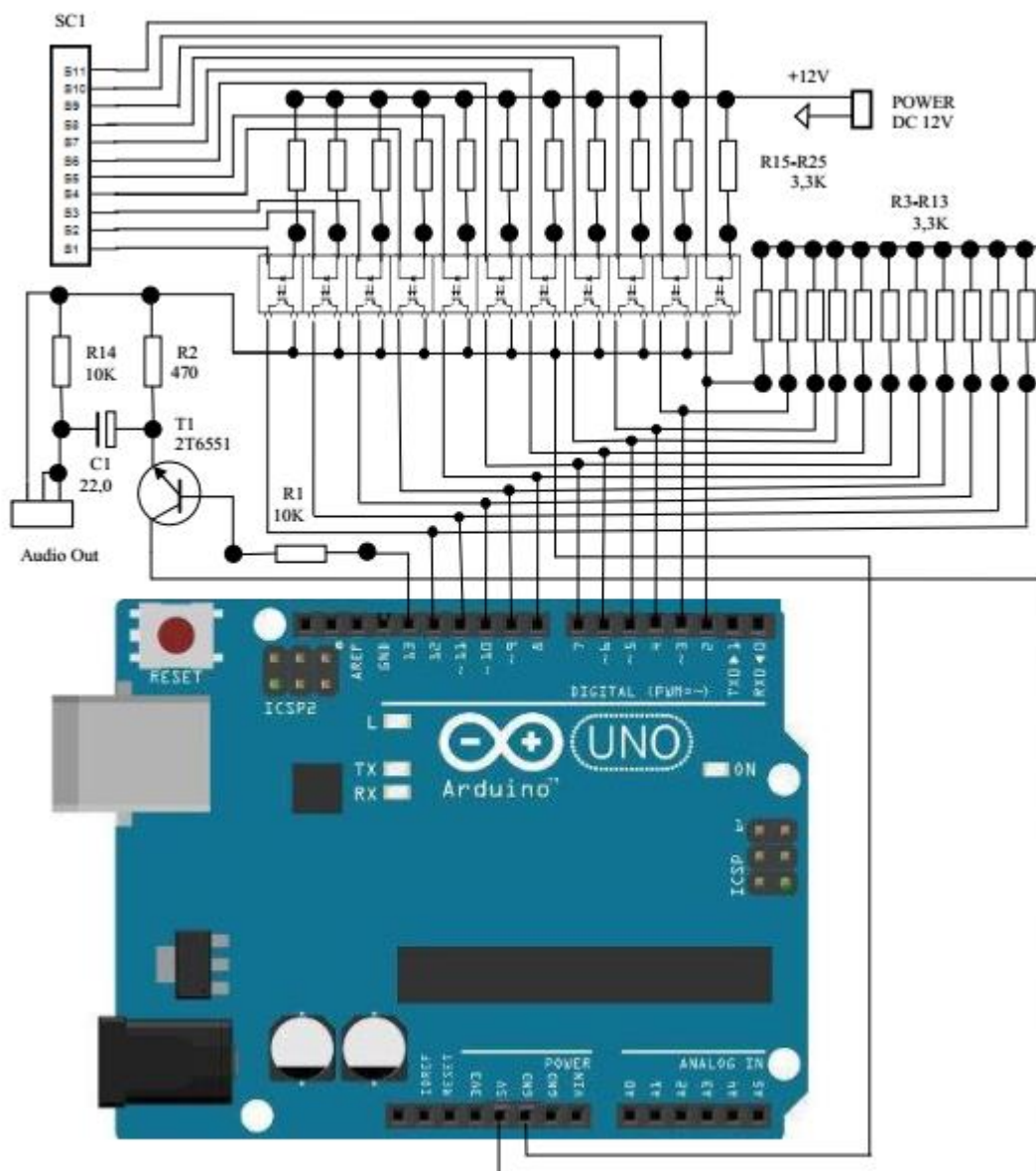
има обекти по съответните стъпала/. Ако някой от датчиците е сработил, се изсвирва нота със съответната височина.

Устройството е монтирано в затворена пластмасова кутия. В нея са поставени следните блокове: микрокомпютър “Arduino Uno” с платка допълнителна електроника; два импулсни захранващи блока – 9V/1A, който захранва микрокомпютърната платка и 12V/1A, който захранва датчиците; конектор за свързване към нормално отворените контакти на релетата на датчиците и конектор за свързване към входа на нискочестотния усилвател.

Принципна електрическа схема на устройството е показана на фиг. 1.

В литературата се предлага използването за подобни цели на ултразвукови, контактни и оптични сензори. При избора на сензор бяха взети пред вид изискванията за безопасност, ниска цена, достъпност на пазара, малки габарити и простота при реализацията.

Използвани бяха 11 на брой оптични датчици от тип „Светлинна завеса”, монтирани по един на всяко стъпало-клавиш. Тези сензори спадат към групата на сензорите за присъствие /proximity/ [2].



Фиг. 1. Принципна електрическа схема на устройството

Всеки датчик се състои от два блока - приемник и предавател, разположени в отделни кутии, които се поставят един срещу друг в двата края на стъпалата на стълбата.

Предавателят изпуска инфрачервен сноп светлина, който попада във фоточувствителен елемент на приемника /фиг. 2/.



Фиг. 2. Светлинна завеса между предавателя и приемника

Минаващите хора прекъсват излъчената светлина и тогава в приемника на датчика се задействува реле. У нас такива сензори

масово се употребяват в охранителни системи [3].

Беше разгледано устройството на два популярни модела оптични сензори и бяха измерени опитно някои техни характеристики. Сензорите реагират сигурно на обект по дължината на стъпалото. Те обаче работят правилно само ако се използва един сензор или няколко сензора, монтирани далеч един от друг. Група от близко разположени сензори се смущават взаимно, защото светлинният лъч на предавателя е твърде широк и попада в съседните сензорни приемници. Стесняването на светлинния лъч решава проблема и може да се направи по два начина:

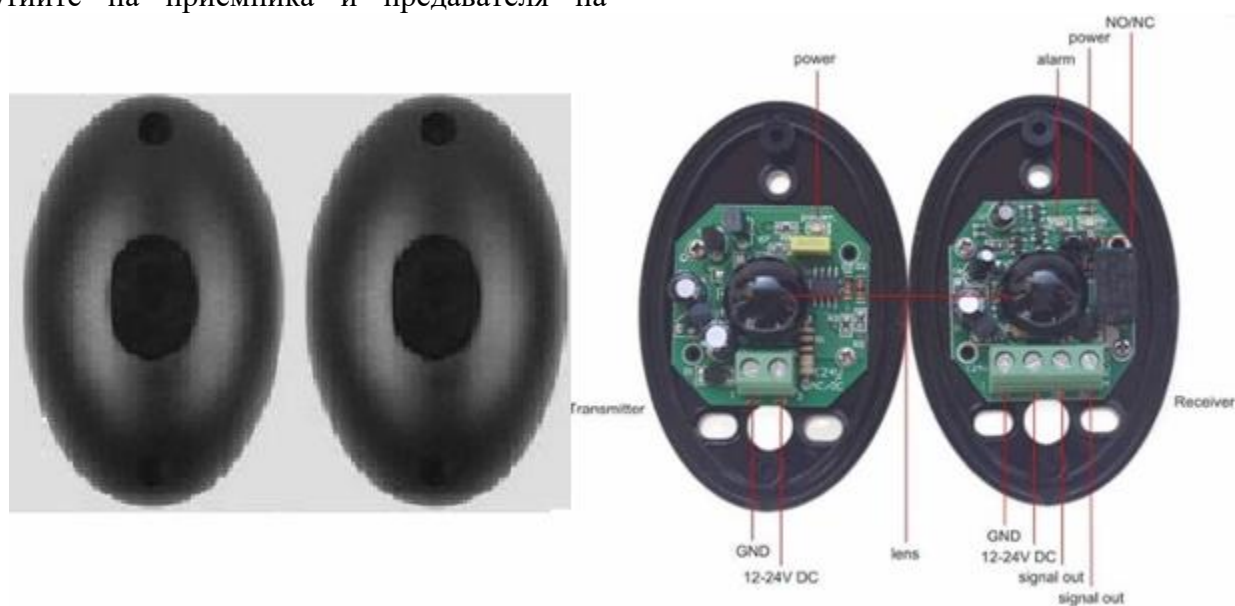
- чрез промяна на оптичната система на сензора, което ще промени конструкцията му;
- чрез поставяне на допълнителни бленди по пътя на излъчената и приеманата светлина, което може да се направи без да се променя фабричната конструкция на сензора.

Предавателят на сензора съдържа един или няколко инфрачервени светодиода, които излъчват светлина в близкия инфрачервен диапазон с дължина на вълната 900 - 1000 nm. Предавателят излъчва в тесен ъгъл в хоризонталната и във вертикалната равнина. В приемника има полупроводников фотодетектор на светлината, който управлява един или няколко контактни изхода. Разстоянието, на което се открива обект, пресичащ лъча, за различните модели може да достига 20-150 м на открито пространство. Кутиите на приемника и предавателя на

сензора са изработени от сива прозрачна пластмаса и играят ролята на оптични филтри, пропускащи само инфрачервена светлина в работния светлинен спектър [1]. Между кутията и светодиода, както и между кутията и фотодетектора са поставени оптични системи, съставени от няколко лещи. Те стесняват ъгъла на светлинния сноп, излъчен от светодиодите на предавателя /който е около 600/, а в приемниците стесняват ъгъла на въвеждане на светлината във фотодетектора.

За повишаване чувствителността на сензора светодиодите в предавателя не излъчват светлина постоянно, а на импулси с честота на повторение няколко kHz и малък коефициент на запълване, което позволява при малък среден ток на консумация да се постигне няколко пъти по-висока импулсна мощност на излъчване. В приемника е поставен лентов филтър, пропускащ само честота, съвпадаща с тази на излъчваните импулси от предавателя. Така силно се намалява влиянието на околната осветеност при работата на устройството и значително се подобрява коефициентът сигнал/шум.

Използваният сензор е от вида CV PBS-20. При него се използва само един светлинен лъч за реализация на светлинната завеса. Тези сензори работят на разстояния до 5 м. Външния вид и конструкцията на отворен сензор CV PBS-20 е показан на фиг. 3.



Фиг. 3. Външен вид и конструкция на сензор CV PBS-20

Формулата от радиолокацията (1) може да се приложи с известна модификация за разпространението на светлината при оптичен сензор, състоящ се от оптични приемник и предавател.

$$Pr = \frac{Pt \cdot Dt \cdot Dr \cdot \lambda^2 \cdot \sigma}{64 \cdot \pi^3 \cdot r^4} \quad (1)$$

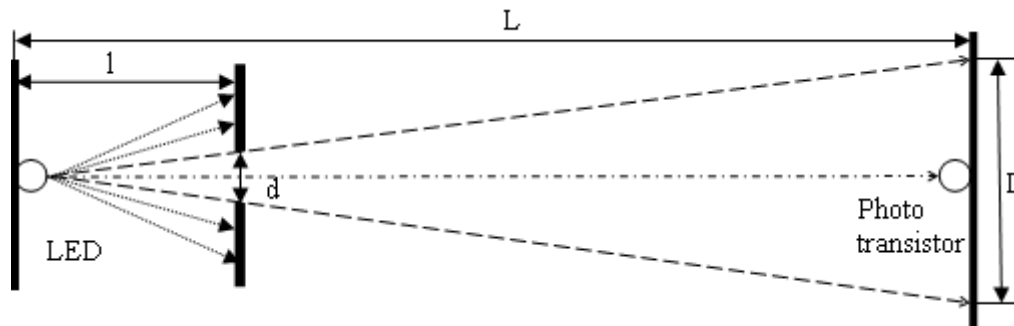
В (1) мощността на излъчване е означена с P_t , а мощността на входа на приемника с P_r . D_t и D_r са коефициенти на насочено действие на предаващата и приемната антени. λ е дължина на вълната. σ е ефективна отражателна способност на обекта. r е разстоянието между обектите [4].

При разглежданите оптични датчици коефициентът $\sigma \approx 1$, когато няма обект между предавателя и приемника. Тогава цялата светлинна мощност на предавателя се насочва към приемника през въздуха между тях. Минималната стойност на мощността на сигнала на входа на приемника, необходима за сигурно задействуване на сензора зависи от използваната технология на елементите в приемника и схемотехническите решения, както и от шума на околното осветление. Мощността на предавателните светодиоди е ограничена. Ето защо дизайнът на оптичната система в предавателя и приемника има

съществено значение за увеличаване на надеждността и разстоянието на работа на сензорите. Целта е получаването на висок коефициент на насочено действие на оптичните антени. Това става само когато предавателят излъчва светлина остро насочено в тесен пространствен ъгъл, а приемникът възприема излъчената светлина само в тесен пространствен ъгъл с остър максимум на чувствителността по посока на предавателя.

Дължината на стъпалата на сградата бе между 2.5-3.5 м, а ширината бе 0.35 м. Проведените измервания показаха, че датчикът сигурно реагира на разстояние до 4 м. Предавателят на сензора обаче има много широк ъгъл на излъчване в хоризонталната равнина – повече от 100°, което води до попадане на лъча му в приемниците на съседните сензори и нарушава нормалната им работа. За намаляване на този ъгъл предавателите и приемниците на сензорите бяха монтирани в единия край на непрозрачна тръба с дължина 15 см, а в другия край на тръбата беше поставена диафрагма с диаметър 2 см.

Ходът на светлинните лъчи от светодиода на предавателя до фототранзистора на приемника е показан на фиг. 4.



Фиг.4. Ход на лъчите от предавателя до приемника

Ако приемникът не е монтиран зад диафрагма е в сила е зависимостта:

$$\frac{l}{L} = \frac{d}{D}, \quad (2)$$

където $l=15$ см е разстоянието от светодиода до диафрагмата в края на тръбата, $L=300$ см е разстоянието между приемника и предавателя, $d=2$ см е диаметър на отвора на диафрагмата, а D е диаметърът на светлинния сноп върху приемника. От (2) се получава $D=40$ см. Ако приемникът е поставен зад диафрагма с диаметър d , на същото разстояние l от нея,

заради симетричността на конструкцията диаметърът на светлинния сноп намалява двойно. Така лъчите от предавателите на датчиците няма да попадат в съседните фотоприемници, ако те са на разстояние по-голямо от $D/20=20$ см.

Опитно бе установено, че 11 такива сензора, монтирани по указания дизайн на стълба с дължина на стъпалата 3 м и ширина на стъпалото 35 см работят независимо един от друг без да се смущават взаимно.

Реализираната модификация за отстраняване на влиянието на близко разположени оптични датчици за присъствие със светодиоди е едно просто решение с ниска цена, което не променя конструкцията на сензора и изисква няколко допълнителни прости и евтини детайли. Оптичните датчици, които използват лазерни диоди и/или по-сложна оптична

система са по-прецизни, по-стабилни, по-бързи и работят на по-голямо разстояние, но са няколко пъти по-скъпи.

На фиг. 5 е показано клавиатурата на музикалното стълбище. Устройството бе монтирано в подлез в гр. Пловдив [5].



Фиг.5. Снимка на инсталираното устройство

References

[1]Fraden, J. Handbook of modern sensors. Physics, designs, and applications. 3-rd Edition. San Diego, CA., Springer, 2004. ISBN 0-387-00750-4.

[2]Morris, A., R. Langari. Measurement and Instrumentation. London, UK: Elsevier Inc., 2012, pp 325-327. ISBN 978-0-12-381960-4.

[3]// Инженеринг ревю – 9/2009. Sofia, TLL Media Ltd., 2009, pp. 64-66. ISSN 1311-0470.

[4]Червяков, Г. Технические системы охраны периметров и объемов. Мет. Пособие. Изд.4-е. Таганрогский Государственный Радиотехнический Университет, Москва, 2005г.

[5]Динев, Васил. Първите пиано стълби в Пловдив вече са факт! [Он-лайн ресурс]. plovdiv24.bg, 27.10.2019,

<https://www.plovdiv24.bg/novini/plovdiv/Purvite-piano-stulbi-v-Plovdiv-veche-sa-fakt-895806>

За контакти:

9010 Варна, ул. „Студентска” № 1
Технически Университет – Варна,
Катедра "Компютърни Науки и
Технологии"

доцент д-р инж. Жейно Жейнов

e-mail: zh_viv@tu-varna.bg

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА КЛАСИЧЕСКИЯ ВАРИАЦИОНЕН ПОДХОД И ВАРИАЦИОННИЯ АНАЛИЗ С ПРЕДАВАТЕЛНИТЕ КОЕФИЦИЕНТИ

Емил Стефанов Барудов

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THE CLASSICAL VARIATIONAL APPROACH AND THE VARIATIONAL ANALYSIS WITH TRANSFERRING COEFFICIENTS

Emil Stefanov Barudov

Резюме: Статията е посветена на сравнението между съществуващите вариационни методи за анализ на електрически вериги. Представени са методики и числени примери, посредством които е направена съпоставка между класическия вариационен анализ и вариационния анализ с предавателните коефициенти, приложени за изследване електрически вериги. Направен е анализ на преимуществата и недостатъците на двата вариационни подхода.

Ключови думи: класически вариационен анализ, вариационен анализ с предавателни коефициенти, метод с предавателните коефициенти, методика за вариационен анализ на електрически вериги.

Abstract: The paper is dedicated to the comparison between the existing variational methods for analysis of electric circuits. The methodologies, applied for analysis of electric circuits and some numeric examples are presented, by which a comparison between the classical variational analysis and the variational analysis with transferring coefficients is achieved. An analysis of the advantages and the shortcomings of both approaches is done.

Keywords: Classical Variational Analysis, Variational Analysis with Transferring Coefficients, Method with the Transferring Coefficients, Methodology for Variational Analysis of Electric Circuits.

I. Въведение

Класическия вариационен анализ (КВА) на електрически вериги (ЕВ) е базиран върху теоремата на Теледжен, която гласи: „Алгебрична сума от псевдомощностите в една електрическа верига е равна на нула”.

За верига с m – клона е в сила следното:

$$\sum_{s=1}^m u_s \cdot i_s = 0, \quad (1)$$

където u_s и i_s са клоновите напрежения и токове в изследваната верига.

Тук напреженията и токовете може да не са обусловени, т.е.:

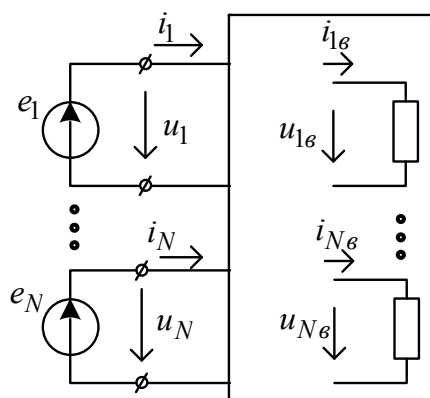
$$\begin{cases} u_s \neq u_s(i_s) \\ i_s \neq i_s(u_s) \end{cases}, \quad (2)$$

Ако част от клоновете (N на брой) се приемат за входове, към които са свързани еднотипни източници (само на е.д.н. или само на е.д.т.), то останалите клонове може да се разглеждат като вътрешни за веригата клонове, които са N_θ на брой (фиг. 1). Тогава

уравнение (1) може да се представи по следния начин:

$$\sum_{k=1}^N u_k \cdot i_k = \sum_{s_\theta=1}^{N_\theta} u_{s_\theta} \cdot i_{s_\theta} = f_1(u_s) = f_2(i_s), \quad (3)$$

където $f_1(u_s)$ и $f_2(i_s)$ са функционали, отразяващи сумата от мощностите на пасивните елементи [1, 2, 3, 4].



Фиг.1. Електрическа верига с отделени източници от пасивните елементи.

II. Методики за прилагане на вариационните анализи за електрически вериги

А. Методика за прилагане на КВА за електрически вериги.

1) Съставя се сумата от мощностите на пасивните елементи в изследваната ЕВ и се приема за функционал $f_1(u_s)$ или $f_2(i_s)$, чийто екстремум отговаря на реалния случай, при който виртуалните напрежения (токове) отговарят на действителните, т.е. те се получават от първата вариация на този функционал.

2) На базата на първата вариация на използвания функционал се съставя система уравнения, чието решаване води до изчисляването на действителните напрежения и токове в изследваната верига:

$$\frac{\partial f_1(u_s)}{\partial u_s} = 0 \quad \text{или} \quad \frac{\partial f_2(i_s)}{\partial i_s} = 0. \quad (4)$$

Тези действителни величини удовлетворяват едновременно първия и втория закон на Кирхоф, закона на Ом, закона на Джаул, както и баланса на мощностите, т.е. принципа за съхранение на енергията. На практика функционалът $f_1(u_s)$ или $f_2(i_s)$ може да се представи в следния вид:

$$f_1(u_s) = \sum_{s=1}^{N_g} G_s \cdot u_s^2 \quad \text{или} \quad f_2(i_s) = \sum_{s=1}^{N_g} R_s \cdot i_s^2$$

(примерно при постоянен ток режим).

3) Крайният резултат от първата вариация на използвания функционал повтаря резултата от директното използване на метода с основните закони на електротехниката, метода с контурните токове (МКТ), метода с възловите потенциали (МВП) и т. н.

4) Методът е приложим за анализ на линейни, нелинейни електрически или магнитни вериги при постоянен или хармоничен режим, а също и за изследване на преходни процеси.

Б. Теорема за прилагане на вариационния анализ с предавателни коефициенти (ВАПК) за електрически вериги.

Теорема 1: За всяка ЕВ, от всички възможни комплекти токове, които формално удовлетворяват първи закон на Кирхоф за възлите на изследваната верига, съществува само един комплект токове, за който

моментната мощност на всеки генератор на е.д.т. във веригата, има екстремум (минимум или максимум) и този комплект токове удовлетворява уравнението за баланса на мощностите във веригата [5, 6, 7, 8, 9].

Теорема 2: За всяка ЕВ, от всички възможни комплекти напрежения, които формално удовлетворяват втори закон на Кирхоф за контурите на изследваната верига, съществува само един комплект напрежения, за който моментната мощност на всеки генератор на е.д.н. във веригата, има екстремум (минимум или максимум) и този комплект напрежения удовлетворява уравнението за баланса на мощностите във веригата [5, 6, 7, 8, 9].

В. Методика за прилагане на ВАПК за линейни електрически вериги при постоянен ток режим.

Методиката дава последователността на действията при вариационен анализ на ЛЕВ при постоянен ток режим, използвайки основните закони за ЕВ [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

1) В изследваната верига се избира базисен източник (на е.д.т. с ток j_I или е.д.н. с напрежение e_I). Въвежда се двойка клеми (а) и (б), разделящи веригата на базисен източник и резистивна част, като всички останали източници (на е.д.н. или е.д.т.) се разглеждат като резистори, съгласно закона на Ом, с положително или отрицателно съпротивление R_{eq} или R_{js} .

2) Въвеждат се m на брой предавателни коефициенти $k_1; k_2; \dots; k_m$ спрямо токовете през елементите (напрежителните падове върху тях) формално по първи (втори) закон на Кирхоф, т.е.:

$$i_1 = k_1 \cdot j_I; \quad i_2 = k_2 \cdot j_I; \quad \dots; \quad i_m = k_m \cdot j_I$$

или

$$u_1 = k_1 \cdot e_I; \quad u_2 = k_2 \cdot e_I; \quad \dots; \quad u_m = k_m \cdot e_I.$$

3) Съставя се уравнение по метода с баланса на мощностите, като в лявата част на уравнението е мощността на базисния източник, а в дясно са мощностите на резистивните елементи, включваща p на брой резистора, както и съпротивленията на останалите източници на е.д.н., които са v_s на брой ($R_{e1}; R_{e2}; \dots; R_{e,vs}$) и съпротивленията

на източниците на е.д.т. $(R_{j1}; R_{j2}; \dots; R_{j,cs})$, който са cs на брой.

$$P_{j1} = u_{j1} j_1 = R_1 (k_1 j_1)^2 + R_2 (k_2 j_1)^2 + \dots + R_p (k_p j_1)^2 + \sum_{q=1}^{vs} (\pm R_{eq} (k_q j_1)^2) + \sum_{s=1}^{cs} (\pm R_{js} (k_s j_1)^2) \quad (5)$$

или

$$P_{e1} = e_1 \cdot i_{e1} = G_1 \cdot (k_1 \cdot e_1)^2 + G_2 \cdot (k_2 \cdot e_1)^2 + \dots + G_p \cdot (k_p \cdot e_1)^2 + \sum_{q=1}^{vs} (\pm G_{eq} \cdot (k_q \cdot e_1)^2) + \sum_{s=1}^{cs} (\pm G_{js} \cdot (k_s \cdot e_1)^2) \quad (6)$$

4) Съставя се система от $(m-1)$ на брой уравнения, записани по останалите неизползвани съотношения по втори (или първи) закон на Кирхоф и от системата се извеждат зависимости спрямо един от предавателните коефициенти (примерно спрямо k_1), т.е.

$$k_2 = f_2(k_1); k_3 = f_3(k_1); \dots; k_m = f_m(k_1).$$

5) Уравнението за мощността се диференцират по k_1 като се приема, че $P_{j1} = const$ или $P_{e1} = const$, т.е.:

$$\frac{\partial P_{j1}}{\partial k_1} = 0 = \frac{\partial}{\partial k_1} \left[R_1 \cdot (k_1 \cdot j_1)^2 + R_2 \cdot (k_2 \cdot j_1)^2 + \dots + R_p \cdot (k_p \cdot j_1)^2 + \sum_{q=1}^{vs} (\pm R_{eq} \cdot (k_q \cdot j_1)^2) + \sum_{s=1}^{cs} (\pm R_{js} \cdot (k_s \cdot j_1)^2) \right] \quad (7)$$

или

$$\frac{\partial P_{e1}}{\partial k_1} = 0 = \frac{\partial}{\partial k_1} \left[G_1 \cdot (k_1 \cdot e_1)^2 + G_2 \cdot (k_2 \cdot e_1)^2 + \dots + G_p \cdot (k_p \cdot e_1)^2 + \sum_{q=1}^{vs} (\pm G_{eq} \cdot (k_q \cdot e_1)^2) + \sum_{s=1}^{cs} (\pm G_{js} \cdot (k_s \cdot e_1)^2) \right] \quad (8)$$

Получава се уравнение от вида:

$$0 = f \left(k_1; R_1; R_2; \dots; R_p; R_{e1}; R_{e2}; \dots; R_{e,vs}; R_{j1}; R_{j2}; \dots; R_{j,cs} \right). \quad (9)$$

6) В последното уравнение се полага $R_{eq} = \frac{e_q}{i_q(k_1)}$ и $R_{js} = \frac{u_{js}(k_1)}{j_s}$ се решава

относно k_1 аналитично или чрез подходящ числен метод.

7) На базата на намерената стойност на предавателния коефициент k_1 се изчисляват останалите k_{m-1} коефициента, както и токовете и напреженията на веригата.

Г. Методика за прилагане на ВАПК за линейни електрически вериги при хармоничен режим.

Методиката е базирана върху използването на комплексния метод и до голяма степен повтаря предишната методика. За целта е необходимо да се въведат комплексните параметри на елементите на изследваната верига и да се състави нейната комплексна еквивалентна схема [9, 18].

1) В изследваната верига се избира базисен източник (на е.д.т. с ток $\dot{J}_1$ или е.д.н. с напрежение $\dot{E}_1$). Въвежда се двойка клемите (а) и (б), разделящи веригата на базисен източник и резистивна част, като всички останали източници (на е.д.н. или е.д.т.) се разглеждат като комплексни съпротивления (Z_{eq} или Z_{js}) съгласно закона на Ом.

2) Въвеждат се m на брой комплексни предавателни коефициенти $\dot{K}_1; \dot{K}_2; \dots; \dot{K}_m$ спрямо комплексните токовете през елементите (напрежителните падове върху тях) формално по първи (или втори) закон на Кирхоф, като:

$$\dot{I}_1 = \dot{K}_1 \cdot \dot{J}_1; \dot{I}_2 = \dot{K}_2 \cdot \dot{J}_1; \dots; \dot{I}_m = \dot{K}_m \cdot \dot{J}_1 \quad (\text{или}) \\ \dot{U}_1 = \dot{K}_1 \cdot \dot{E}_1; \dot{U}_2 = \dot{K}_2 \cdot \dot{E}_1; \dots; \dot{U}_m = \dot{K}_m \cdot \dot{E}_1).$$

3) Съставя се уравнение по метода с баланса на мощностите, като в лявата част на уравнението е комплексната псевдомощност на базисния източник $\dot{S}_{J1pseudo} = \dot{U}_{J1} \cdot \dot{J}_1$ (или $\dot{S}_{\dot{E}1pseudo} = \dot{E}_1 \cdot \dot{I}_{\dot{E}}$), а в дясно е комплексната псевдомощност на пасивните елементи $\dot{S}_{Zpseudo} = (Z \cdot \dot{I}) \dot{I} = Z \cdot \dot{I}^2$, включваща p на брой комплексни съпротивления, както и комплексните съпротивления на vs на брой източници на е.д.н. ($Z_{\dot{E}1}; Z_{\dot{E}2}; \dots; Z_{\dot{E},vs}$) и cs на брой източници на е.д.т. ($Z_{J1}; Z_{J2}; \dots; Z_{J,cs}$):

$$\dot{S}_{J1pseudo} = \dot{U}_{J1} \cdot \dot{J}_1 = Z_1 \cdot (\dot{K}_1 \cdot \dot{J}_1)^2 + \\ + Z_2 \cdot (\dot{K}_2 \cdot \dot{J}_1)^2 + \dots + Z_p \cdot (\dot{K}_p \cdot \dot{J}_1)^2 + \\ + \sum_{q=1}^{vs} (\pm Z_{eq} \cdot (\dot{K}_q \cdot \dot{J}_1)^2) + \sum_{s=1}^{cs} (\pm Z_{js} \cdot (\dot{K}_s \cdot \dot{J}_1)^2) \quad (10)$$

или

$$\dot{S}_{\dot{E}1pseudo} = \dot{E}_1 \cdot \dot{I}_{\dot{E}} = Y_1 \cdot (\dot{K}_1 \cdot \dot{E}_1)^2 + \\ + Y_2 \cdot (\dot{K}_2 \cdot \dot{E}_1)^2 + \dots + Y_p \cdot (\dot{K}_p \cdot \dot{E}_1)^2 + \\ + \sum_{q=1}^{vs} (\pm Y_{eq} \cdot (\dot{K}_q \cdot \dot{E}_1)^2) + \sum_{s=1}^{cs} (\pm Y_{js} \cdot (\dot{K}_s \cdot \dot{E}_1)^2) \quad (11)$$

4) Съставя се система от $(m-1)$ на брой уравнения, записани по останалите неизползвани съотношения по втори (или първи) закон на Кирхоф и от системата се извеждат зависимости спрямо един от предавателните коефициенти (примерно спрямо $\dot{K}_1$), т.е.:

$$\dot{K}_2 = F_2(\dot{K}_1); \dot{K}_3 = F_3(\dot{K}_1); \dots; \dot{K}_m = F_m(\dot{K}_1).$$

Тук $m = p + vs + cs$.

5) Уравненията за комплексната псевдомощност се диференцират по $\dot{K}_1$, като се приема, че $\dot{S}_{J1pseudo} = const$ или $\dot{S}_{\dot{E}1pseudo} = const$:

$$\frac{\partial \dot{S}_{J1pseudo}}{\partial \dot{K}_1} = 0 = \\ = \frac{\partial}{\partial \dot{K}_1} \left\{ Z_1 \cdot (\dot{K}_1 \cdot \dot{J}_1)^2 + Z_2 \cdot (\dot{K}_2 \cdot \dot{J}_1)^2 + \dots + \right. \\ \left. + Z_p \cdot (\dot{K}_p \cdot \dot{J}_1)^2 + \sum_{q=1}^{vs} (\pm Z_{eq} \cdot (\dot{K}_q \cdot \dot{J}_1)^2) + \sum_{s=1}^{cs} (\pm Z_{js} \cdot (\dot{K}_s \cdot \dot{J}_1)^2) \right\} \quad (12)$$

или

$$\frac{\partial \dot{S}_{\dot{E}1pseudo}}{\partial \dot{K}_1} = 0 = \\ = \frac{\partial}{\partial \dot{K}_1} \left\{ Y_1 \cdot (\dot{K}_1 \cdot \dot{E}_1)^2 + Y_2 \cdot (\dot{K}_2 \cdot \dot{E}_1)^2 + \dots + \right. \\ \left. + Y_p \cdot (\dot{K}_p \cdot \dot{E}_1)^2 + \sum_{q=1}^{vs} (\pm Y_{eq} \cdot (\dot{K}_q \cdot \dot{E}_1)^2) + \sum_{s=1}^{cs} (\pm Y_{js} \cdot (\dot{K}_s \cdot \dot{E}_1)^2) \right\} \quad (13)$$

Получава се уравнение от вида:

$$0 = f \left(\dot{K}_1, Z_1, Z_2, \dots, Z_p, Z_{\dot{E}1}, Z_{\dot{E}2}, \dots, \right. \\ \left. Z_{\dot{E},vs}, Z_{J1}, Z_{J2}, \dots, Z_{J,cs} \right) \quad (14)$$

6) В последното уравнение се заместват

$$Z_{\dot{E}q} = \frac{\dot{E}_q}{\dot{I}_{\dot{E}q}(\dot{K}_1)} \quad \text{и} \quad Z_{J_s} = \frac{\dot{U}_{J_s}(\dot{K}_1)}{\dot{J}_s} \quad \text{и}$$

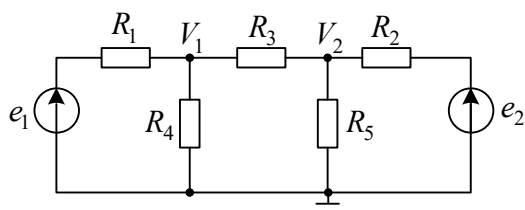
уравнението може да се реши относно $\dot{K}_1$ аналитично или чрез подходящ числен метод.

7) На базата на намерената стойност на предавателния коефициент $\dot{K}_1$ се изчисляват останалите $\dot{K}_{m-1}$ коефициента, както и токовете и напреженията на веригата.

III. Вариационен анализ на ЕВ.

А. Прилагане на КВА за електрически вериги при постоянен ток режим.

Дадена е веригата от фиг. 2 със следните параметри: $R_1 = R_5 = 20 \, \Omega$, $R_2 = 15 \, \Omega$, $R_3 = 25 \, \Omega$, $R_4 = 10 \, \Omega$, $e_1 = 10 \, V$ и $e_2 = 20 \, V$. Да се определят възловите потенциали във веригата чрез КВА.



Фиг. 2. Схема на ЛЕВ с два възела.

Решение:

Съставя се функционал, включващ мощностите на пасивните елементи във веригата, изразени посредством възловите потенциали:

$$P_{\text{консум}}(V_1, V_2) = \frac{(V_1 - e_1)^2}{R_1} + \frac{V_1^2}{R_4} + \frac{(V_1 - V_2)^2}{R_3} + \frac{V_2^2}{R_5} + \frac{(V_2 - e_2)^2}{R_2}$$

Изчислява се първата вариация на функционала относно възловите потенциали V_1 и V_2 :

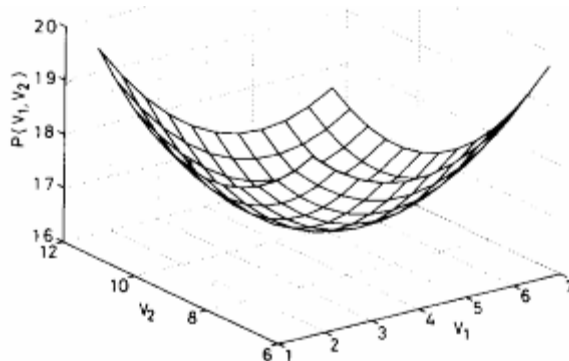
$$\frac{\partial P_{\text{консум}}(V_1, V_2)}{\partial V_1} = \frac{2 \cdot (V_1 - e_1)}{R_1} + \frac{2 \cdot V_1}{R_4} + \frac{2 \cdot (V_1 - V_2)}{R_3} = 0$$

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) \cdot V_1 - \frac{1}{R_3} \cdot V_2 = \frac{e_1}{R_1}$$

$$\frac{\partial P_{\text{консум}}(V_1, V_2)}{\partial V_2} = \frac{-2 \cdot (V_1 - V_2)}{R_3} + \frac{2 \cdot V_2}{R_5} + \frac{2 \cdot (V_2 - e_2)}{R_2} = 0$$

$$\left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_5} \right) \cdot V_2 - \frac{1}{R_3} \cdot V_1 = \frac{e_2}{R_2}$$

Графичното решение е представено на фиг. 3.

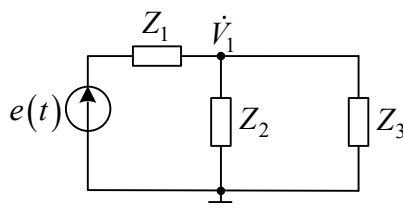


Фиг. 3. Повърхнина на сумарната мощност на пасивните елементи във функция от потенциалите V_1 и V_2 за ЕВ от фиг. 2 [1].

Б. Прилагане на КВА за електрически вериги при хармоничен режим.

Дадена е веригата от фиг. 4 със следните параметри: $Z_1 = 4 \Omega$, $Z_2 = -j2 \Omega$, $Z_3 = 2 + j4 \Omega$ и $\dot{E} = 10 V$.

Да се определи възловия потенциал $\dot{V}_1$ чрез КВА.



Фиг. 4. Схема на ЕВ с един възел.

Решение:

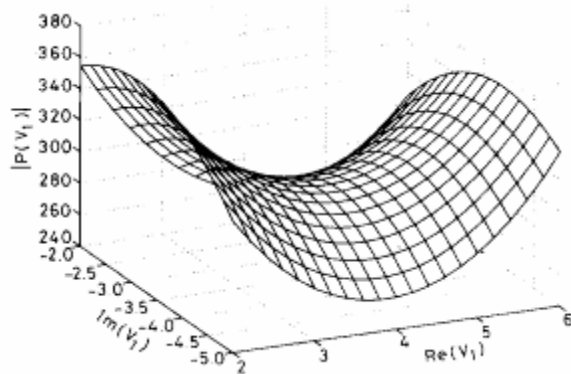
Съставя се функционалът включващ комплексните псевдомощности на пасивните елементи в изследваната верига:

$$\dot{S}_{\text{консум}}(\dot{V}_1) = \frac{(\dot{V}_1 - 10)^2}{4} + \frac{\dot{V}_1^2}{-j2} + \frac{\dot{V}_1^2}{2 + j4}$$

Изчислява се първата вариация относно $\dot{V}_1$:

$$\frac{\partial \dot{S}_{\text{консум}}(\dot{V}_1)}{\partial \dot{V}_1} = \frac{(\dot{V}_1 - 10)}{2} + j\dot{V}_1 + \frac{\dot{V}_1}{1 + j2}$$

Графично решението е представено на фиг. 5.

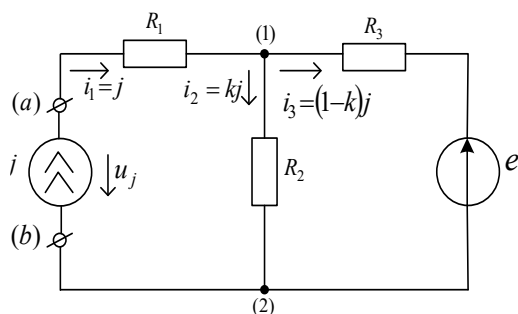


Фиг. 5. Повърхнина на псевдомощността във функция от потенциала $\dot{V}_1$ за ЕВ от фиг. 4 [1].

В. Прилагане на ВАПК за електрически вериги при постоянен ток режим.

Дадена е верига от фиг. 6 със следните параметри: $R_1 = 30\Omega$; $R_2 = 20\Omega$; $R_3 = 10\Omega$; $j = 5A$; $e = 40V$.

Да се определят клоновите токове i_1 , i_2 и i_3 посредством ВАПК.



Фиг. 6. Схема на ЕВ с два възела.

Решение:

Въвежда се двойка клемми (a) и (b), които разделят веригата на базисен източник и резистивна част. За базисен източник на веригата се избира източника на е.д.т. j . Въвежда се предавателен коефициент по ток $k = \frac{i_2}{j}$ и токовете във веригата се изразяват,

както следва: $i_1 = j$, $i_2 = k \cdot j$ и $i_3 = (1-k) \cdot j$. Съставя се уравнението за баланса на мощностите във веригата:

$$P_j = u_j \cdot j = \text{const} =$$

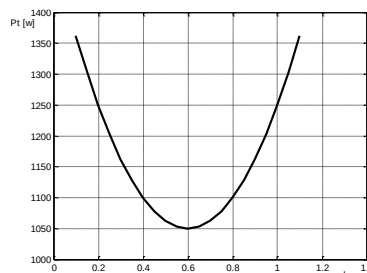
$$= R_1 \cdot i_1^2 + R_2 \cdot i_2^2 + R_3 \cdot i_3^2 + R_e \cdot i_3^2 = R_1 \cdot j^2 + R_2 \cdot (k \cdot j)^2 + R_3 \cdot [(1-k) \cdot j]^2 + R_e \cdot [(1-k) \cdot j]^2$$

Уравнението се диференцира по k . Следва полагане на израза за

съпротивлението на източника на е.д.н:

$$R_e(k) = \frac{e}{(1-k) \cdot j}$$

дава стойността на предавателния коефициент: $k = 0,6$. Търсените клонови токове във веригата са: $i_1 = j = 5A$, $i_2 = k \cdot j = 3A$ и $i_3 = (1-k) \cdot j = 2A$.



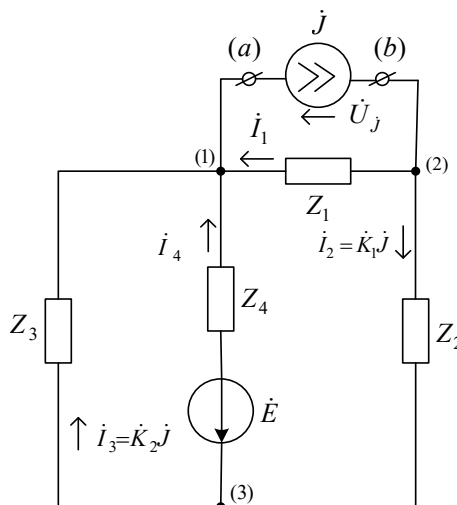
Фиг. 7. Зависимост на P_j от безразмерния предавателен коефициент k .

На фиг. 7 е представена зависимостта на мощността на товара (P_j) във функция от предавателния коефициент k .

Г. Прилагане на ВАПК за електрически вериги при хармоничен режим.

Дадена е веригата от фиг. 8 със следните параметри на елементите: $Z_1 = 10 + j20\Omega$; $Z_2 = 20 - j10\Omega$; $Z_3 = 30 + j20\Omega$; $Z_4 = 40 - j20\Omega$; $\dot{J} = 2 + jA$ и $\dot{E} = 5 - j3V$.

Да се определят токовете $\dot{I}_1$, $\dot{I}_2$, $\dot{I}_3$ и $\dot{I}_4$ чрез ВАПК.



Фиг. 8. Схема на ЛЕВ с три възела.

Решение:

Въвежда се двойка клемми (а) и (b), които разделят веригата на базисен източник, източника на е.д.т. $\dot{J}$ и товарна част. Въвеждат се предавателните коефициенти по ток $\dot{K}_1 = \frac{\dot{I}_2}{\dot{J}}$ и $\dot{K}_2 = \frac{\dot{I}_3}{\dot{J}}$. Токовете във веригата са: $\dot{I}_1 = (1 - \dot{K}_1)\dot{J}$, $\dot{I}_2 = \dot{K}_1\dot{J}$, $\dot{I}_3 = \dot{K}_2\dot{J}$ и $\dot{I}_4 = (\dot{K}_1 - \dot{K}_2)\dot{J}$.

Уравнението за баланса на комплексната псевдомощност във веригата е следното:

$$\begin{aligned} \dot{S}_{jpseudo} = const = & Z_1 \dot{I}_1^2 + Z_2 \dot{I}_2^2 + Z_3 \dot{I}_3^2 + \\ & + Z_4 \dot{I}_4^2 + Z_{\dot{E}} \dot{I}_{\dot{E}}^2 = Z_1 [(1 - \dot{K}_1)\dot{J}]^2 + Z_2 (\dot{K}_1\dot{J})^2 + \\ & + Z_3 (\dot{K}_2\dot{J})^2 + Z_4 [(\dot{K}_1 - \dot{K}_2)\dot{J}]^2 + \\ & + Z_{\dot{E}} [(\dot{K}_1 - \dot{K}_2)\dot{J}]^2 \end{aligned}$$

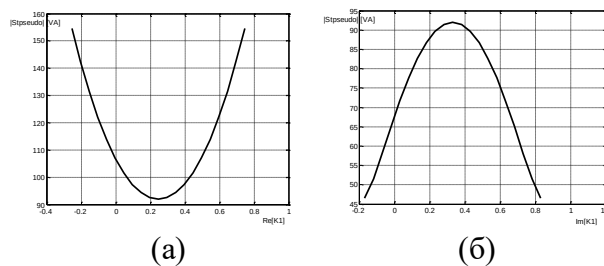
Следва диференциране по $\dot{K}_1$: $0 = \frac{\partial \dot{S}_{jpseudo}}{\partial \dot{K}_1}$.

След това се замества израз $Z_{\dot{E}} = \frac{(Z_3 + Z_4)\dot{E}}{\dot{K}_1 Z_3 \dot{J} - \dot{E}}$ и се изчислява първия

коефициент $\dot{K}_1 = 0,2459 + j0,3288$. Чрез него се намира и $\dot{K}_2 = 0,2545 + j0,0862$. Търсените токове във веригата са:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= (1 - \dot{K}_1)\dot{J} = 1,837 + j0,0964 \text{ A}, \\ \dot{I}_2 &= \dot{K}_1\dot{J} = 0,163 + j0,9036 \text{ A}, \\ \dot{I}_3 &= \dot{K}_2\dot{J} = 0,4228 + j0,4269 \text{ A}, \\ \dot{I}_4 &= (\dot{K}_1 - \dot{K}_2)\dot{J} = -0,2597 + j0,4767 \text{ A}. \end{aligned}$$

На фиг. 9 е представена зависимостта на пълната псевдомощност на базисния източник на ток ($|\dot{S}_{jpseudo}|$) във функция от $\dot{K}_1$, като веднъж се варира реалната част на $\dot{K}_1$, а след това се варира имагинерната част на $\dot{K}_1$. Екстремумите на $|\dot{S}_{jpseudo}|$ съвпадат с реалната и имагинерната част на коефициента $\dot{K}_1$.



Фиг. 9. Зависимост на $|\dot{S}_{jpseudo}|$ от предавателния коефициент $\dot{K}_1$.

IV. Препоръки и недостатъци на вариационните методи за анализ на ЕВ

А. Препоръки на КВА.

1) Методът работи с функционал, включващ псевдомощностите на пасивните елементи; 2) Комбинира се с основните закони на електротехниката, МКТ, МВП, метода с променливите на състоянието. Може да се приложи и в матрична форма; 3) Решението може да се представи графично за верига притежаваща до три възела или два независими контура; 4) След първа вариация на изследвания функционал се получава система уравнения по класическите методи; 5) Методът води до едни от най-точните решения; 6) Методът може да се приложи за изследване на цели класове вериги; 7) Методът може да се прилага за анализ на линейни или нелинейни електрически вериги при постоянен или хармоничен режим.

Б. Недостатъци на КВА.

1. Методът може да се прилага за вериги с малък брой пасивни елементи; 2) Графичното решение може да се представи за верига с до три възела или два независими контура; 3) Методът рядко се прилага поради приложимостта му за вериги с малък брой пасивни елементи и еднотипни източници; 4) Методът работи с псевдомощности и виртуални напрежения и токове, които удовлетворяват едновременно всички закони на електротехниката само в екстремалната точка. Това може да породни трудности понеже единият закон на Кирхоф се прилага формално; 5) Методиките за КВА включват в себе си синтезиране на системата за електрическо равновесие на изследваната верига по метода с основните закони, МКТ, МВП и други, а това повтаря изчислителните процедури на тези методи.

В. Преимущества на ВАПК.

1. Методът работи с функционал, включващ псевдомощностите на всички елементи на изследваната верига без този на базисния източник; 2) Методът се основава на формалното приложение на баланса на мощностите, които се удовлетворява във всяка точка на функционалното пространство. Това се постига чрез т.н. двойна параметризация - в дясната и лявата страна на балансовото уравнение за изследваната верига; 3) При анализа се въвеждат т.н. предавателни коефициенти, които могат да са безразмерни или такива с размерност $[\Omega]$ или $[S]$. Елементите на базисния източник се разглеждат с техните съпротивления (проводимости), които при изчисляване на първата вариация се възприемат като константи. Така се въвеждат нови величини и понятия при анализа на вериги; 4) Методът може да се комбинира с основните закони на електротехниката, МКТ, МВП, метода с променливите на състоянието и други. Той може да се приложи и в матрична форма; 5) В уравнението за баланса на мощностите всички псевдомощности се изразяват чрез един предавателен коефициент. Това води до възможността винаги да се постига графично решение чрез двумерна графика; 6) Методът е основан на принципа на минималното действие и води до едни от най-точните решения съгласно съвременните разбирания за функционален анализ; 7) Изследваната верига може да има смесени източници (на е.д.т. и е.д.н.), т.е. той е с универсално действие; 8) Методът може да се използва за изучаване на нови свойства на цели класове от изследвани вериги, особено що се отнася до свойствата на предавателните коефициенти и моментните съпротивления на елементите на веригата; 9) Методът може да се приложи за анализ на линейни и нелинейни електрически или магнитни вериги при постоянен или хармоничен режим или при изследване на преходни процеси, където могат да се прилагат и оптимизационни процедури за подобряване точността на решенията; 10) Методът е основан на базата на четири физикални теореми за електрически вериги; 11) Методът с предавателните коефициенти може да се прилага

самостоятелно без да се комбинира с вариационните техники.

Г. Недостатъци на ВАПК.

1. Методът може да се прилага за вериги с малък брой елементи, в противен случай функционалът става голям и по-труден за обработка; 2) Методът изисква по-голяма изчислителна работа в сравнение с КВА; 3) Все още методът се прилага рядко поради усложнените изчислителни процедури; 4) При този метод се работи с псевдомощности и виртуални напрежения и токове, които удовлетворяват едновременно всички закони на електротехниката само в екстремалната точка. Това поражда трудности, понеже единият закон на Кирхоф се прилага формално.

В. Заключение

На базата на направения сравнителен анализ между КВА и ВАПК става ясно, че ВАПК използва нов комплект междинни неизвестни величини при анализ на ЕВ – т.н. предавателни коефициенти, за разлика от КВА, в който се повтарят изчислителните процедури от известните методи за анализ на ЕВ. Недостатък на вариационните анализи е усложненото представяне на решенията, тъй като те се постигат чрез функционален анализ. Вариационните методи са пригодни за анализ на вериги с малък брой елементи. Ясно е, че при анализ на еднотипни вериги, функционалите на КВА са по-малки, тъй като се отчитат псевдомощностите само на пасивните елементи. Въпреки това вариационните методи са едни от най-точните методи, използвани при сложни режими на работа в ЕВ. Относно типа на източниците в изследваните ЕВ, то ВАПК може да се приложи за изследване на ЕВ с два вида източници, за разлика от КВА, където източниците в изследваната верига трябва да са еднотипни. Независимо от недостатъците на двата вариационни подхода, то те имат своето право на съществуване и теорията на веригите не отхвърля нито един от тях.

Литература:

1. Gibson A. A. P., Dillon B. M., Variational Solution of Lumped Element and Distributed Electrical Circuits, IEE Proc. – Sci. Meas. Technol., Vol. 141, № 5 September 1994, pp. 423-428.
2. Gibson A. A. P., Dillon B. M., The Variational Solution of Electric and Magnetic Circuits, Engineering Science and Education Journal, February 1995, pp. 5-10.
3. Andrei H., Spinei F., Cepisca C., Andrei P. C., Mathematical Solution to Solve the Minimum Power Point Problem for DC Circuits, IEEE Conf. Publ., 2010, pp. 1-6.
4. Andrei H., Andrei P.C., Oprea G., Botea B., Basic Equations of Linear Electric and Magnetic Circuits in Quasi-Stationary State Based on Principle of Minimum Absorbed Power and Energy, Proc. of Int. Symposium on Fundamentals of Electrical Engineering, University Politehnica of Bucharest, Romania, November 28-29, 2014, 6 p.
5. Panov E., Variation Method for Analysis of Electric Circuits, Proceeding of the Union of the Scientists - Varna, № 2, 1995, № 1, 1996, pp. 56-59. (in Bulgarian)
6. Panov E., Exploration on the Possibilities of the Variation Method for Analysis of Electric Circuits, Proceeding of the Union of the Scientists - Varna, № 2, 1995, № 1, 1996, pp. 60-62. (in Bulgarian)
7. Panov E., Computer-Aided Analysis of Electric Circuits by Variation Method, Proceeding of the XIth International Conference “Systems for Automation of Engineering and Research” and DECUS NUG Seminar (SAER’97), 20-21 September, Varna, 1997, pp. 227-231.
8. Panov E., New Approaches for Implementation of the Variation Method for Analysis of Electric Circuits, Int. Conf. “Days of the Science of Republic of Bulgaria and Republic of Macedonia”, 27-29 May 1999, Sofia, Bulgaria, pp. 348-361.
9. Panov E., Doneva M., Phasor Approach for Variation Analysis of Electric Circuits, XVIIIth International Scientific and Technical Conference “Electrical Power Engineering”-2014, 11-13 September 2014, Varna, Bulgaria, pp. 71-80.
10. Panov E., Doneva M., Exploration of the Possibilities for Variation Analysis of Complex Electric Circuits Combined with the Loop Analysis and the Nodal Approach, XVIIIth International Scientific and Technical Conference “Electrical Power Engineering”-2014, 11-13 September 2014, Varna, Bulgaria, pp. 81-88.
11. Panov E., Doneva M., Exploration of the Possibilities of the Method with the Transferring Coefficients Combined with the Variation Approach of Analysis Electric Circuits, Annual of the Technical University of Varna, 2014 Vol. I, pp. 79-84, ISSN: 1311-896X.
12. Panov E., Doneva M., Exploration of the Possibilities of the Variation Approach for Analysis of Transient Processes in Electric Circuits, XIVth International Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems – ELMA’2015, October 2015, Varna, Bulgaria, pp. 305-312.
13. Panov E., Doneva M., Exploration of the Possibilities for Analysis of Stationary AC Regimes in Non-Linear Electric Circuits by the Variational Approach, Proc. of International Scientific Symposium “Electrical Power Engineering 2016”, 6-8 Oct. 2016, pp. 121-128. ISBN 978-954-20-0762-3
14. Panov E., Doneva M., Variational Approach for Analysis of Transient Processes in Electric Circuits. Proceedings of the XIXth International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies SIELA’2016, 29 May – 1 June 2016, Bourgas, Bulgaria, pp. 242-245. (SCOPUS), IEEE Catalog Number: CFP1628Z-PRT, ISBN: 978-1-4673-9521-2
15. Panov E., Doneva M., An Overview of the Possibilities of the Variational Analysis for Exploration of Electric Circuits, Proceedings of 51st International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST’2016, 28-30 June 2016, Ohrid, Macedonia, pp.451-454. ISBN 978-9989-786-78-5.

16. Panov E., Doneva M., An Overview of the Possibilities of the Variational Analysis for Exploration of Electric Circuits, Journal of Communication and Computer, USA, Volume 14, Number 3, March 2017, pp. 142-147. DOI: 10.17265/1548-7709/2017.03.006, ISSN 1548-7709 (Print), ISSN 1930-1553 (Online), (reprinted from ICEST'2016)
17. Panov E., Doneva M., Exploration of the Possibilities of the Variational Approach for Analysis of Transient Processes in Electric Circuits, Vol. 9, 10, 2016, mag. "Elektrotechnika&Elektronika" (E+E), pp. 23-31. (reprinted from ELMA'2015), ISSN 0861-4717
18. Doneva M., Variational analysis of electric circuits, Auto-essay on PhD dissertation, Technical University of Varna, March 2018, 39 pages. (in Bulgarian)
19. Vasileva V., Analysis of Linear and Non-Linear Magnetic Circuits by the Variational Approach with the Transferring Coefficients, Proceedings of the Union of the Scientists - Varna, Series "Technical Sciences", Vol. 1, 2018, pp. 3-11. ISSN 1311-896X (in Bulgarian)
20. Vasileva V., Variational Approach with Transferring Coefficients for Magnetic Circuit Analysis, Proceedings of XIth Scientific Conference BulEF'2019, Varna, Bulgaria, 11-14 September 2019, 5 pages. (SCOPUS) (under review)

За контакти:

Емил Стефанов Барудов
ВВМУ „Н.Й.Вапцаров“, Варна, България
Катедра „Електротехника“
9000 Варна, ул. „Васил Друмев“ № 73
e-mail: ugl@abv.bg

For Contacts:

Emil Stefanov Barudov
"Nikola Vaptsarov" Naval Academy
Department "Electric Engineering",
9000 Varna, 73 Vasil Drumev str.,
Bulgaria
e-mail: ugl@abv.bg

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ХИБРИДНИТЕ ПАРАМЕТРИ НА АВТОТРАНСФОРМАТОРЕН ДИСКРЕТЕН РЕГУЛАТОР НА ПРОМЕНЛИВО НАПРЕЖЕНИЕ

Христо Александров Милушев

STUDY OF THE HYBRID PARAMETERS OF AUTOTRANSFORMER DISCRETE ALTERNATING VOLTAGE REGULATOR

Hristo Aleksandrov Milushev

Резюме: Настоящата статия е посветена на анализа на автотрансформаторен дискретен регулатор на променливо напрежение с активен товар, разглеждан като четириполюсник. Определени са хибридни параметри в хибридните матрици чрез използването на симулационен модел на регулатора в изчислителната среда на MATLAB, който включва четири полупроводникови комутационни елемента (тиристорни ключове), свързани с различните нива на изменение на входното захранващо напрежение, като отчита нелинейностите на регулатора. Получените резултати са проверени експериментално и е получено добро съпадение под 1%.

Ключови думи: автотрансформаторен дискретен регулатор на променливо напрежение, четириполюсник, хибридни параметри.

Abstract: The present paper is dedicated to the analysis of an autotransformer discrete alternating voltage regulator as a two-port with active load. The hybrid parameters of the hybrid matrices were determined by using a simulation model of the regulator in the environment of MATLAB, which includes four semiconductor commutation elements (thyristor switches), corresponding to the different levels of the input supply voltage and considers the nonlinearities of the regulator's circuit. The received results were experimentally verified and a good coincidence less than 1% was achieved.

Keywords: Autotransformer Discrete Alternating Voltage Regulator, Two-Port, Hybrid Parameters.

I. Въведение

Автотрансформаторните дискретни регулатори на променливо напрежение (АДРПН) намират широко приложение при регулирането на входното захранващо напрежение на битови консуматори с цел подобряване на качеството на електрическата енергия. Изследването на регулатори с подобно действие е обект на множество научни изследвания от страна на редица изследователи в продължение на дълъг период от време [1 - 36].

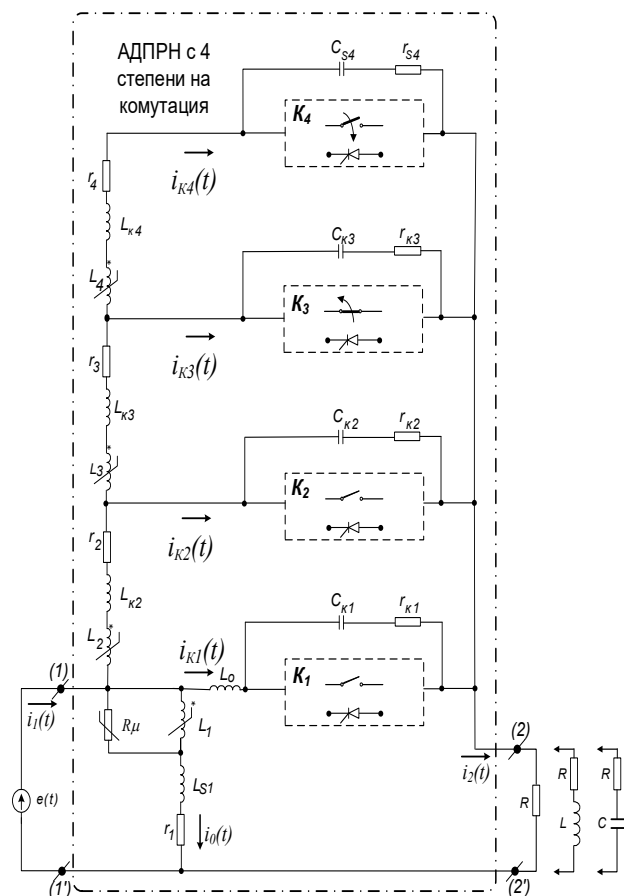
Цел на настоящата разработка е разглеждането на АДРПН с четири степени на превключване при различни нива на входното захранващо напрежение като четириполюсник (ЧП) и получаването на неговите хибридни параметри (Н-параметри) заедно с конкретните хибридни системи уравнения (Н-уравнения) при активен товар на изхода. Този вид параметри и уравнения са от важно значение, понеже разглежданите

устройства са обекти на силовата електроника.

На фиг. 1 е представена принципната схема на изследвания регулатор, който включва автотрансформатор, управляващ електронен блок, четири полупроводникови комутационни елемента $K_1 \div K_4$ (реализирани посредством мощни тиристори) и четири гасящи R-C групи.

За разглежданата схема на регулатора в предходни разработки са определени входните и изходните величини (токове и напрежение) при различни товари и стойности на входното захранващо напрежение чрез провеждане на симулационни и експериментални изследвания [4, 13, 14, 20, 21, 23, 33, 35, 36]. Симулациите за направени в изчислителната среда на MATLAB с използване на създаден нелинеен модел, като резултатите са сравнени с експериментални данни [16, 17, 18, 19, 24, 25]. В резултат на това е получено много

добро съвпадение между симулационните резултати и експерименталните данни.



Фиг.1. Схема на АДРПН с четири степени на превключване на входното напрежение.

При направените изследвания са отчетени параметрите на следните съставни блокове на регулатора:

- феромагнитната сърцевина на автотрансформатора;
- отделните секции на намотката;
- комутационните групи;
- гасящите R-C групи.

Освен това са отчетени и съществуващите нелинейности в АДРПН.

На фиг. 2 е представена заместващата схема на АДРПН, разглеждан като четириполусник, където:

- Входните клеми на четириполусника са (1) и (1');;
- Изходни клеми са (2) и (2');

- $\dot{I}_1$ и $\dot{U}_1$ са ефективните комплексни стойности на входния ток и входното напрежение;
- $\dot{I}_2$ и $\dot{U}_2$ са ефективните комплексни стойности на изходния ток и изходното напрежение;
- $\dot{E}_1$ е ефективната комплексна стойност на входното захранващо напрежение;
- Z_L е импедансът на комплексния товар.



Фиг.2. Схема на четириполусник при право предаване.

При направените разглеждания е възприето право предаване в ЧП. От интерес за практиката е определянето на хибридната система уравнения на четириполусника (така наречената Н-система уравнения) – система уравнения (1) при право предаване:

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = H_{11}\dot{I}_1 + H_{12}\dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 = H_{21}\dot{I}_1 + H_{22}\dot{U}_2 \end{cases} \quad (1)$$

Н-системата уравнения отразява връзката между ефективните комплексни стойности на входното напрежение $\dot{U}_1$ и изходния ток $\dot{I}_2$ и тези на входния ток $\dot{I}_1$ и изходното напрежение $\dot{U}_2$.

Параметрите на Н-системата уравнения могат да се изчислят чрез използване на входния импеданс на ЧП при два различни режима на изходните клеми: а) при празен ход по изход - тогава входният импеданс се означава като Z_{10} (уравнение (2)); б) при късо съединение по изход - тогава входният импеданс се означава като Z_{1K} (уравнение (3)):

$$Z_{10} = Z_{1-1'} \Big|_{Z_L=\infty} = Z_{ex} \Big|_{Z_L=\infty}, \quad (2)$$

$$Z_{1K} = Z_{1-1'} \Big|_{Z_L=0} = Z_{ex} \Big|_{Z_L=0}. \quad (3)$$

Връзката между импедансите Z_{10} и Z_{1K} и Н-параметрите е следната:

$$\begin{aligned} H_{11} &= Z_{1K} \\ H_{12} &= \frac{(Z_{10} - Z_{1K})(Z_{1K} \dot{I}_1 - \dot{U}_1)}{(Z_{1K} - Z_{10})\dot{U}_2} \\ H_{21} &= \frac{(Z_{1K} - Z_{10})\dot{I}_2}{(\dot{U}_1 - Z_{10}\dot{I}_1)} \\ H_{22} &= \frac{(\dot{U}_1 - Z_{1K}\dot{I}_1)\dot{I}_2}{(\dot{U}_1 - Z_{10}\dot{I}_1)\dot{U}_2} \end{aligned} \quad (4)$$

При анализа на АДРПН като ЧП е приложен метода на условната линеаризация в отделните четири степени на регулиране на входното напрежение на АДРПН.

II. Анализ и резултати

Изследван е АДРПН с активен товар, представен на фиг.1, който е разглеждан като ЧП при право предаване. Резултатите за ефективните комплексни стойности на входните и изходните токове и напрежение в експоненциална форма са представени в Табл. 1÷4.

Таблица 1. Входни и изходни токове и напрежения на ЧП при $U_1=E=200,1 \text{ V} \div 220 \text{ V}$, $R_L=3,4921 \text{ } \Omega$, K_1 -затворен.

Параметър	Стойност	
$E_1, \text{ V}$	220	200,1
$\dot{U}_1, \text{ V}$	$220e^{j0}$	$200,1e^{j0}$
$\dot{I}_1, \text{ A}$	$63,114e^{-j8,6681 \cdot 10^{-1^\circ}}$	$57,405e^{-j8,6681 \cdot 10^{-1^\circ}}$
$\dot{U}_2, \text{ V}$	$220e^{-j3,782 \cdot 10^{-15^\circ}}$	$200,1e^{-j3,782 \cdot 10^{-15^\circ}}$
$\dot{I}_2, \text{ A}$	$63e^{-j3,782 \cdot 10^{-15^\circ}}$	$57,301e^{-j3,782 \cdot 10^{-15^\circ}}$
$Z_{1-1'}, \text{ } \Omega$	$3,4857e^{j0,86681^\circ}$	

Таблица 2. Входни и изходни токове и напрежения на ЧП при $U_1=E=180,1 \text{ V} \div 200 \text{ V}$, $R_L=3,4921 \text{ } \Omega$, K_2 -затворен.

Параметър	Стойност	
$E_1, \text{ V}$	200	180,1
$\dot{U}_1, \text{ V}$	$200e^{j0}$	$180,1e^{j0}$
$\dot{I}_1, \text{ A}$	$69,02e^{-j2,0437^\circ}$	$62,152e^{-j2,0437^\circ}$
$\dot{U}_2, \text{ V}$	$219,1e^{-j1,5601^\circ}$	$197,3e^{-j1,5601^\circ}$
$\dot{I}_2, \text{ A}$	$62,741e^{-j1,5601^\circ}$	$56,498e^{-j1,5601^\circ}$
$Z_{1-1'}, \text{ } \Omega$	$2,8977e^{j2,0437^\circ}$	

Таблица 3. Входни и изходни токове и напрежения на ЧП при $U_1=E=160,1 \text{ V} \div 180 \text{ V}$, $R_L=3,4921 \text{ } \Omega$, K_3 -затворен.

Параметър	Стойност	
$E_1, \text{ V}$	180	160,1
$\dot{U}_1, \text{ V}$	$180e^{j0}$	$160,1e^{j0}$
$\dot{I}_1, \text{ A}$	$74,851e^{-j9,875^\circ}$	$66,576e^{-j9,875^\circ}$
$\dot{U}_2, \text{ V}$	$214,51e^{-j9,6522^\circ}$	$190,79e^{-j9,6522^\circ}$
$\dot{I}_2, \text{ A}$	$61,428e^{-j9,6522^\circ}$	$54,637e^{-j9,6522^\circ}$
$Z_{1-1'}, \text{ } \Omega$	$2,4048e^{j9,875^\circ}$	

Таблица 4. Входни и изходни токове и напрежения на ЧП при $U_1=E=150 \div 160 \text{ V}$, $R_L=3,4921 \text{ } \Omega$, K_4 -затворен.

Параметър	Стойност	
$E_1, \text{ V}$	160	150
$\dot{U}_1, \text{ V}$	$160e^{j0}$	$150e^{j0}$
$\dot{I}_1, \text{ A}$	$70,039e^{-j34,661^\circ}$	$65,662e^{-j34,661^\circ}$
$\dot{U}_2, \text{ V}$	$178,24e^{-j34,57^\circ}$	$167,1e^{-j34,57^\circ}$
$\dot{I}_2, \text{ A}$	$51,041e^{-j34,57^\circ}$	$47,851e^{-j34,57^\circ}$
$Z_{1-1'}, \text{ } \Omega$	$2,2844e^{j34,661^\circ}$	

На базата на получените резултати за входните и изходните токове на ЧП са определени стойностите на параметрите на Н-матриците в алгебрична и експоненциална форма за различните интервали на входно захранващо напрежение – Табл. 5÷8.

Таблица 5. Параметри на Н-системата при $U_1=E=200,1 \div 220 \text{ V}$, $R_L=3,4921 \text{ } \Omega$, K_1 -затворен.

Коефициент	Стойност	
$H_{11}, [\Omega]$	$-1,8093 \cdot 10^{-15} + j2,0275 \cdot 10^{-16}$	$1,8206 \cdot 10^{-15} e^{j173,61^\circ}$
H_{12}	$1 + j4,5275 \cdot 10^{-18}$	$1e^{j2,5941 \cdot 10^{-16^\circ}}$
H_{21}	$1 - j2,4784 \cdot 10^{-7}$	$1e^{-j1,4210 \cdot 10^{-5^\circ}}$
$H_{22}, [S]$	$-4,8751 \cdot 10^{-4} + j4,3401 \cdot 10^{-3}$	$4,3674 \cdot 10^{-3} e^{j96,409^\circ}$

Таблица 6. Параметри на Н-системата при $U_1=E=180,1 \div 200 \text{ V}$, $R_L=3,4921 \text{ } \Omega$, K_2 -затворен.

Коефициент	Стойност	
$H_{11}, [\Omega]$	$6,5611 \cdot 10^{-3} + j7,8834 \cdot 10^{-2}$	$7,9107 \cdot 10^{-2} e^{j85,242^\circ}$
H_{12}	$0,91025 + j3,7899 \cdot 10^{-5}$	$0,91025e^{j2,3856 \cdot 10^{-3^\circ}}$
H_{21}	$0,91007 + j5,8284 \cdot 10^{-4}$	$0,91007e^{j3,6694 \cdot 10^{-2^\circ}}$
$H_{22}, [S]$	$-3,1888 \cdot 10^{-4} + 2,2362 \cdot 10^{-3}$	$2,2588 \cdot 10^{-3} e^{j98,116^\circ}$

Таблица 7. Параметри на Н-системата при $U_1=E=160,1\div180V$, $R_L=3,4921\ \Omega$, K_3 – затворен.

Коефициент	Стойност	
$H_{11}, [\Omega]$	$1,454.10^{-2}+j0,4033$	$0,40356e^{j87,935^\circ}$
H_{12}	$0,82163-j1,224.10^{-5}$	$0,82163e^{-j8,5358.10^{-4}^\circ}$
H_{21}	$0,82162-j7,8637.10^{-6}$	$0,82162e^{-j5,4838.10^{-4}^\circ}$
$H_{22}, [S]$	$-3,3234.10^{-4}+j1,1198.10^{-3}$	$1,1681.10^{-3}e^{j106,53^\circ}$

Таблица 8. Параметри на Н-системата при $U_1=E=150\div160V$, $R_L=3,4921\ \Omega$, K_4 – затворен.

Коефициент	Стойност	
$H_{11}, [\Omega]$	$2,2863.10^{-2}+j1,2969$	$1,2971e^{j88,99^\circ}$
H_{12}	$0,72938-j2,7374.10^{-4}$	$0,72938e^{-j2,1504.10^{-2}^\circ}$
H_{21}	$0,72939-j2,4431.10^{-4}$	$0,72939e^{-j1,9191.10^{-2}^\circ}$
$H_{22}, [S]$	$-2,495.10^{-4}+j5,5516.10^{-4}$	$6,0865.10^{-4}e^{j114,2^\circ}$

От получените резултати за стойностите на Н-параметрите за четирите разгледани случая при различни стойности на входното захранващо напрежение може да се установи, че условието за взаимност на ЧП е изпълнено ($H_{12}\approx H_{21}$). За случая, когато ключът K_1 е затворен (в интервала $E=U_1=220V\div200,1V$), е изпълнено условието за симетричност на ЧП ($1 = -H_{11}.H_{22} + H_{12}.H_{21}$), докато при затворени ключове $K_2\div K_4$ ($E=U_1=200V\div150V$) това не е валидно и ЧП е несиметричен.

От получените данни могат да се определят следните зависимости относно Н-параметрите на АДРПН при намаляване на входното напрежение от 220V до 150V:

- Модулът на коефициента H_{11} нараства от $1,8206.10^{-15}\ \Omega$ до $1,2971\ \Omega$, а фазата му спада от $173,61^\circ$ до около $85\div89^\circ$;
- Модулът на коефициента H_{12} спада от 1 до 0,72938, а фазата му се изменя в границите от $-2,1504.10^{-2^\circ}$ до $2,3856.10^{-2^\circ}$;
- Модулът на коефициента H_{21} спада от 1 до 0,72938, а фазата му се изменя в границите от $-1,9191.10^{-2^\circ}$ до $3,6694.10^{-2^\circ}$;
- Модулът на коефициента H_{22} спада от $4,3674.10^{-3}\ S$ до $6,0865.10^{-4}\ S$, а фазата му се увеличава от $96,409^\circ$ до $114,2^\circ$.

Така получените Н-параметри бяха използвани за бързо изчисляване на ефективните стойности на величините I_1 , U_2 и I_2 при стойности за изходното товарно

съпротивление $R_L=35,552\ \Omega$; $11\ \Omega$; $5,5\ \Omega$; $3,4921\ \Omega$ в интервала на изменение на входното захранващо напрежение в диапазона $E=U_1=220V\div160V$ и по-конкретно при $E=220V$, $E=200V$, $E=180V$, $E=160\ V$. Получените експериментални резултати съвпадат с резултатите от проведените компютърни симулации с точност до 1%.

Сравнение между стойностите на входните и изходните величини на ЧП, получени чрез симулационни изследвания и физически експерименти, при няколко стойности на товарното съпротивление е представено в Табл. 9.

Таблица 9. Сравнение между експериментални и симулационни резултати.

Z_L, Ω	U_1, V	Симулации			Експеримент		
		I_1, A	I_2, A	U_2, V	I_1, A	I_2, A	U_2, V
115,79	160	2,6724	1,8908	218,94	2,69	1,9	220
61,798	160	4,9306	3,5397	218,75	4,94	3,56	220
35,552	160	8,4945	6,1401	218,29	8,45	6,16	219

III. Заключение

От получените резултати за изследвания АДРПН, разглеждан като ЧП, може да се направят следните изводи:

- При захранващо напрежение в интервала $E=U_1=220\div200,1V$, изследваният АДРПН може да се разглежда като симетричен ЧП, а за интервала $E=U_1=200V\div150V$, АДРПН трябва да се разглежда като несиметричен ЧП.
- Поради използването на метода с условна линеаризация в отделните интервали на изменение на входното захранващо напрежение, то за получените Н-матрици е в сила принципа на взаимността, т.е. $H_{12}\approx H_{21}$ независимо, че общия модел на АДРПН е нелинеен.
- Получените Н-системи уравнения при разглеждането на АДРПН като ЧП, позволяват бързо и точно определяне на входните или изходните параметри на тези устройства. Това улеснява изчислителните процедури при тяхното проектиране и практическо приложение.

Литература:

1. Barudov E., Barudov S., Panov E., Switching Process in a Step Voltage Regulator, Annual Proceedings of Technical University in Varna, Publisher: High-Technology Park – TU Varna Ltd., (Proc. of Sc. Conf. of TU-Varna, Oct. 2003), 2003, pp. 5–10. ISSN 1312-1839
2. Barudov E., Barudov S., Panov E., Commutation Processes in a Step Voltage Regulator, Annual Proceedings of Technical University in Varna, Publisher: High-Technology Park – TU Varna Ltd., (Proc. of Sc. Conf. of TU-Varna, Oct. 2003), 2003, pp. 738-743. ISSN 1311-896X (in Bulgarian)
3. Barudov E., Barudov S., Panov E., Study of the Transient Process Length in Step Voltage Regulator, “Acta Universitatis Pontica Euxinus”, Vol. 3, N. 1, 2004, pp. 91-96. ISSN 1312-1669
4. Barudov E., Barudov S., Panov E., Study of the Electrical Loading of Semiconductor Switching Elements in a Step Voltage Regulator, “Acta Universitatis Pontica Euxinus”, Vol. 3, N. 1, 2004, pp. 97-102. ISSN 1312-1669
5. Barudov S., Panov E., Study of the Switching Processes in a Step Voltage Regulator, Annual Proceedings of Technical University of Varna, 2004, pp. 111-116. ISSN 1312-1839
6. Barudov S., Panov E., Exploration on the Switching Processes in a Step Voltage Regulator, Annual Proceedings of Technical University of Varna, 2004, pp. 313-318. ISSN 1311-896X (in Bulgarian)
7. Barudov S., Panov E., Study of the Loading of the Switching Elements in a Step Voltage Regulator, Annual Proceedings of Technical University of Varna, 2004, pp. 117-122. ISSN 1312-1839
8. Barudov S., Panov E., Exploration on the Loading of the Switching Elements in a Step Voltage Regulator, Annual Proceedings of Technical University of Varna, 2004, pp. 319-324, ISSN 1311-896X (in Bulgarian)
9. Barudov S., Panov E., Influence of the Character of Loading over the Duration of the Commutation Processes in a Step-Voltage AC Regulator, Scientific Conference “Information, Innovation, Investment”, Perm, Russia, 2004, pp. 134-138. ISBN 5-93978-024-5 (in Russian)
10. Barudov S., Panov E., About Some Parameters of the Commutation Process in Step-Voltage AC Regulator, Conference “Information, Innovation, Investment”, Perm, Russia, 2004, pp. 138-143. ISBN 5-93978-024-5 (in Russian)
11. Barudov S., Barudov E., Discrete Alternating Current Regulators and Stabilizers, Technical University – Varna, 2005, 127 pages (monograph). ISBN 954-20-0306-6
12. Barudov S., Barudov E., Discrete Alternating Current Regulators and Stabilizers, Technical University – Varna, 2005, 127 pages (monograph). ISBN 954-20-0298-X (in Bulgarian)
13. Barudov S., Panov E., Switching Processes in a Step Voltage Regulator, “Acta Universitatis Pontica Euxinus”, Vol. 4, N. 1, 2005, pp. 21-25. ISSN 1312-1669
14. Barudov S., Panov E., Barudov E., Parameters of the Commutation Process in a Step-Voltage AC Regulator, Proceedings of Sankt Petersburg Institute for Qualification Promotion “Methods and Tools for Estimation of the State of Power Equipment”, Vol. 25, Sankt Petersburg, Russia, 2005, pp. 67-76. UDK 621.3.048; 621.315.62; BBK 31.264-04 (in Russian)
15. Barudov S., Barudov E., Discrete Alternating Current Regulators and Stabilizers, Sofia-Moscow, Pensoft, 2006, 127 pages (monograph). ISBN 978-954-642-276-7
16. Barudov E., Panov E., Barudov S., Exploration of a Precise Non-linear Model of Autotransformer Discrete Voltage Regulator with Semiconductor Commutation Elements, Annual of the Technical University of Varna, 2007, pp. 3-9. ISSN 1311-896X (in Bulgarian)
17. Panov E., Barudov E., Barudov S., Improved Algorithm for Analysis of Precise Non-linear Model of Autotransformer Discrete Voltage Regulator with Semiconductor Commutation Elements, Annual of the Technical University of Varna, Vol. I, 2009, pp. 47-52. ISSN: 1311-896X (in Bulgarian)
18. Panov E., Barudov E., Barudov S., Automated Computer Programme AVTO for Simulation of the Processes in Autotransformer Discrete AC Regulators, Annual of the Technical University of Varna, Vol. I, 2009, pp. 53–58. ISSN: 1311-896X (in Bulgarian)

19. Barudov E., Panov E., Barudov S., Analysis of Electrical Processes in Alternating Voltage Control Systems, 12th International Symposium “Materials, Methods & Technologies (MMT)”, 11-15 June 2010, Sunny Beach, Bulgaria, published in Journal of International Scientific Publications: Materials, Methods & Technologies, Volume 4, Part 1, 2010, pp. 154–181. ISSN: 1313 2539, <http://www.science-journals.eu>
20. Barudov S., Panov E., Barudov E., Analysis of the Electrical Processes in Discrete AC Regulator with Resistive - Capacitive Load, Proceedings of the International Scientific Conference “Electrical Power Engineering - 2010”, 14-16 October 2010, Varna, pp. 332-341. ISBN 978-954-20-0497-4
21. Barudov E., Panov E., Barudov S., Analysis of the Electrical Processes in Discrete AC Regulator with Resistive - Inductive Load, Annual of the Technical University of Varna, Vol. II, 2010, pp. 30–35. ISSN 1311-896X (in Bulgarian)
22. Barudov E., Panov E., Barudov S., Comparative Exploration of the Commutation Processes in Autotransformer Discrete Step-Voltage Regulator, ELMA’2011, October 2011, Varna, Bulgaria, pp. 55-60. ISSN 1313-4965 (in Bulgarian)
23. Barudov E., Panov E., Barudov S., Commutation Processes in Autotransformer Discrete Step-Voltage Regulator with Reactive Loads, Annual of the Technical University of Varna, Vol. I, 2011, pp. 3-8. ISSN: 1311-896X (in Bulgarian)
24. Panov E., Barudov E., Barudov S., Vector Analysis and Comparative Valuation of Precise and Approximate Non-Linear Models of Discrete Regulator with Reducing Input AC Voltage, Proceedings of XLVIIIth International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies ICEST’2013, 26-29 June 2013, Ohrid, Macedonia, Volume 2, pp.771-774. ISBN 978-9989-786-89-1
25. Barudov S., Panov E., Barudov E., Exploration of the Sensitivity of Models of Discrete AC Regulator, Marine Scientific Forum, Electronics, Electrical Engineering and Automation. Informatics., Naval Academy “N. Y. Vaptsarov”, Vol. 4, 2013, pp. 97-103. ISSN 1310-9278 (in Bulgarian)
26. Barudov S., Barudov E., Panov E., Exploration of the Peculiarities of the Commutation Processes of Discrete AC Voltage in Regime of Non-synchronized Commutation, Marine Scientific Forum, Electronics, Electrical Engineering and Automation. Informatics., Naval Academy “N. Y. Vaptsarov”, Vol. 4, 2013, pp. 104-109. ISSN 1310-9278 (in Bulgarian)
27. Panov E., Barudov E., Barudov S., Error Analysis of the Vector Analysis and the Vector Measurements in Autotransformer Discrete AC Regulator, Jubilee Scientific Conference “50 Years Department ETET”, 4-5 October 2013г., Varna, Bulgaria, Annual of the Technical University of Varna, Vol. I, 2013, pp. 180-184. ISSN: 1311-896X (in Bulgarian)
28. Panov E., Lilianova I., Doneva M., Vasileva V., Barudov E., Karaivanov H., Ganev Z., Analysis and measurement of vector quantites in the teaching process of the students from the electrical specialties in TU-Varna on Theoretical Electrical Engineering, Jubilee Scientific Conference “50 Years Department ETET”, 4-5 October 2013, Varna, Bulgaria, Annual of the Technical University of Varna, Vol. I, 2013, pp. 31-36. ISSN: 1311-896X (in Bulgarian)
29. Panov E., Lilianova I., Doneva M., Vasileva V., Barudov E., Karaivanov H., Ganev Z., Analysis and measurement of secondary complex parameters in the teaching process on Theoretical Electrical Engineering, Annual of the Technical University of Varna, Vol. III, 2013, pp. 45-50. ISSN: 1311-896X (in Bulgarian)
30. Barudov E., Barudov S., Panov E., Ivanova M., Discrete Stabilizer of AC Voltage, Patent BG1727 U1 /07.08.2013. (in Bulgarian)
31. Barudov E., Barudov S., Panov E., Discrete Stabilizer of AC Voltage, Patent BG1879 U1 /12.05.2014. (in Bulgarian)
32. Barudov E., Exploration and Analysis of the Electrical Processes in Circuits and Devices for Discrete Regulation on the Magnitude of AC Voltage, Auto-essay on PhD dissertation, Nikola Vaptsarov Naval Academy, Varna, 2014, 31 pages. (in Bulgarian)

33. Panov E., Barudov E., Ivanova M., Exploration of the Electric Processes in Discrete Alternating Step-Voltage Regulators, Proceedings of the XXth International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies SIELA'2018, Bourgas, Bulgaria, 3-6 June 2018, pp. 325–328. (SCOPUS) ISBN 978-1-5386-3418-9.
34. Ivanova M., Exploration of the Efficiency of Autotransformer Discrete Alternating Voltage Regulators, Proceedings of the Union of the Scientists - Varna, Series “Technical Sciences”, Vol. 1, 2018, pp. 21-29. ISSN 1311-896X
35. Panov E., Barudov E., Ivanova M., Study of the Electrical Characteristics of Autotransformer Discrete Alternating Voltage Regulators with R-L Loads, Proceedings of the XVI-th International Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems ELMA'2019, Varna, Bulgaria, 2019, pp. 321-325. (SCOPUS) ISBN 978-1-7281-1412-5, IEEE Catalog Number CFP19L07-USB
36. Panov E., Barudov E., Ivanova M., Exploration of the Two-Port Parameters of Autotransformer Discrete Alternating Voltage Regulators, Proceedings of XIth Scientific Conference Bulef'2019, Varna, Bulgaria, 11-14 September 2019, 4 pages. (SCOPUS) (under review)

За контакти:

Христо Александров Милушев
ВВМУ „Н.Й.Вапцаров“, Варна,
България
Катедра „Електротехника“
9000 Варна, ул. „Васил Друмев“ № 73
e-mail: h.milushev@nvna.eu

For Contacts:

Hristo Aleksandrov Milushev
"Nikola Vaptsarov" Naval Academy
Department "Electric Engineering",
9000 Varna, 73 Vasil Drumev str.,
Bulgaria
e-mail: h.milushev@nvna.eu

МЕХАНИЧНИ ИЗПИТВАНИЯ НА ЗАХВАТИ (ПРИМКИ) ОТ ЛЕНТИ ИЗРАБОТЕНИ ОТ СИНТЕТИЧНИ МАТЕРИАЛИ (ПОЛИЕТИЛЕН, ПОЛИАМИД, ПОЛИЕСТЕР)

Пл. Н. Петров, Р. Б. Касабов

Abstract: MECHANICAL TESTING OF SLINGS (LOOPS) OF BELTS MADE OF SYNTHETIC MATERIALS (POLYETHYLENE, POLYAMIDE, POLYESTER)

Textile belts made of polymer-based non-metallic materials have various applications: lashing and lifting of loads, safety belts, various elements of rock climbing equipment, mountaineering, extreme sports, etc.

In this paper the authors aim to compare the breaking strength of the slings (loops) of textile belts from two different manufacturers with different sewing options practice in terms of the number of seams in sewing and sewing methods, the belts being used in the activities of Adrenaline Club, Varna.

Keywords: non-metallic materials, textile belts, polyester, polyamide, tear strength

Въведение

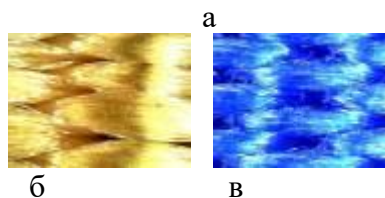
Текстилните ленти от неметални материали на полимерна основа се използват с различни приложения: укрепване и повдигане на товари, предпазни колани, различни елементи от екипировката при скално катерене, алпинизъм, екстремни спортове и др. Различни производители предлагат множество варианти текстилни ленти от синтетични материали, като най-широко разпространение са получили лентите от полиамид, полиестер и полиетилен [6]. Лентите от различни материали са често сравнявани по основните им характеристики, сред които, силата на разрушаване (разкъсване), устойчивостта срещу ултравиолетови лъчения, абсорбирането на влага, прерязване от остри ръбове, температуроустойчивост, товароносимост при различни начини на свързване и др. В настоящата работа авторите си поставят за цел да сравнят силата на разрушаване на примки от текстилни ленти от два различни производителя, при използването на различни варианти на пришиване по отношение на брой използвани шевове при пришиването и начин на пришиване, използвани в дейността на Клуб „Адреналин“ гр. Варна.

Производителите на ленти от синтетични материали предлагат ленти с различни видове оплетки фиг.1 [1]. Подложените на изпитване ленти са с различна оплетка, като едната лента с жълто-черна окраска е по-плътна

изтъкана, а другата в синя окраска е с по малка плътност фиг. 2.

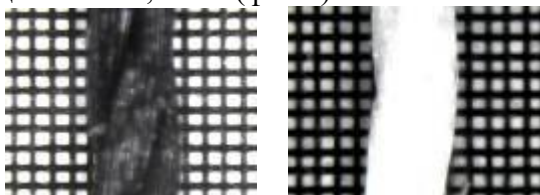


Фиг. 1. Текстилни ленти с различни видове оплетка []



Фиг. 2. Текстилни ленти обект на изследването: а) общ вид; б) макроструктура на по-плътна изтъканата лента с жълто-черна окраска; в) макроструктура на лентата със синя окраска.

Подготвените основни серии от примки са пришити с конец от полиамид с черен или бял цвят с дебелина 0,4 mm (фиг.3)



а

б

Фиг. 3 Конци за пришиване на захватите на фона на контролна мрежа с квадрат 0,1x0,1 mm: а) черен конец използван при пришиването на жълто-черната лента; б) бял конец използван при пришиването на синята лента.

Методика

Подготвени предварително примки по указания на клуб “Адреналин”, пришити с различен брой шевове бяха изпитани с помощта на универсална машина за механични изпитвания ZDM-5, като при захващането бяха използвани шегели, а първоначално и куки (фиг.4). Варианти на разкъсване на примките в шевове (през конците) и през лентата са описани в [2]



а

б

Фиг. 4 Универсална машина за механични изпитвания ZDM-5

а) ZDM-5-общ вид;

б) приспособления за захващане.



Фиг. 4 Метални куки след натоварване около 1000 kg (с изправени краища)

В хода на изпитването на опън бе установено, че подбраните куки са с недостатъчна якост на огъване и се изправят при приложено усилие около 1000 kg (фиг.5), поради което бе променен начинът на захващане, т.е. без куки, директно за шегелите, с помощта на плоски челюсти (фиг.6). Изпитванията са проведени при скорост на движение на челюстите 30 mm/min. Общ вид на пробните тела с 3 и с 6 шева е показан на фиг.7.



а

б

Фиг. 6 Начини за захващане: а) с метални куки и кръгли челюсти; б) директно за шегелите с плоски челюсти



а

б

Фиг. 7 Пробни тела от лентата с жълто-черна окраска преди изпитването: а) с 3 шева; б) с 6 шева

Резултати

Получените стойности за приложена сила при разкъсване и мястото на разкъсване за лентата с жълто-черна окраска са показани в табл.1.

Лентата е с ориентировъчни размери 24,5 x 2,7 mm, с помощта на които (т.е. при $s_0 = 66,15 \text{ mm}^2$) е определена условна якост на опън, за случая когато разрушаването е в лентата.

Резултатите от изпитването на захвати (примки) от лента със синя окраска са показани в табл.2.

Ориентировъчните размери на лентата в синя окраска са 26x2,5 mm, т.е, условна якост на опън е определена при използване на $s_0=65 \text{ mm}^2$.

Табл.1 Сила на разрушаване на изпитваните захвати (примки) от лентата с жълто-черна окраска при изпитване на опън

№ на образеца	Брой шевове	F kN	R _m * MPa	Място на разкъсване
Серия 1				
1	6	24,8	-	шевовете
2*	6	22,9	-	шевовете
3		15,5	385	лента
4*		11,2	-	шевовете
5	6	21,8	-	шевовете
Средн		13,2	-	
Серия 2				
1*	3	1,1	-	шевовете
2	3	1,5	-	шевовете
Средн				
единичен друг начин на				
1	3	16,1	-	шевовете

Табл.2 Сила на разрушаване на изпитваните захвати (примки) от лентата със синя окраска при изпитване на опън

№ на образеца	Брой шевове	F kN	R _m * MPa	Място на разкъсване
Серия 1				
1	3	13,7	211	лента
2	3	13,7	211	лента
3	3	11,8	-	шевовете
Средн		13,1	211	
единичен друг начин на				
1	3	1,2	-	шевовете

Единичният образец от лентата със синя окраска е пришит от едната старна с един шев, но с конец с по-голяма дебелина от 0,4 mm, а от другата страна с три шева, с конец с по-малка дебелина от 0,4 mm.

Проби след разрушаване на примките от синтетични ленти по двата споменати начина –през шевове и през лентата са показани на фиг. 8 ,фиг.9 и фиг.10.



Фиг. 8. Примки след изпитването: а) от лентата с жълто-черна окраска разкъсана през шевове; б) от лентата с жълто-черна окраска разкъсана през лентата; в) от лентата със синя окраска разкъсана през шевове; г) от лентата със синя окраска разкъсана през лентата.



Фиг.9. Примки от лентата с жълто-черна окраска след изпитването: а) с тройно застъпване; б) с двойно застъпване.



Фиг.10. Примка от лентата със синя окраска изпълнена с различен брой шевове – един шев с дебел конец в лявата част и три шева с тънък конец в дясната след изпитването

Анализ на получените резултати:

Сравняването на получените резултати по отношение сила при разкъсване на лентите от които са изработени изпитваните примки, показва, че по плътно изтъканата лента с жълто-черна окраска е с по-добри якостни характеристики от по-свободно изтъканата лента със синя окраска. Пресметнатата и условна якост на опън по стойност е близка до якостта на опън на ниско въглеродни стомани. Допълнително доказателство за това е и изправянето на металните куки при първоначалната схема подбрана за изпитване. При тази лента (с жълто-черна окраска) изработените примки с 6 шева по сила на разкъсване се доближават до силата на разкъсване на самата лента. Малката разлика би могла да се компенсира с добавянето на 7-ми шев. При изпитване на серията изпълнена с три шева, разкъсването на примките е за сметка на разкъсване на конците на шевове, като това става при значително по-малко усилие от необходимото за разкъсване на самата лента. Изпълнените по този начин примки – с двойно застъпване и с по три шева не осигуряват използването на пълният якостен потенциал на лентата. При примката изпълнена с три шева но с тройно застъпване е постигнат резултат аналогичен на изпълнените с 6 шева, но тройното застъпване изисква използването на по-голяма дължина лента за изработването на примки с еднаква дължина. Предпочитането на двойно застъпване с 7 шева или тройно с три, изисква допълнително да бъде извършен икономически анализ, както и механично изпитване на по-голяма серия пробни тела за да бъде потвърден полученият резултат.

При изпитването на примки от лентата със синя окраска бе установено, че при изработване на примките с три шева, с конец с дебелина 0,4 mm постигаме достатъчна здавина на връзката, така че в повечето случаи разкъсването да става в лентата, т.е. три шева тук са достатъчни за да използваме якостния потенциал на лентата в синя окраска.

Увеличаването на дебелината на конца при последния опитен образец се оказва ефективно, като един шев с конец с

диаметър по-голям от 0,4 mm в случая превъзхожда якостно три шева изпълнени с конец с диаметър по-малък от 0,4 mm. Изборът за изработване на примки с един шев, но с конец с дебелина над 0,4 mm също изисква допълнителни изпитвания на по-големи серии образци за да се гарантира достоверността на получените резултати.

Изводи:

1. По-плътно изтъканата текстилната лента от синтетичен материал в жълто-черна окраска следва да бъде предпочитана пред по-свободно изтъканата лента в синя окраска при изработването на примки от алпинистко оборудване, тъй като по-необходима сила за разрушаване превъзхожда синята с над 1000 kg. Препоръчителният брой шевове при изработването на примки с двойно застъпване на лентата е 6-7 шева на всяка старна.
2. Изработването на примки с тройно застъпване на лентата в крайщата позволява броят на захващащите шевове да бъде намален.
3. По-свободно изтъканата лента в синя окраска следва да бъде предпочитана за примки при очаквани по-леки натоварвания, като в случая при изработването им са достатъчни три захващащи шева на страна. По размери и специфично тегло лентата отговаря на посочените за нея данни в каталога на производителя [7], но е със 100-150 kg по-ниска сила на разкъсване спрямо посочената по каталог за плоска лента с ширина 26 mm- 1500 daN (15 kN), което може да се дължи на абсорбирана влага от полиамидните влакна при транспорта и съхранението и в складови помещения.
4. Изборът на захващане на лентите с един шев на старана при синята лента или с тройно застъпване на жълто-черната изисква допълнителни изпитвания на по-големи серии от проби.
5. Предвид, че изработването на примки от синтетични материали на полимерна основа предполага различна чувствителност към стареене и различна хигроскопичност на използваните материали [3, 4], следва да се препоръча на механични изпитвания да бъдат подложени и серии от примки след различна продължителност на експлоатация, както и

след по-продължителни престой в условия на повишена влажност.

Литература:

1. <https://www.linkedin.com/showcase/polyester-mesh-belts>;

2. Michniuk P., Ferretti M., Ford J., *Tensile Testing of Textiles*, Mechanical Engineering Department, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, 2016;

3. Arshad Kh., Mujahid M., *Biodegradation of Textile Materials*, Degree of Master in Textile Technology, The Swedish School of Textiles, Report no: 2011.7.8, 2011-05-08 ;

4. Ueland M., Howes J. M., Forbes Sh. L., Stuart B.H., *Degradation patterns of natural and synthetic textiles on a soil surface during summer and winter seasons studied using ATR-FTIR spectroscopy*, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 185 (2017) 69–76

5. Parmar Sh., Malik T., *Application of Textiles In Automobile*, Department of Textile Technology, Shri Vaishnav Institute of Technology and Science, Baroli (Indore-Sanwer Road), Distt: Indore (M.P), India, Pin-453331 See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/326508226>

6. Peterson A. , *Separation and Characterization of Textile Fibers and Blends*, Department of Chemistry and Chemical Engineering CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY Gothenburg, Sweden 2015

7. https://pro.beal-planet.com/img/cms/BEAL_WORKBOOK_PRO_2018_GB.pdf -каталог на производителя на синята лента

За контакти:

9010 Варна, ул. “Студентска”1А
Технически университет-Варна,
Катедра МТМ,
доц. д-р Пламен Недков Петров
тел.:0878148152
е-mail: petpl@abv.bg

За контакти:

9000 Варна, ул. Батак 7, гр. Варна
Клуб „Адреналин“
Росен Божидаров Касабов
тел.:0888833199
е-mail: adrenalin@bungy.bg
www.adrenalin.bg

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ПОТИСКАНЕ НА ХАРМОНИЦИТЕ ПРИ РАБОТА НА ИНТЕГРИРАЩ ТЕНЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛ ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА СИЛИ И МОМЕНТИ В ПРЕЦИЗНОТО ЗЕМЕДЕЛИЕ

Свилен Стоянов, Десислава Михайлова, Снежинка Захариева, Аспарух Атанасов

Резюме: В настоящия доклад е показана възможност за намаляване на хармоничните съставки на основната честота на двустранен интегриращ измервателен тензопреобразувател, работещ по метода на разгъващото право преобразуване. Изследвани са трептенията при нулево натоварване на тензодатчиците. За локализиране нивото на хармоничните трептения е извършен спектрален анализ. Разработена е схема на режекторен филтър, работещ в измервателните диапазони на преобразователя. Схемата е симулирана в MultiSim и на базата на получените резултати е разработена експериментална постановка. Получените резултати са представени в табличен и графичен вид, като са направени и съответните изводи.

Ключови думи: измервателен преобразувател, моделиране, режекторен филтър, тензодатчици, хармонични трептения

Abstract: The current report presents a technical solution for reduction the undesired harmonics within the spectrum of a bidirectional integrating measuring transducer operating by the straight-line conversion method. The output signal from the device has been investigated at zero load of the strain gauges. Spectral analysis is performed and the level of the significant harmonics is examined. A supplementary scheme of a band stop filter is proposed with relevant bandwidth. The scheme is simulated in MultiSim and an experimental system is developed based on the results obtained. The final effect on the spectrum is reported and the relevant conclusions are drawn.

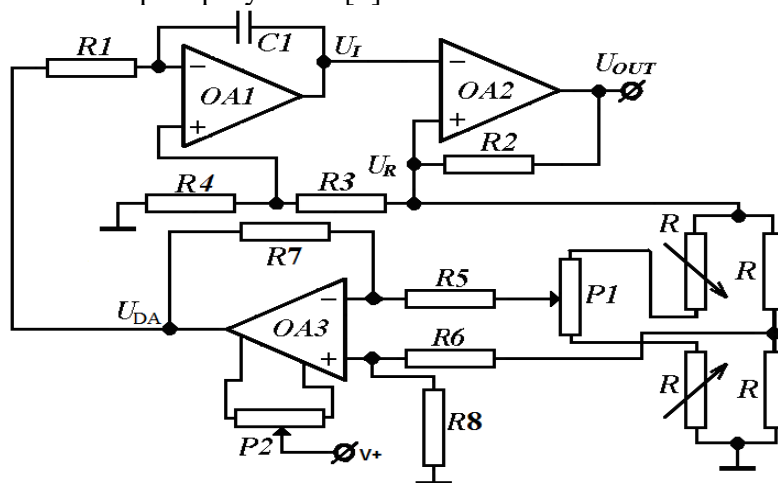
Key words: Band stop filter, Measuring transducer, Significant harmonics, Simulation Models, Strain Gauges.

I. Въведение

Интегриращи тензопреобразуватели са специфичен клас измервателни устройства, работещи по метода на разгъващото право преобразуване. [1]. Характерно за тях е наличието на базова честота, която при работа се изменя в зависимост от механичното натоварване на тензодатчиците. Те се използват за измерване на механични сили и моменти, основно в машиностроенето, металообработването, прецизното земеделие и мн.др [5].

На фиг. 1 показана схемата на двустранен интегриращ измервателен преобразувател [2].

Схемата се състои от интегратор, реализиран с ОА1, компаратор реализиран с ОА2 и диференциален усилвател, реализиран с ОА3. Тензосъпротивителните датчици R са свързани в уитстонов мост, като на схемата е показана и симулационната декада P1, необходима за симулиране работата на преобразователя със стъпка 0,1 Ω . С R3 и R4 е реализиран делител на напрежение, с който се определя скока по задния фронт на изходните импулси от компаратора - времедиagramата – фиг.2.



Фиг.1. Принципна схема на интегриращ измервателен тензопреобразувател

Уравнението на преобразуване е следното (1) [2]. Първата част на уравнението определя началната честота, която зависи от времеконстантата τ на интегратора ОА1 и коефициента на делителя на напрежение β , а втората част от изменението на относителното натоварване на тензодатчиците и коефициента на усилване на диференциалния усилвател kDA.

$$F = \frac{1}{T} = \frac{\beta}{4\tau_i(1-\beta)} + \frac{k_{DA}}{8\tau_i(1-\beta)} \delta R \quad (1)$$

При изправянето и филтрирането на напрежението, с което се захранват операционните усилватели на преобразувателя е необходимо да се отчитат освен пулсациите на изправеното напрежение [4], а и случайните и шумовите сигнали, предизвикани от релаксационния генератор на измервателния преобразувател.

За устойчива работа на преобразувателя е желателно потискане на хармоничните трептения, тъй като те не са носители на информация, т.е. те не участват в уравнението на преобразуване.

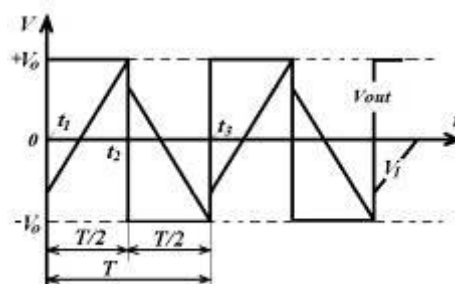
Филтрирането на изходното напрежение може да се извърши по различни начини, при спазване на съответните изисквания и ограничения към схемата на преобразуване, а именно:

- Обезпечаване на двуполярно захранващо напрежение на операционните усилватели на филтрите $\pm 2,5V$.
- Обезпечаване на висока линейност на изменението на изходната честота, предизвикана от изменението на съпротивлението на тензодатчиците в честотен диапазон 600 Hz - 2.6 kHz
- Обезпечаване на висока скорост на нарастване на изходното напрежение на операционните усилватели на филтрите, недопускане изкривяването и заоблянето на фронтите на изходните импулси.

За обезпечаване на тези изисквания, при отчитане на ограниченията от страна на измервателния преобразувател, най-подходящо е използването на активни режекторни филтри, изградени на база на операционни усилватели.

Предимствата при използването филтри на този клас са:

- гъвкавост при проектиране - възможности да добавяне на различни компоненти, схеми за електронно управление;
- добре позната теоретична основа за анализ.
- приложение за потискане нивото на шумови сигнали в захранването на ОУ в състава на датчици.



Фиг.2. Времедиаграми на преобразувателя

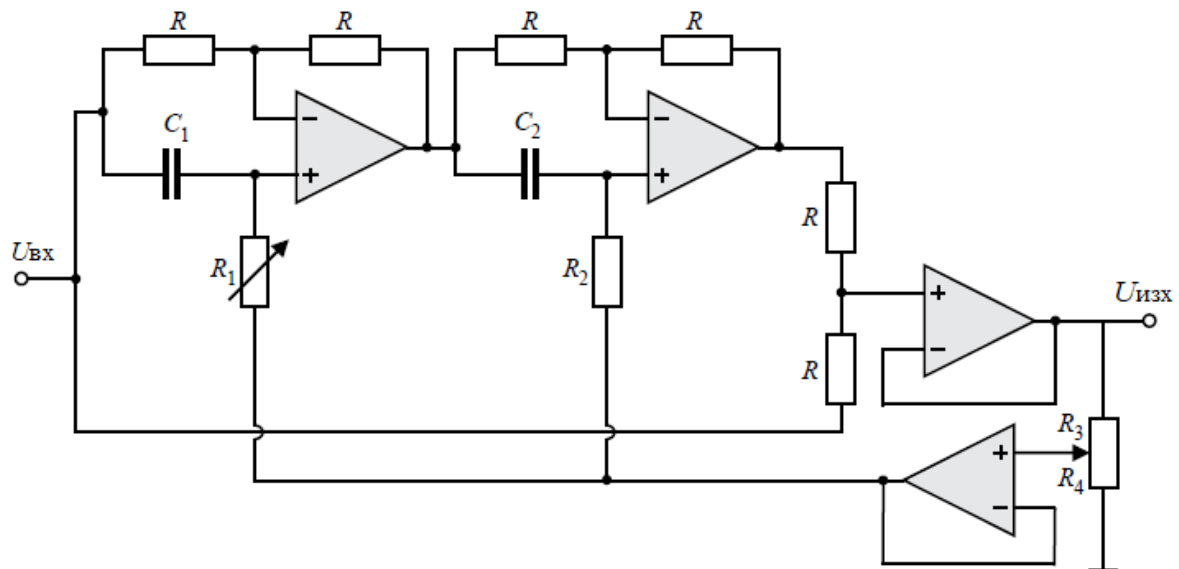
На фиг. [3] е показана схемата на активен филтър от втори ред, който удовлетворява изискванията на интегриращия тензопреобразувател. Схемата съдържа 4 операционни усилвателя, с които са реализирани два фазови филтъра с времеконстанти C1R, C2R, повторител и модул за регулиране нивото на потискане и честотната лента посредством потенциометър R3R4.

С този вариант на активен филтър от фиг. 3, е възможно потискане с около - 30 dB на шумови сигнали, попадащи в лентата на задържане на филтъра.

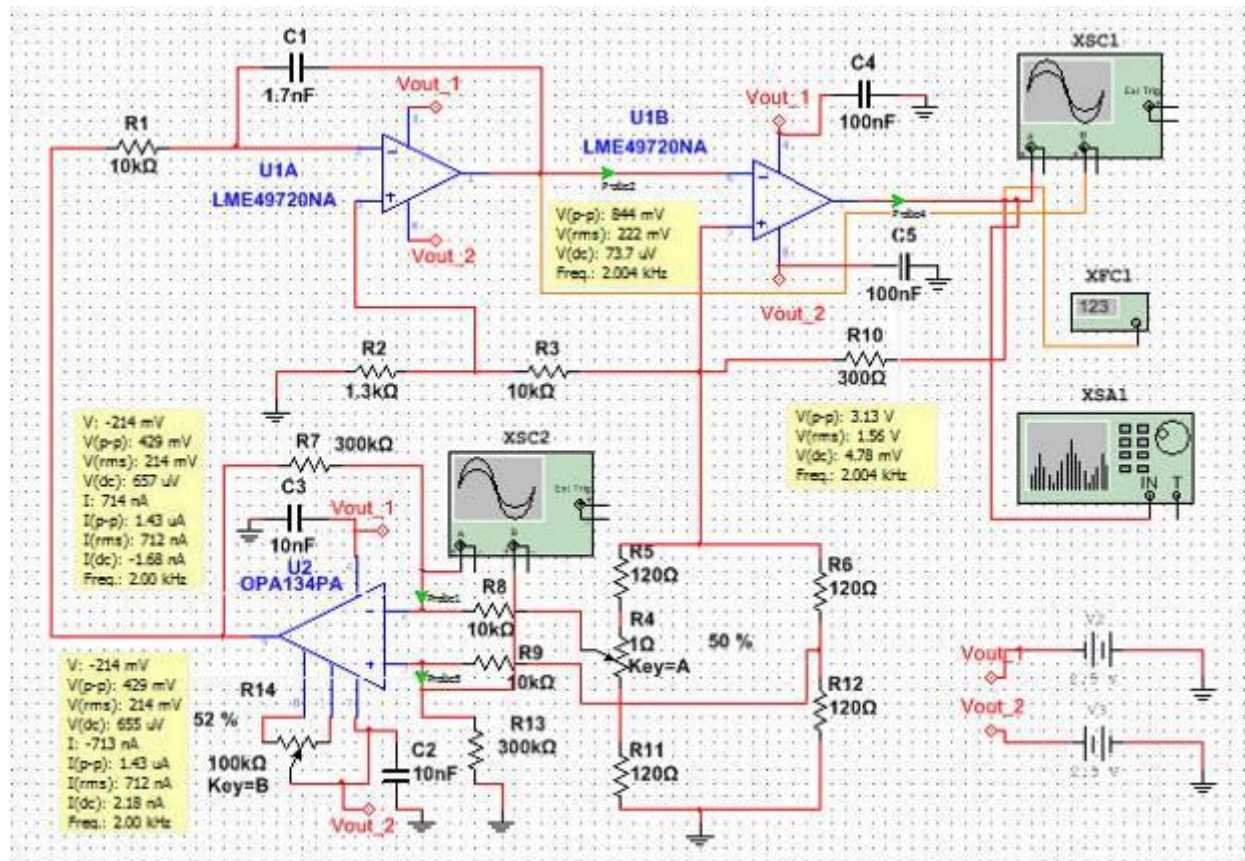
II. Изложение

1. Моделиране работата на преобразувателя

Моделирането работата на интегриращ тензосъпротивителен преобразувател без филтриращия модул е извършено в среда на MULTISIM – фиг.4. Изследвана е работата на преобразувателя при захранващо напрежение $\pm 2,5V$ и нулев разбаланс на тензодатчиците



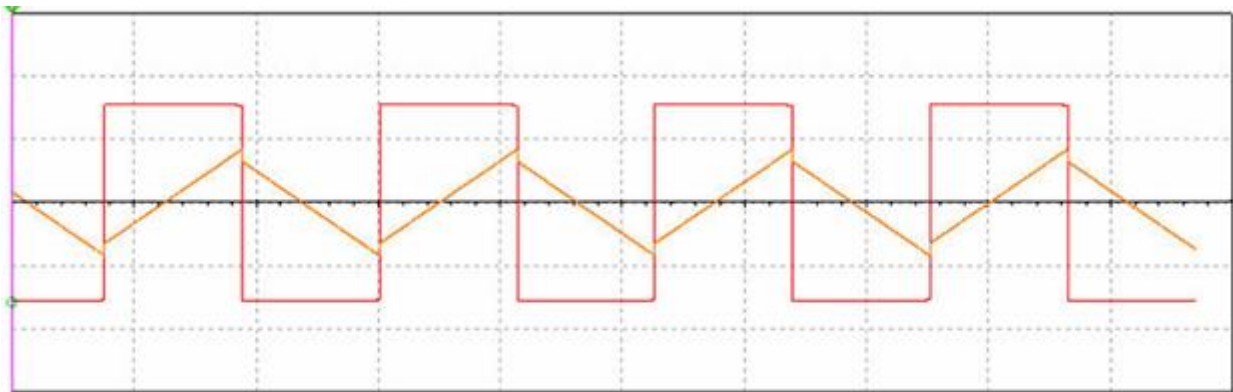
Фиг.3. Принципна схема на активен режекторен филтър



Фиг.4. Симуляционен модел на работата интегриращ тензосъпротивителен преобразувател при нулев разбаланс.

Използвани са прецизни операционните усилватели (ОУ): на интегратора и компаратора е интегралната схема LME49720NA [6] (два ОУ в един корпус), а за диференциален усилвател е избран

ОРА134РА [7]. Допълнителното изравняване на стойностите на напреженията на двата входа на диференциалния усилвател при нулево натоварване на тензодатчиците се извърши с тример-потенциометъра Key=B и двулъчев осцилоскоп XSC2.

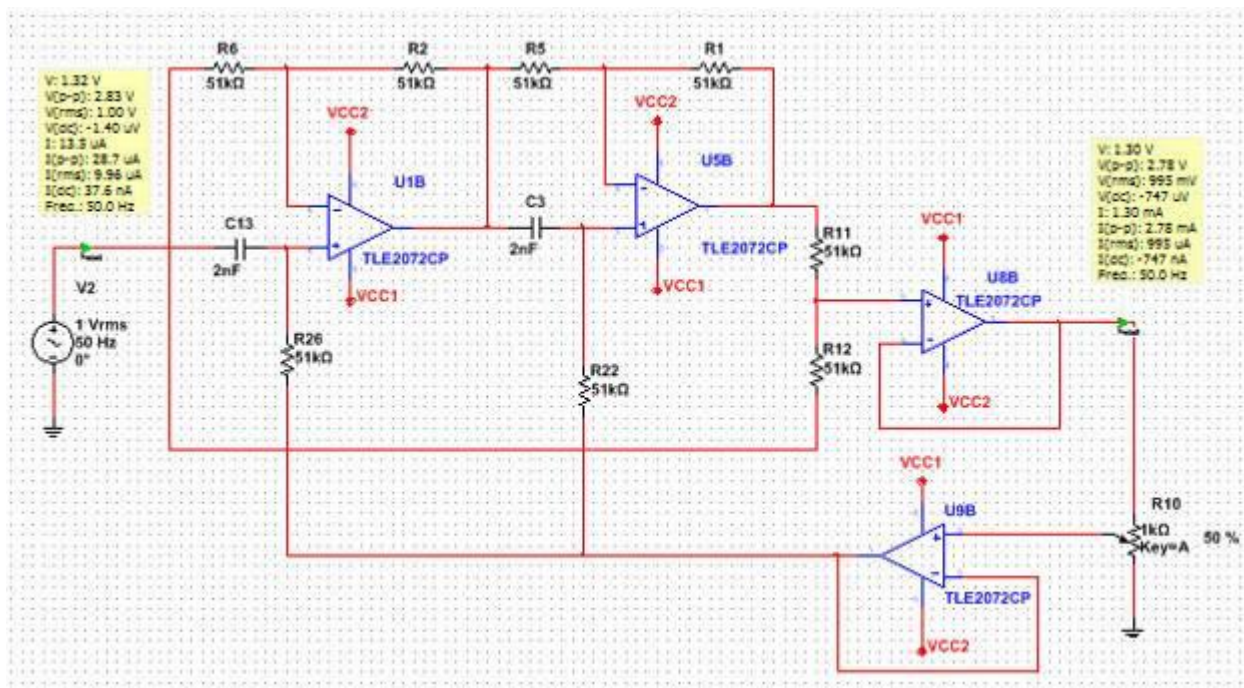


Фиг. 5. Времедиаграмата на симулирания преобразувател

На фиг.5 е дадена времедиаграмата на преобразувателя - осцилоскоп XSC1, като изходното напрежение от компаратора Vout е в червен цвят (Probe4), а изходното напрежение на интегратора VI (Probe2), е в оранжев цвят, с характерния скок от делителя на напрежение R2 и R3.

2. Моделиране работата на режекторния филтър.

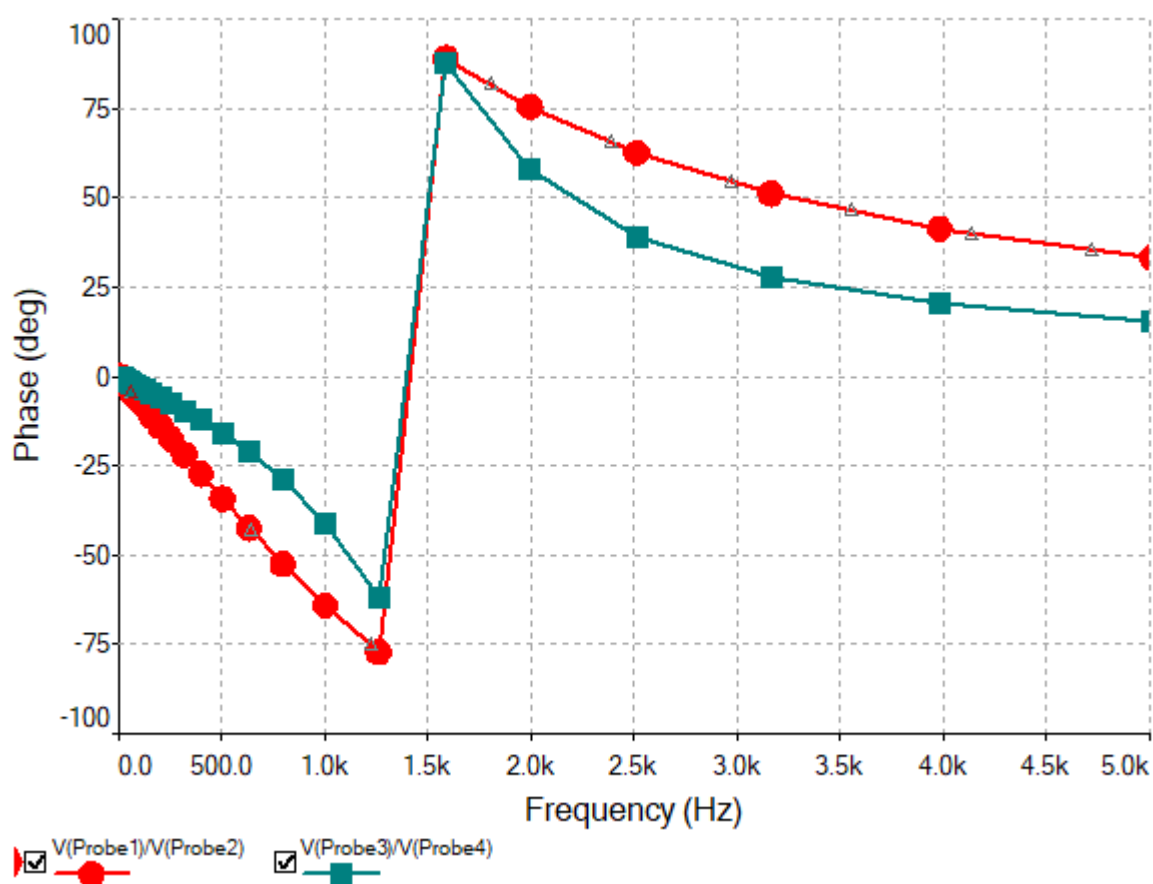
Моделирането работата на режекторния филтър е извършено в среда на MULTISIM – фиг.6. Той е изследван при захранващо напрежение $\pm 2,5V$ и различна степен на потискане.



Фиг.6. Симулационен модел на работата режекторния филтър

Фазовата честотна характеристика на режекторния филтър в Multisim е дадена на

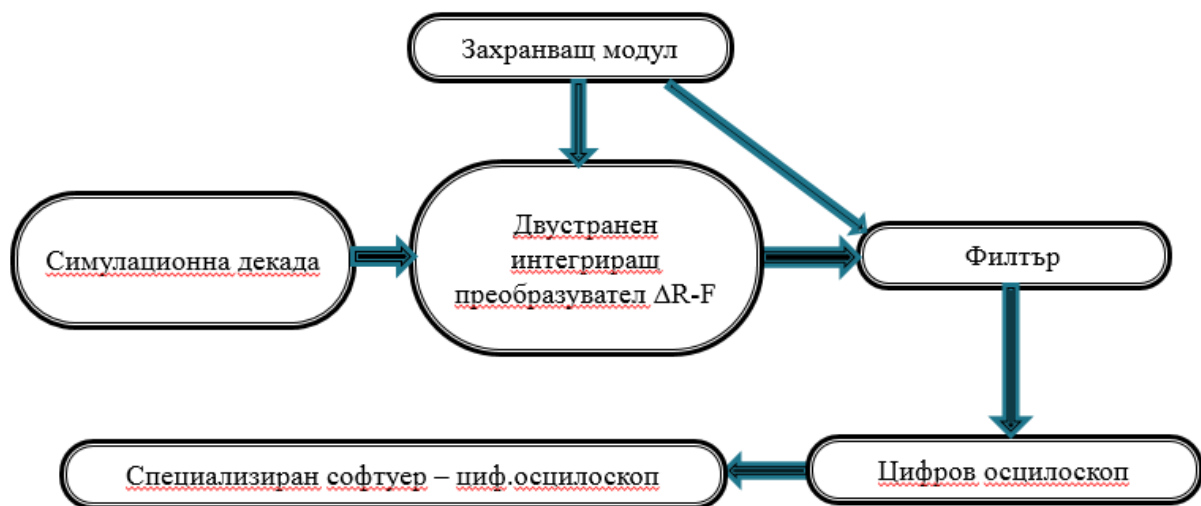
фиг.7. Настройката на лентата на пропускане се извършва с промяната на стойността на потенциометъра: R10.



Фиг.7. Фазово честотна характеристика на режекторния филтър

3. Опитна постановка

3.1.Блок-схема на опитната постановка



Фиг.8. Блок-схема на преобразовател с филтър

3.2.Разработване на експериментален макет на преобразувател без филтър

За потвърждение на симулационните и теоретични изследвания, бе реализиран експериментален макет на схемата, със стойности на елементите както при симулирането. Преди работа са извършени

корекции за допълнително изравняване стойностите на напреженията на двата входа на диференциалния усилвател с R14 на двете рамена на тензометричния мост, като разликата в напреженията е в границите на допустимия толеранс – фиг.9.

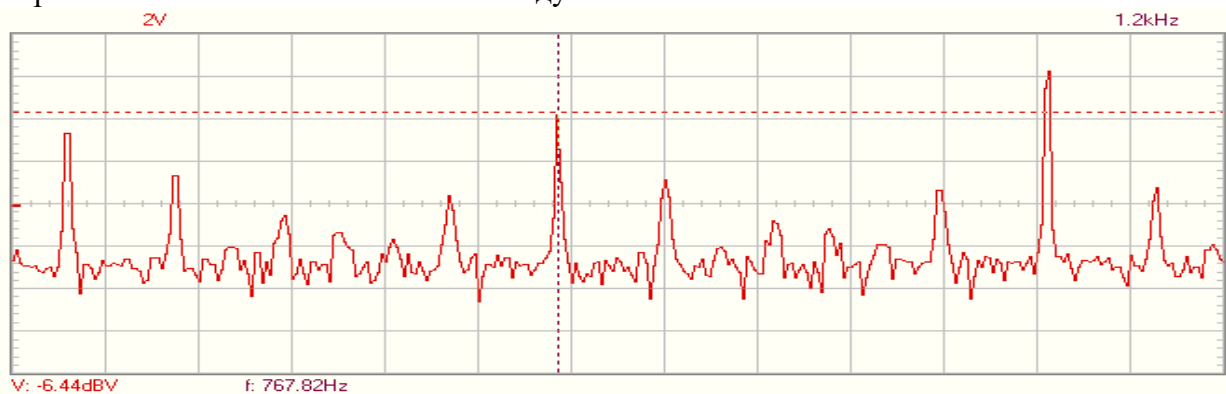


Фиг.9. Опитна постановка

3.3.Спектрален анализ

Изследван е на спектъра на изхода на компаратора при работа по метода на бързото преобразуване на Фурие с използване на функцията на Хеминг. За извършване на спектрален анализ е използван модула

Spectrum Analiser, съставна част от софтуера PC-Lab2000SETM на немската фирма Velleman. Анализаторът бе настроен на горна гранична честота 1200Hz, при което стойността едно деление от скалата по абциса е 20Hz, а по ордината 20mV- фиг.10.



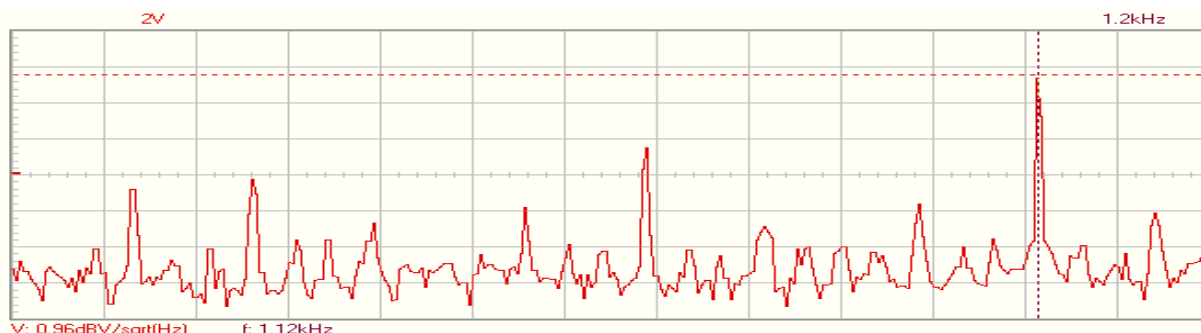
Фиг.10. Спектр на изходния сигнал при честотна лента 1200Hz

3.4.Определяне на спектралната плътност

Спектралната плътност като измервателен параметър се използва за измерване на плътността на случайните или шумовите сигнали и се нормира при широчина на честотната лента 1Hz. Този режим на работа дава представа как ще изглежда честотният спекър, ако всеки честотен компонент заема широчина 1Hz във всяка точка от честотният диапазон. Използва се инструмента Spectral Density от спектроанализатора Spectrum

Analiser на софтуера PC-Lab2000SETM на немската фирма Velleman.

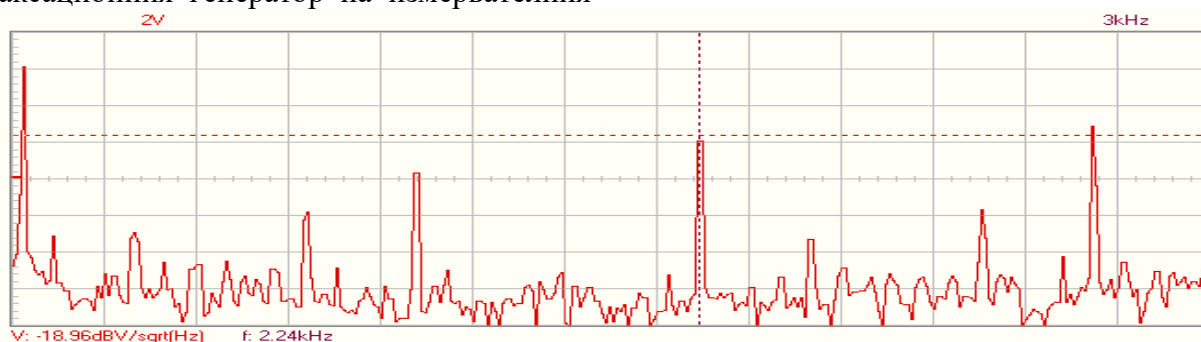
Използваният метод е също FFT преобразуване по Хеминг. За оценка на шумовото напрежение ще се използва RMS Average (действителната средноквадратична стойност на променливата съставлява във входния сигнал) , а за точна оценка на шумовите напрежения с най-голяма амплитуда и разпределянето им в съответната честотна лента Vector Average (векторно осредняване).



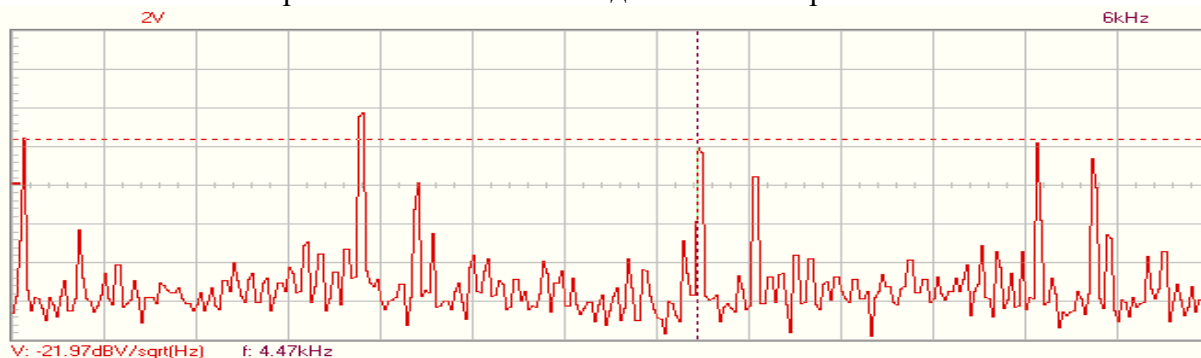
Фиг.11. Спектрална плътност на изходния сигнал при честотна лента 1200Hz

При честотна лента 1200Hz -се забелязва импулс с висока амплитуда, който отговаря на началната честотата на трептенията на релаксационния генератор на измервателния

преобразувател. При честота 1120Hz е отчетена спектрална плътност на напрежението $V=VS_{dbV}=-0,96 \text{ dBV}/\sqrt{\text{Hz}}$ -фиг.11.



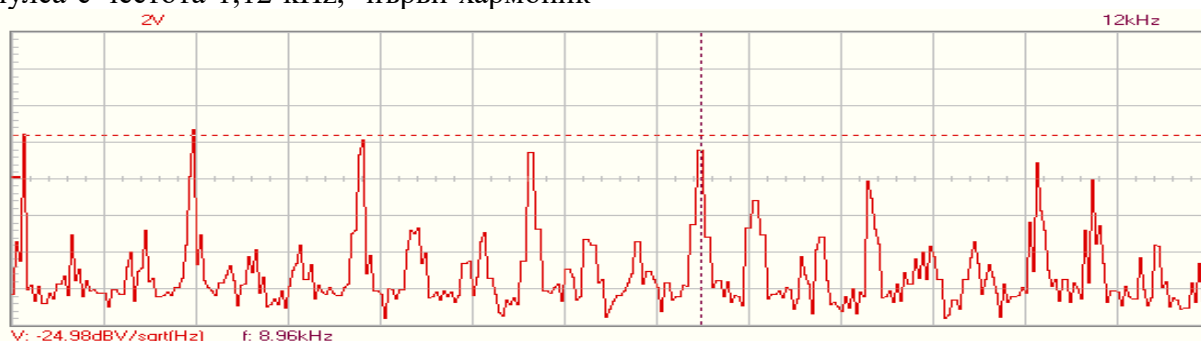
Фиг.12. Спектрална плътност на изходния сигнал при честотна лента 3kHz



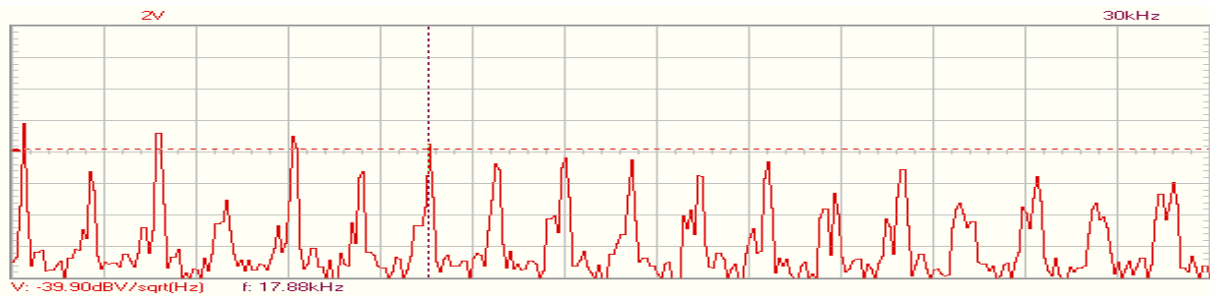
Фиг.13. Спектрална плътност на изходния сигнал при честотна лента 6 kHz

На обхват 3000 Hz също се вижда отчетливо импулса с честота 1,12 kHz, първи хармоник

2,24 kHz , а на обхват 6000 Hz - втори хармоник 4,47kHz, фиг.12 и фиг.13.

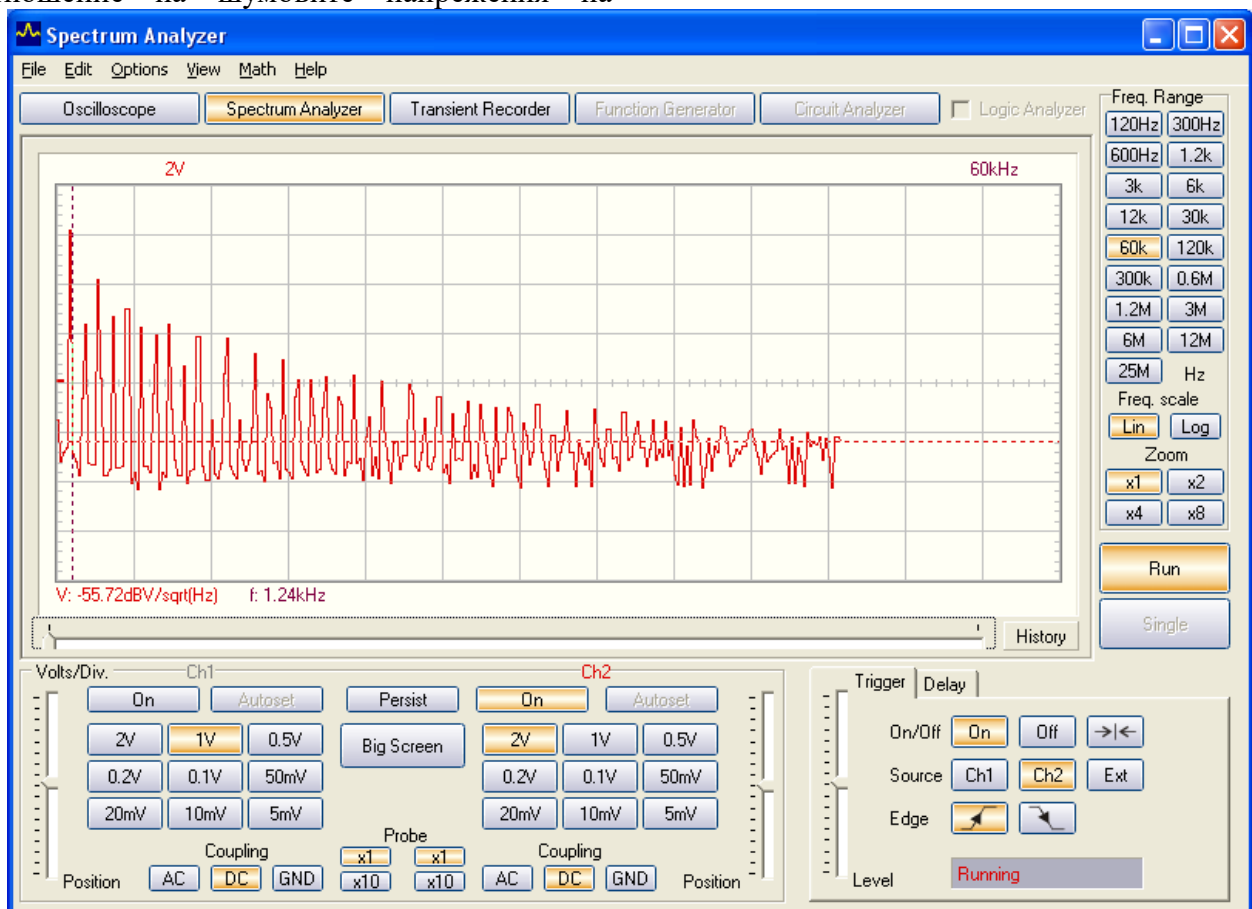


Фиг.14. Спектрална плътност на изходния сигнал при честотна лента 12kHz



Фиг.15. Спектрална плътност на изходния сигнал при честотна лента 30kHz

На фигурите 14 и 15 са определени базовата честота, но с достатъчно голяма параметрите, съответно на 3, 4 хармоник. амплитуда. След обработка на данните се вижда, че шумовите напрежения са по-малки по отношение на шумовите напрежения на

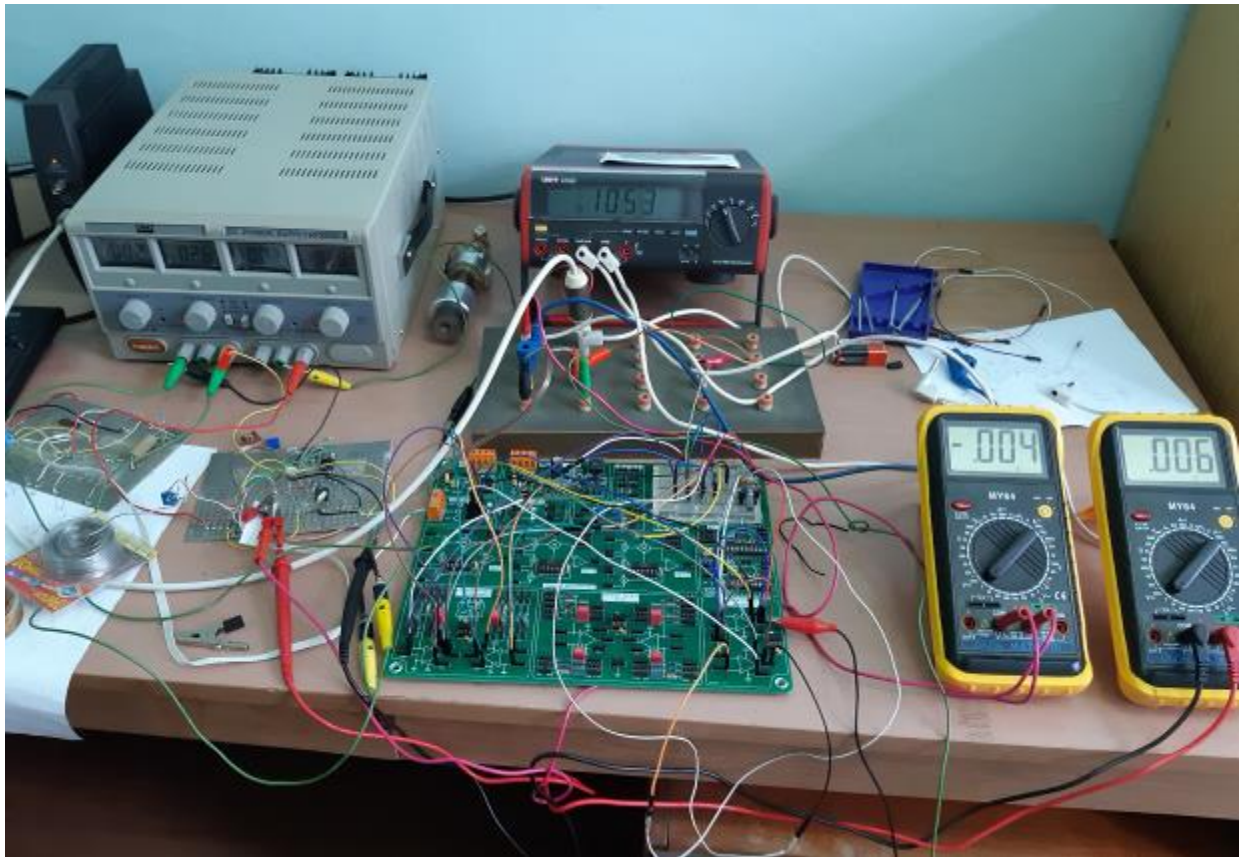


Фиг.16. Спектрална плътност на изходния сигнал при честотна лента 60kHz

На фиг. 16 е показан честотния спектър извършено FFT-RMS AVERAGE осредняване. Вижда се необходимостта от режекторен

филтър за подобряване работата на преобразователя.

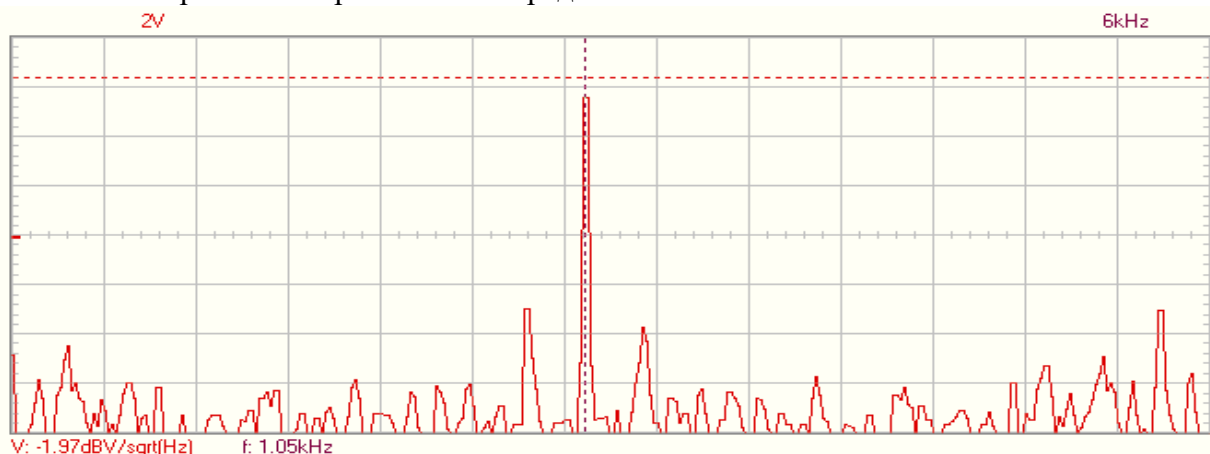
3.5.Разработване на експериментален макет на преобразувател с филтър



Фиг.17. Експериментален макет на преобразувател с режекторен филтър

Схемата на пълната експериментална постановка е показана на фиг.17. Направени са няколко серии експерименти. Поради

големия обем данни е показано само едно изследване в един честотен диапазон.



Фиг.18. Спектрална плътност на изходния сигнал при честотна лента 6kHz с филтър

При честотна лента 6000Hz се вижда импулс с висока амплитуда, който отговаря на началната честота на трептенията на релаксационния генератор на измервателния преобразувател, а останалите хармоници са потиснати.

Изводи :

1. Направен е спектрален анализ и е определена спектралната плътност на двустранен интегриращ измервателен преобразувател, работещ по метода на разгъващото право преобразуване.

2. Определени са шумовите напрежения на хармониците в съответните честотни диапазони, влияещи най-силно на работата на преобразувателя.

3. Разработен е режекторен филтър за намаляване на хармониците.

4. Получените резултати са база за изчисляване и включване на необходимите филтри при проектиране на печатната платка на изделието.

Благодарности: *Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са извършени по проект НП20/2019г. в рамките на присъщата на ТУ-Варна научноизследователска дейност, финансирана целево от държавния бюджет.*

Литература

1. Гигов Х. и др. Измервания в електрониката, 2003, ТУ-Варна, Варна

2. Гигов Х., Стоянов С., Станков С., Подадена заявка за Патент №111382/25.01.2013г., „Преобразувател на разбаланса на резистивен мост в честота” и публикувана в Официален бюлетин, бр.7, стр.12, Официално издание на патентно ведомство на Р. България, 2014г.

3. Симон В.А, В. А. Герасимов, Д. К. Кострин, Л. М. Селиванов, А. А. Ухов, Режекторный фильтр с настраиваемыми параметрами, Радиофизика, Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ» № 5/2017, стр. 3 – 9.

4. Стоянов С. Х, Василев Р. Н., Захариева С. Л., «Исследование качества напряжения питания мобильной системы для измерения силы и моментов в режиме реального времени», XIII Международная конференция «Стратегия качества в промышленности и образовании» 5-8 юни 2017 г, том. 1, стр. 151-157, ©НМетАУ, 2017, ISBN 978-996-13-1;

5. Тодоров Д., "Преобразуватели в уредостроенето", София, Техника, 1992г.

6. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lme49720.pdf>

7. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/opa4134.pdf>

За контакти:

доц. д-р инж. Свилен Христов Стоянов,
ДТК гр. Добрич в структурата на ТУ-Варна,
тел. 058 604712,

E-mail: svilen.stoyanov@tu-varna.bg

Адрес: 9302 гр. Добрич, ж. к. Добротица
№12, ДТК

гл. ас. д-р инж. Десислава Палчева
Михайлова,

ДТК гр. Добрич в структурата на ТУ-Варна,
тел. 058 604712,

E-mail: des@abv.bg

Адрес: 9302 гр. Добрич, ж. к. Добротица
№12, ДТК

гл. ас. д-р инж. Снежинка Любомирова
Захариева,

Русенски университет "Ангел Кънчев"-
Русе, катедра Е, тел. + 35982888 516,

E-mail: szaharieva@uni-ruse.bg

ас. инж. Аспарух Иванов Атанасов,

ДТК гр. Добрич в структурата на ТУ-Варна,
тел. 058 604712,

E-mail: asparuh.atanasov@tu-varna.bg

Адрес: 9302 гр. Добрич, ж. к. Добротица
№12, ДТК

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА РЕЖЕКТОРЕН ФИЛТЪР

Десислава Михайлова, Светлана Савова

Резюме: Предмет на настоящото изследване е режекторен филтър с централна честота близка до 1.6 kHz. Разглеждат се няколко схемни решения на режекторни филтри от втори ред, изградени на база на операционни усилватели, с цел да се избере оптимална конструкция. Извършеното симулационно изследване дава възможност да се изведат генерални изводи за предимствата и недостатъците на всяка от структурите. С оглед на въграждането на един от изследваните режекторни филтри в конкретна измервателна система е приложен експериментален подход за потвърждаване на симулационните резултати.

Ключови думи: активен режекторен филтър, сравнителен анализ, потискане на шумови сигнали

Abstract: Subject of the current study is an active band stop filter with central frequency close to 1.6 kHz. Several designs of second-order band stop filters based on operational amplifiers are investigated in order to select a proper design for particular implementation, distinguished with its low power supply. The accomplished comparative study leads to general conclusions about the advantages and disadvantages of each structure. Taking into account the purposeful use of the selected filter an experimental approach was applied to confirm the predicted advantages of the structure.

Key words: active band stop filter, comparative study, noise signals suppression

1. Въведение

Активните филтри са съществен и добре развит раздел в електрониката. Теорията за този тип филтри, известна от редица книги и публикации [1 - 6], служи за съставяне на електронни калкулатори за филтри [7-8]. Предмет на настоящото изследване е активен режекторен филтър от втори ред. Изборът на тази филтрираща структура е продиктуван редица съображения. Освен голямото приложение на операционните усилватели (ОУ) в измервателната електроника [9] и известната теоретична основа за анализ, от значение за настоящата разработка са гъвкавостта при проектиране, предвид възможността за добавяне на различни компоненти и цели схеми (например, схеми за електронно управление) [10, 11], както и изискванията на конкретната работна постановка. Тук се предвижда филтърът да се използва за потискане на шумови сигнали в хранването на ОУ в състава на датчици. Съобразно особеностите на конкретния датчик се определя честотната лента на задържане на филтъра да бъде в диапазона 600 Hz – 2.5 kHz.

Идеалният режекторен филтър пропуска с един и същ коефициент на предаване $K = U_{изх}/U_{вх} = 1$ или $K = 0$ dB всички променливи съставлящи с честоти в диапазоните $(0, f_n)$ и (f_v, ∞) и потиска

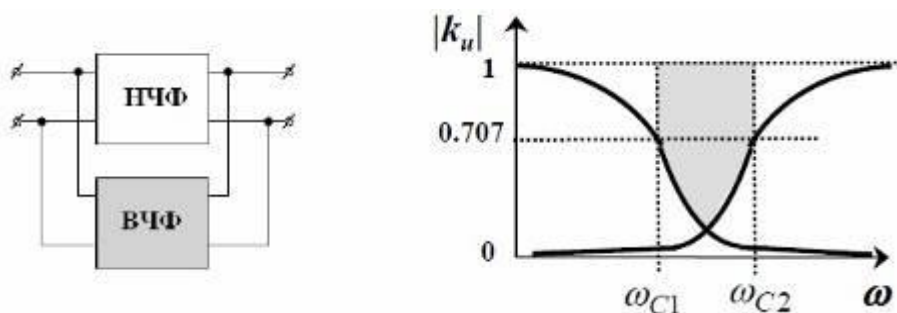
променливите съставлящи в рамките на своята честотна лента.

Редът на филтъра, определящ се от броя на реактивните елементи – групи LC и RC, е от значение за стръмността на АЧХ (амплитудно-честотна характеристика). В практиката се използват филтри от I, II и порядко от по висок ред. Филтрите от I ред имат най-малки фазови изкривявания, но АЧХ е далече от идеалната. Тук се разглеждат филтри от II ред, които се отличават с по-голяма стръмност на АЧХ.

Цел на изследването е не да се създаде нов филтър, а да се избере конструкция, подходяща за практическо приложение в система с ниско хранящо напрежение.

2. Структура на изследваните активни режекторни филтри.

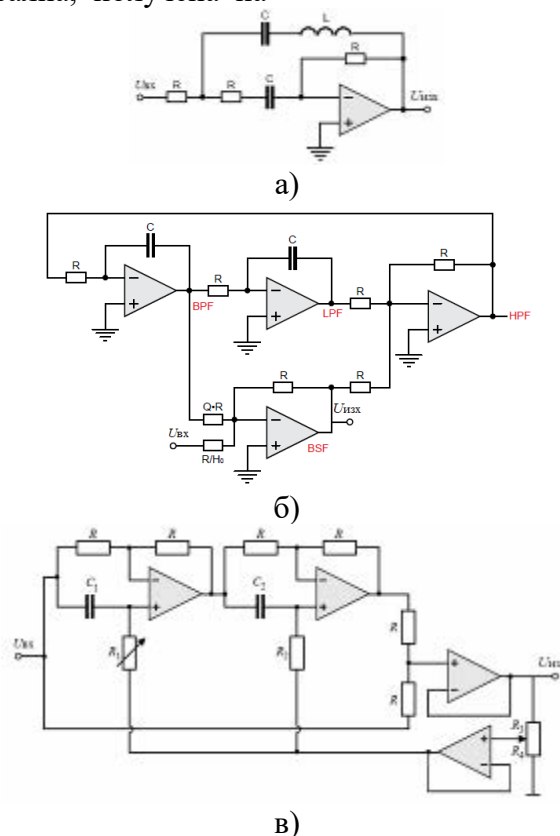
Тук се разглеждат три структури на активен режекторен филтър, всяка от които има своите особености. Режекторен филтър (РФ), наричан също лентово-задържащ филтър, се реализира по два основни начина: (1) чрез паралелно свързани НЧФ и ВЧФ с различни честоти на срязване ω_{C1} и ω_{C2} - принцип за получаване на широколентови филтри – фиг. 1; (2) чрез резонансни LC трептящи кръгове - теснолентови РФ. Толерансите на пасивните елементи в схемите, и особено реактивните елементи, оказват съществено влияние върху АЧХ и ФЧХ.



Фиг. 1. Принцип за получаване на режекторен филтър чрез комбинация на НЧФ и ВЧФ.

На фиг. 2 са представени електрическите схеми на изследваните активни режекторни филтри. Схемата на активен филтър 1 (фиг. 2а) е изградена на база на схема на лентов филтър, за който имам електронен калкулатор [8]. С добавянето на допълнителна L-С верига в обратната връзка на ОУ лентовият филтър се преобразува в режекторен филтър. Предимство на схемата е малкия брой компоненти. Чрез разделянето на входното съпротивление на две се подобрява симетричността на АЧХ. Недостатък е наличието на бобина, която нарушава компактността, оскъпява и затруднява практическата реализация филтъра. Втората схема (фиг. 2б) е универсална, получена на

база на два интегратора [12]. Изградена е на модулен принцип, чрез комбинация на лентов филтър, НЧФ и ВЧФ, чиито характеристики се сумират от краен операционен усилвател. Предимство на тази схема е, че в отделни точки могат да се отчетат различни АЧХ и ФЧХ, съответстващи на отделните съставлящи филтри. Недостатък е, че характеристиките на отделните филтри зависят основно от параметрите на пасивните елементи и няма възможност за допълнителна настройка. При активен филтър 3 (фиг. 2в) има възможност за регулация на лентата на пропускане и нивото на потискане на сигналите чрез потенциометър.



Фиг. 2. Електрически схеми на активни режекторни филтри от втори ред:
а) активен филтър 1; б) активен филтър 2; в) активен филтър 3.

3. Сравнителен анализ

Филтрите се характеризират с предавателна функция $H(f) = U_{изх}/U_{вх}$ по аналогия с коефициента на усилване при усилвателите. При тестов синусоиден сигнал $U = U_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$ предавателната функция се записва чрез комплексната честота $H(j\omega)$.

АЧХ се дефинира чрез модула на предавателната функция: $|H(f)|$ или

$$|H(j\omega)| = \sqrt{Re^2(\omega) + Im^2(\omega)} \quad (1)$$

ФЧХ се определя чрез фазата на предавателната функция:

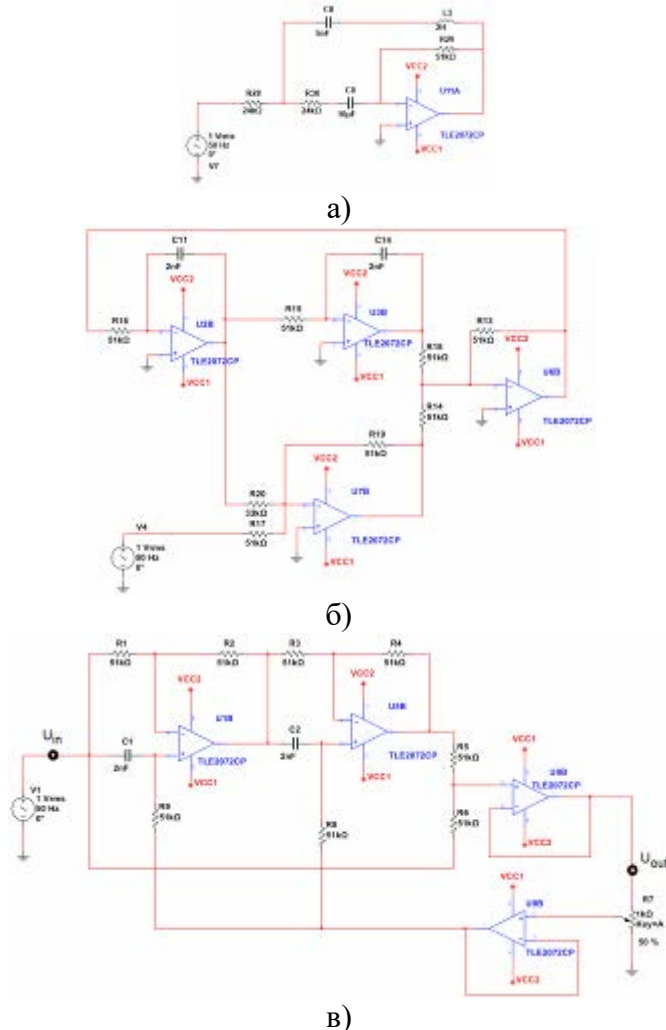
$$\arg(H(f)) \cdot \frac{180}{\pi} \quad (2)$$

Качествен фактор се дефинира най-вече за ЛФ и РФ и определя избирателността им:

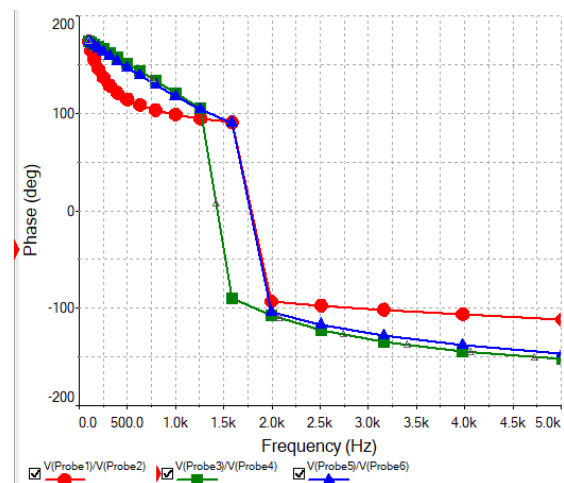
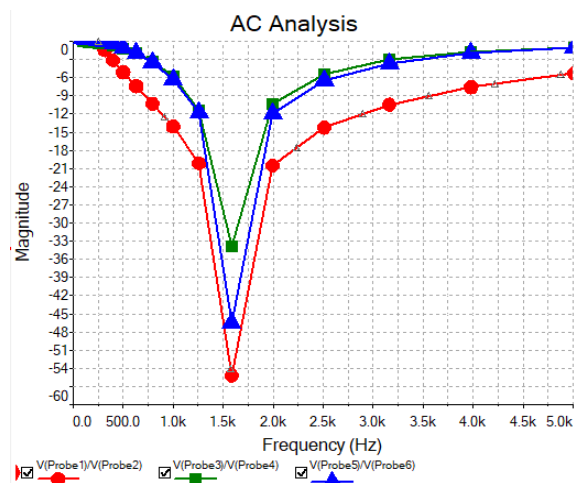
$$Q = \frac{f_0}{f_2 - f_1} = \frac{f_0}{BW}, \text{ където } f_0 = \sqrt{f_1 \cdot f_2} \quad (3)$$

На база на симулационни модели за трите структури на режекторен филтър (фиг. 2) са определени пасивните параметри на схемите, така че да се получи честота на максимално

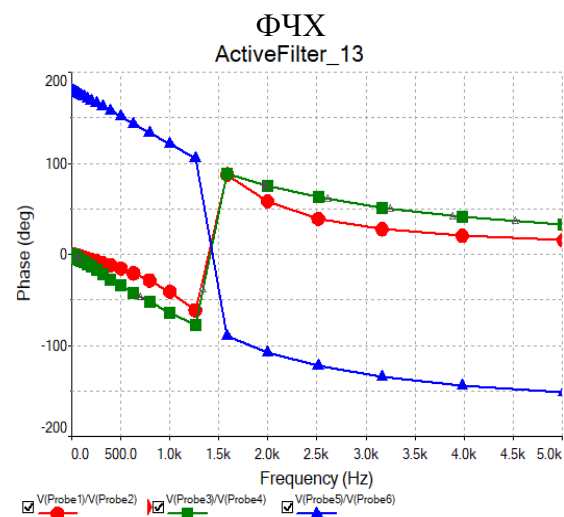
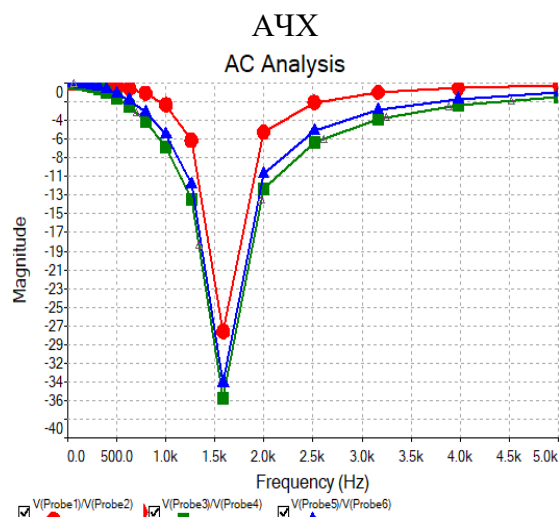
потискане близка до 1.6 kHz. Получените симулационни модели, на база на които е реализиран сравнителен анализ, са показани на фиг. 3. От фигурата се вижда, че трите модела имат много сходни стойности на пасивните елементи. В тях са включени операционни усилватели тип TLE2072CP, които могат да работят при двуполярно захранващо напрежение от ± 2.5 V, което е едно от изискванията поставени от конкретното приложение на схемата. Характеристиките на филтъра от фиг. 2б са използвани за основно сравнение по отношение на АЧХ и ФЧХ (графики в синьо). Графични резултати за получените АЧХ и ФЧХ при промяна на определени параметри на схемите са представени на фиг. 4 и фиг. 5. Схемата на активни филтър 3 (фиг. 2в) е избрана за практическа реализация от гледна точка на възможността за настройка на лентата и нивото на задържане /потискане/ посредством потенциометър.



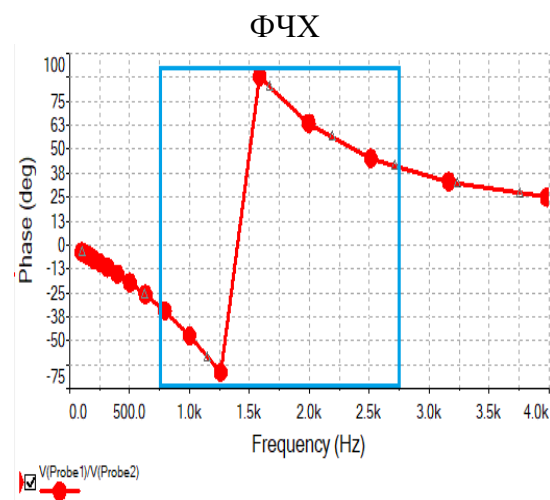
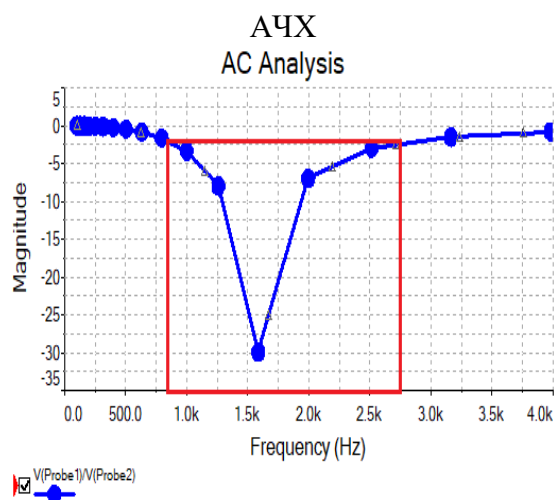
Фиг. 3. Симулационни модели на изследваните активни режекторни филтри.



Фиг. 4. АЧХ и ФЧХ на активни филтри 1 и 2 (в синьо). Променящи се параметри на филтър 1: $C = 5\text{nF}$, $L = 2\text{H}$ —■— и $C = 100\text{nF}$, $L = 0.1$ —●—.



Фиг. 5. АЧХ и ФЧХ на активен филтър 2 (в синьо) и 3. Променящ се параметър на филтър 3: $R7 = 1\text{k}\Omega$ (60 %) —●— и $R7 = 1\text{k}\Omega$ (5 %) —■—.



Фиг. 6. Резултати за АЧХ и ФЧХ на активен филтър 3 в Multisim.

Основни параметри на изследваните филтри са включени в таблица 1.

Таблица 1. Основни параметри на филтрите.

Параметър	Означение	Активен филтър 1	Активен филтър 2	Активен филтър 3
Гранична честота 1	f_H [Hz]	750	800	900
Гранична честота 2	f_B [Hz]	3000	3000	2500
Честотна лента	BW [Hz]	2250	2200	1600
Централна честота	f_0 [Hz]	1875	1900	1700
Честота на максимално потискане	f_m [Hz]	1600	1600	1600
Ниво на тах потискане	[dB]	-33	-34	-30
Качествен фактор	Q	0,66	0,7	0,94

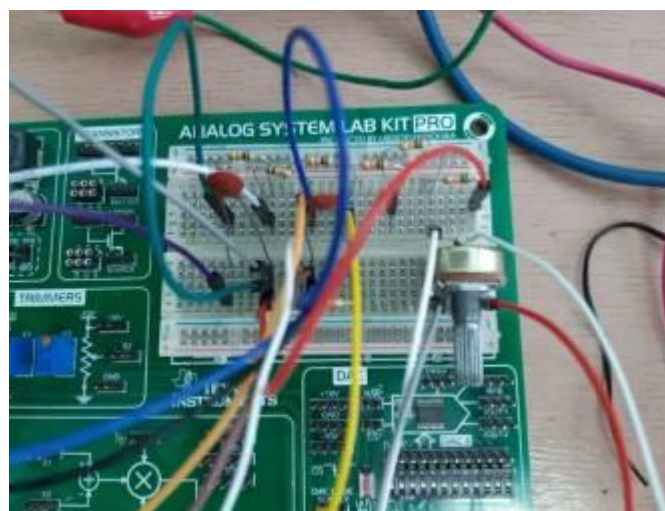
От таблицата се вижда, че активен филтър 3 има най-висок качествен фактор. Неговите основни характеристики са показани на фиг. 6.

4. Експериментално изследване

Практическата реализация на активен режекторен филтър 3 (схема от фиг. 2в) е показана на фиг. 7. Филтърът е включен в система за измерване на сили и моменти (тензодатчик) – фиг. 8. Основното приложение на датчика е в прецизното земеделие, за изследване силовото натоварване на възли и механизми в реално време. Той представлява двустранен интегриращ измервателен преобразувател, работещ по метода на разгъващото право

преобразуване. Изследвани са пулсациите на захранващото напрежение от инвертора и влиянието на генерираната честота от релаксационния генератор на преобразувателя. При разглеждане спектъра на сигналите, захранващи операционните усилватели от измервателните мостове, е установено наличието на шумови сигнали – допълнителни хармоници около основния сигнал 1.2 kHz, които се появяват в широк честотен диапазон. В тази връзка, проведеното изследване на режекторен филтър служи за избор на схема, която да потисне нежеланите съставки на спектъра.

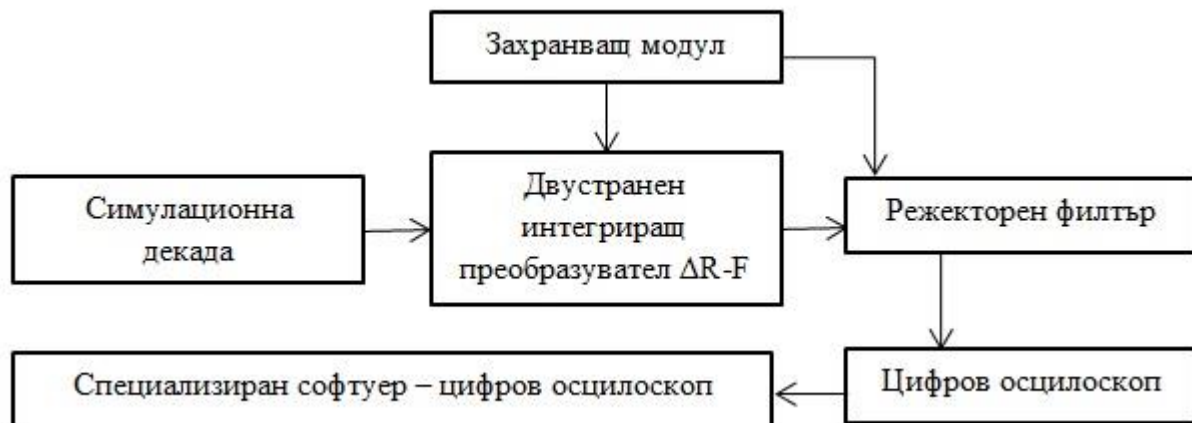
Обща блок схема на измервателната апаратура е представена на фиг. 9.



Фиг. 7. Част от експерименталната платка Lab Kit Pro на Texas Instruments с пасивните елементи на активен филтър 3.

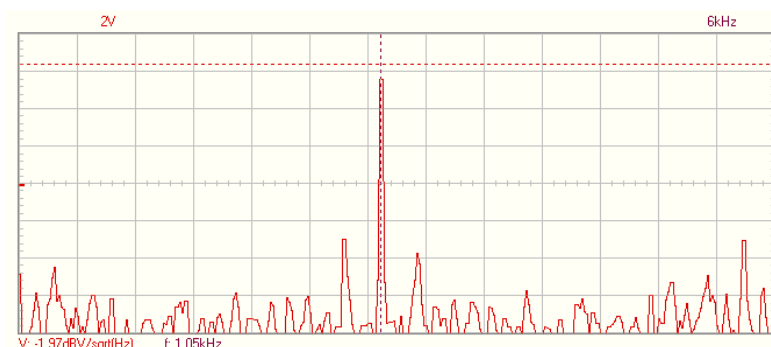


Фиг. 8. Схема на измервателната система, включваща тензодатчик с ОУ, захранващ генератор, мултиметр и режекторен филтър.



Фиг. 9. Блок-схема на използваната апаратура.

Спектърът, наблюдаван след включването на филтъра в постановката е показан на фиг. 10.



Фиг. 10. Изследване спектъра на шумовия сигнал при честотна лента 6 kHz /с режекторен филтър/.

От фиг. 10 се вижда, че при честота 1200Hz има импулс с висока амплитуда, който отговаря на началната честота на трептенията на релаксационния генератор на измервателния преобразувател, останалите хармонични са потиснати с около – 25 dB.

5. Заключение

Направен е сравнителен анализ на три схеми на активен режекторен филтър с централна честота близка до 1.6 kHz. Извършеното симулационно изследване дава възможност да се избере подходяща схема за потискане шумови сигнали, която е включена в състава на тензодатчик.

Резултатите от измерванията показват потискане на шумовите сигнали, внесени от наличната апаратура в захранването на операционните усилватели от измервателния мост, с около -25 dB. Избраната схема на активен филтър представлява техническо решение за подобряване на система за измерване на сили и моменти в прецизното земеделие.

Благодарности:

Авторите изказват благодарности на Министерството на образованието и науката на Р. България и Технически Университет – Варна за финансовата подкрепа по научноизследователски проект НП 20/2019.

6. Литература

- [1] Pactitis, S. A., Active Filters Theory and Design, CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC, 2007.
- [2] Егоров, Е. Н., А. А. Короновский, А. Е. Храмов, Активные фильтры, учебно-методическое пособие, Саратов, 2010.
- [3] Зеленин А.Н., Костромицкий А.И., Бондарь Д.В, Активные фильтры на операционных усилителях, – Х.: Телетех, 2008.
- [4] Капустян В.И, Активные RC-фильтры высокого порядка, – М.: Радио и связь, 2007.
- [5] Mancini, R., Op Amps for Everyone, Design Reference, Texas Instruments Incorporated, 2002.
- [6] <https://www.electronics-tutorials.ws/filter/band-stop-filter.html>
- [7] <https://vpayaem.ru/information3.html>
- [8] http://www.cepd.com/calculators/bandpass_ana.html
- [9] Гигов, Х. И., Измервателна електроника, Технически Университет – Варна, 2013.
- [10] Зограф, Ф. Г., Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств: методические указания по курсовому проектированию [Электронный ресурс], Красноярск: Сиб. федерал. ун-т, 2011.
- [11] Сираков, Е., Теория и проектиране на схеми в комуникациите - ръководство за

лабораторни упражнения, Технически Университет – Варна, 2009.

[12] Analog System Lab Kit PRO (ASLK PRO) Manual, Texas Instruments.

[13] Симон, В. А., В. А. Герасимов, Д. К. Кострин, Л. М. Селиванов, А. А. Ухов, Режекторный фильтр с настраиваемыми параметрами, Радиофизика, Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ» № 5/2017, стр.

За контакти:

гл. ас. д-р инж. Десислава Михайлова,
ДТК гр. Добрич в структурата на ТУ-
Варна, тел. 058 604712,
E-mail: de_s@abv.bg
desislava.mihaylova@tu-varna.bg
Адрес: 9302 гр. Добрич, ж. к.
Добротица №12, ДТК

ПОВИШАВАНЕ ЕФЕКТИВНОСТТА НА ВЪТРЕШНИТЕ ПРОЦЕСИ В МАЛКИ И СРЕДНИ ПРЕДПРИЯТИЯ, ЧРЕЗ ВНЕДРЯВАНЕ НА УПРАВЛЕНСКА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА

Нели Добринова Велева

INCREASING THE EFFICIENCY OF INTERNAL PROCESSES IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES BY IMPLEMENTING A MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM

Резюме: Настоящата публикация представя и анализира възможностите за повишаване ефективността на вътрешните процеси в малките и средни предприятия (МСП) посредством въвеждане на управленска информационна система. Направен е анализ за различните съществуващи информационни системи, посочени са техните предимства и недостатъци, с цел да се определят тенденциите в тяхното развитие. Използвани са различни методи за анализ на съществуващата информация, чрез които са идентифицирани ключови предложения за повишаване ефективността и конкурентоспособността на МСП, използвайки управленска информационна система (УИС). Резултатите показват, че все повече се увеличава броят на МСП в България, използващи съвременни УИС, като по този начин повишават своята гъвкавост и се адаптират бързо в условията на динамична, самоизменяща се конкурентна среда. Разгледани са някои ключови предимства и ползи от внедряването и използването на гореспоменатите системи, определени като мощен инструмент за постигане на висока ефективност и конкурентоспособност на МСП.

Ключови думи: Ефективност, МСП, управленски информационни системи, конкурентоспособност.

1. Увод

Настоящият анализ предоставя информация относно възможностите за развитие, усъвършенстване и повишаване на ефективността на вътрешните процеси в МСП, чрез внедряване на управленска информационна система. Целта е да се идентифицират основните етапи на развитие на УИС, заедно с техните предимства и недостатъци и да се анализира тяхното ключово участие в устойчивото развитие на МСП в условията на по-разрастващата се и динамично развиваща бизнес среда. Съвременните управленски информационни системи са в процес непрекъснато развитие, наложено от внедряването и разширяването на все по-вече и по-вече системи и инструменти, подпомагащи и улесняващи съществуването на всяка организация. Развитие на УИС и по конкретно система за планиране ресурсите на предприятието (ERP) е съпътствано най-вече багодарение на високата степен на стандартизация и автоматизацията на процесите, протичащи в организацията (МСП). По този начин се повишава

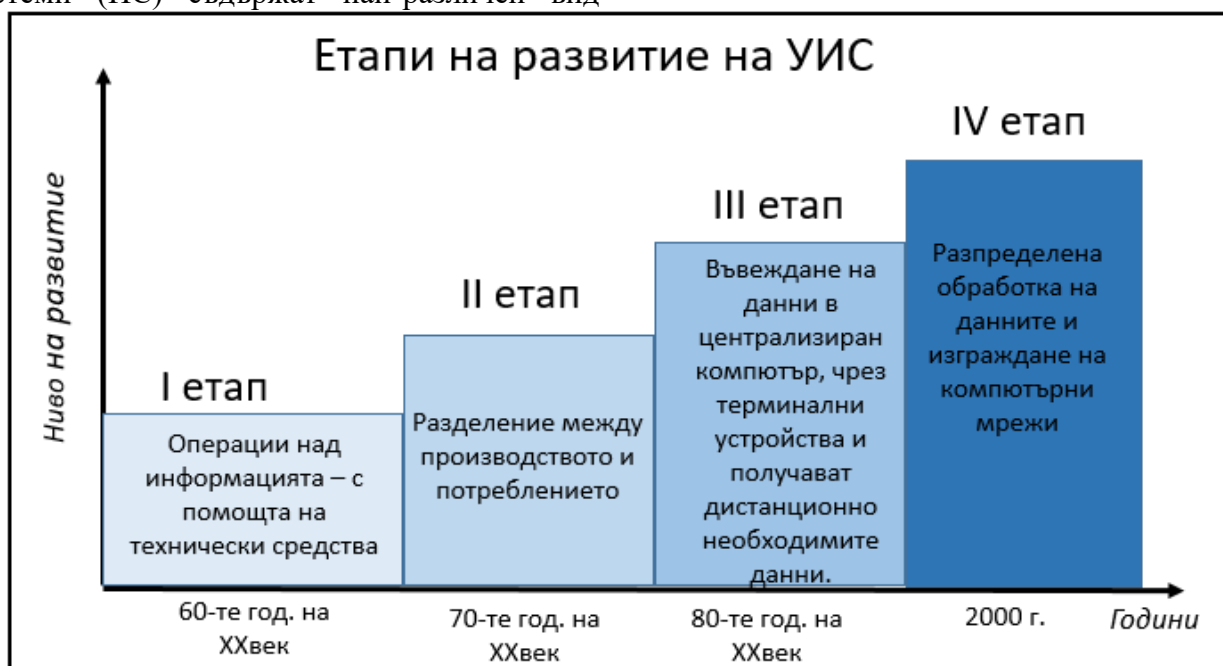
ефективността на бизнеса, което от своя страна води и до бързо адаптиране към променящите се нужди и изисквания на пазара. В настоящата публикация за представени теоретичните аспекти при интегриране на управленска информационна система, представено е развитието и подобряването на УИС системи, през годините. Същото така са посочени ключовите предимствата и ползи от внедряване на ERP-системите в малките и средни предприятия. В последната част на публикацията е направена своеобразна връзка между внедряването и развитието на съвременните широкоразпространени системи за планиране ресурсите на предприятието (ERP), като основа на Четвърта индустриална революция (Индустрия 4.0.).

2. Теоретични аспекти при интегриране на управляваща информационна система (УИС)

За да бъде едно предприятие успешно, преди всичко е необходимо то да бъде управлявано посредством информация. До скоро под понятието информационна система

се възприемаше бизнес информационна система, която помага процеса на вземане на управленски решения, предимно за организации, действащи в областта на стопанската дейност. Най-общо понятие за информационната система е – информационната система е всяка система, която обезпечава с информация цялата организация (предприятие) и нейната среда. По-конкретно може да бъде описана същността на информационните системи като – мениджърска информационна система, проектирана да подпомага управлението при вземане на решения. Информационните системи (ИС) съдържат най-различен вид

информация – за хора, събития, прогнози и т.н., използват се компютърни технологии за извършване на възможно най-много операции (въвеждане, обработване и извеждане на информацията). Най-конкретно ИС по своята същност се явяват интегрална част на дадената организация и са продукт, включващ в себе си три основни компонента: организация, хора и технологии. Етапите на развитие на УИС са представени графично, посредством фиг №1: [1] [3]



Фиг. 1 Етапи в развитието на информационните системи [Петков, А.(2004г.); Нешов, Т. 2015г., Бонева, М. (2017г.)]

В зависимост от динамичната и бързоизменяща се конкурентна среда все повече се разраства и усъвършенства използването на разнообразни интегрирани информационни системи. Преди да бъдат представени теоретичните аспекти при интегриране на управляваща информационна система, е необходимо да поясним понятието „интегриране“. Това е процес, който позволява на наличните софтуерни/компютърни системи автоматично (без намесата на човек) да комуникират една с друга, да обменят данни и информация една с друга, да публикуват услуги и

функционалности за ползване от другите системи и самите те да използват публикуваните услуги и функционалности на другите софтуерни системи, да изпълняват команди подадени от интерфейса на друга система и да връщат обратно резултатите от своята дейност - общо казано специално създадена среда, в която софтуерните системи комуникират една с друга в напълно автоматичен режим. Веднъж изградена и внедрена тази среда е лесна за поддържане. Основното предназначение на тази единна среда е представено, чрез табл. №1 :

Табл. № 1 Основни предназначения на интегрирана информационна система

№	Основни предназначения на интегрирана информационна система	Същност
1	Постигане на това, хора и приложения да работят безпроблемно	Премахване дублирането на информацията и данните в различните системи. Всички системи работят с актуална генерирана от системата информация.
2	Автоматизиране на повтарящи се дейности	Системите сами подават данните си една на друга (отпада функцията хората- оператори да въвеждат данните)
3	Спестяване на време, съсредоточаване на хората към дейности, създаващи висока истинска стойност .	Отпада нуждата от инвестиране на време в ниско-ефективна дейност по обслужване на компютърните системи. Грешките при въвеждане и опериране с информация от хората- оператори се свежда до 0.

Според състава на техническите и програмни средства и характера на решаваните задачи, УИС могат да се разделят на следните поколения:

I поколение – това са Системи за диалогова обработка на запитванията (Transaction Processing System - TPS)

II поколение – това са Системи за автоматизация на офиса (Office Automated System- OAS)

III поколение – това са Мениджърски информационни системи (Management Informations System – MIS)

IV поколение – това са Системи за подпомагане на вземането на решения (Decision Support Systems – DSS)

V поколение – това са Експертни системи (Expert Systems -ES)

При анализ на литературните източници става известно преплитане между термините, използвани за идентифициране на съвременните информационни системи в областта на бизнеса. Всички те до голяма степен се припокриват, като разликата се появява от различното разтълкуване за същността на ИС от страна на авторите. Първият посочен като стандарт за управление на бизнеса Master Production Schedule (MPS), се въвежда през 60-те години на XX век. Същността му се състои в това, че представлява информационна система за разработване на основния производствен

план на крайните продукти по количества и времеви периоди на основата на агрегирана информация от прогнози и заявки за тях. MPS се използва и като последващо разработване на план за попълване на запасите от компоненти за производство и отчет на паричните потоци. Изграждането на този тип системи се извършва в три последователни етапа:

➤ Разбиване по съставни материали (Bill of Materials - BOM) – съгласно технологичната карта кои и колко компонента са нужни за производството на крайния продукт;

➤ Проверка на наличностите (Inventory Control - IC);

➤ Изчисляване на водещото време за производството (Cumulative Lead Time - CLT) – кога да стартира производството, за да може продуктът да е достъпен на датата, заявена в поръчката;

Основния недостатък, който притежава MPS-стандартът е, че той е подходящ само за единично и малкосерийно производство на несложни продукти с ограничена номенклатура и малък обем на продажбите.

Динамичното развитие на производствата в посока постигане на голяма номенклатура на закупуваните компоненти и различни срокове на поръчка – доставка налагат разработване на методи на статистическия контрол на запасите (Statistical Inventory Control - SIC). Бързото развитие на конкурентната бизнес

среда, както и невъзможността посредством SIC-методите да се извършват изчисления „на ръка“, налагат изграждане на последващи методи за планиране на материалните потребности (Material Requirements Planning) и все по-необходимото използване на компютърните техники. [3]

Стандартът MRP е определен от множество автори като една от първите приложни информационни системи, които подпомагат пряко дейностите по управление на бизнеса на организациите. При планирането с MRP-система е необходимо – да съществува необходимия капацитет за производство; водещите времена да са известни или да могат да бъдат определени предварително; датата,

на която трябва да бъде изпълнена поръчката да се използва като начална за изготвяне на прогнозата.[2]

Основният недостатък на този вид информационни системи е, че не се отчитат основните входни елементи на производствената система (техника, технологии, персонал), при което настъпват въпроси относно: планиране и натоварване на оборудването; използване на работното време, както и разликата между разходи за планиране и изпълнение на производството.

Табл.№ 2 Характеристика на видове информационни системи спрямо техните обхват и недостатъци

№	Стандарт-информационна система	Обхват	Недостатъци
1	Master Production Schedule (MPS)	Разбиване по съставни материали ; Проверка на наличностите ; Изчисляване на водещото време за производството ;	Подходящ само за единично и малко-сериенно производство.
2	Statistical Inventory Control (SIC)	Постигане на голяма номенклатура на закупуваните компоненти и различни срокове на поръчка – доставка;	Подходящ за масовото производство. Невъзможност посредством SIC-методите да се извършват изчисления „на ръка“
3	Material Requirements Planning (MRP)	Планиране на производствените възможности и материалните потребности ; Минимизиране на разходите за складови запаси, чрез определяне на оптимален обем и срок на доставка;	Не съществува „безкраен капацитет“ за производство. Не се отчитат базисни входни елементи на производствената система (техника, технологии, персонал)
4	Capacity Requirements Planning (CRP)	Планиране потребностите от капацитет; По-голямо количество променливи величини, изискващи големи изчислителни мощности;	Бавно пресмятане на всички генерирани за изчисляване стойности/величини
5	Enterprise Resource Planning (ERP)	Специализирана и всеобхватна обработка на управленска информация, позволяваща цялостно планиране на предприятието	Значителни инвестиции при внедряването ѝ.

Успоредно с непрекъснатото усъвършенстване и развитие на информационните и комуникационните технологии и все по-широкото ми прилагане навсякъде в ежедневието, непрекъснато се променят, разпространяват и модернизират методите и техниките за събиране, обработка, съхраняване, анализиране и ефективно използване на непрекъснато нарастващия обем данни и информация в сферата на бизнеса. При внедряване на съвременните управленски информационни системи се прилага модулност в структурата им, за да се осигури максимално интегриране и гъвкавост на управленските структури в различните организации. Паралелно с разнообразието и обхвата на фирмената дейност в различните направления и сектори е невъзможно еднозначно да се обхване и избере предварително каква информация ще бъде необходима за бизнес организацията. Има няколко основни момента при внедряването на УИС – първият- една информация може да е жизненоважна за конкретен отдел/звено/мениджър, а от друга да бъде напълно излишна за други; вторият - ако се избере стратегия за внедряване на по-широкообхватна УИС може в даден момент, този процес да е сложен, дори невъзможен за реализиране при наличие на излишни функции и модули. Самият процес около прилагането на съвременни информационни системи в дейността и организирането на дадено предприятие не е еднопосочен.



Фиг. № 2 Система за оперативна управленска информация, [Бонева, М. 2017]

Възможността за комбиниране на различни модули в една интегрирана информационна

система спомага организацията да изгради такава УИС, която да съответства напълно на нуждите ѝ. [4]

Елементите на системата за оперативна управленска информация са представени на фиг.№2

Става ясно, че интегрирането на съвременни УИС като ключов момент за развитието и съществуването на организацията е сложна, комплексна задача, придружена от множество влияещи ѝ фактори и съображения. Основните фактори, рефлектиращи върху процеса на интегриране са гъвкавост, достъпна и постижима настройка на системата, както и възможностите и готовност от страна на служителите да приемат и работят със съвременни информационни технологии.

3. Предимства при внедряване ERP-система за малките и средни предприятия (МСП).

Преди да бъдат представени предимствата при внедряване на ERP-система в дейността на малките и средни предприятия е необходимо да се изясни каква е същността на една ERP-система.

При анализ на литературатурата в тази област става ясно, че през 90-те години на миналия век се появяват т.н. Enterprise Resource Planning (ERP) системи, като компанията Gartner Group им дава широкоразпространения термин -комплексни системи за планиране на фирмените ресурси. Конкретно и точно определение, отнасящо се до изясняване същността на ERP-системите липсва.

Най-общо съвременните интегрирани системи за управление на фирмата обхващат всички процеси в едно предприятие – производство, дистрибуция, персонал, сервизна дейност, комуникация с клиенти и доставчици, счетоводство, запаси, активи. Според Петков, А. : „ERP-система е компютърно интегрирана, многомерна и многофункционална система, изградена на база клиент-сървър технология, основана на бизнес модела за планиране, контрол и глобална оптимизация на цялостната логистична верига на процесите по доставката, производството и пласмента на

готовите изделия и съпътстващите ги финансови операции“. Според компанията GE Fanuc ERP-системите представляват можещ инструмент в полза на производствените мениджъри, тъй като извличат ценна информация от заводските данни в реално време; фокусират се върху значителни подобряване на използването на ресурсите, качеството на произведената продукция, гъвкавостта на процесите, редуцирането на производствените разходи, съвместимостта с регулаторните изисквания и интеграция между заводските и бизнес системите. [7]

При анализ на литературата в тази област могат да бъдат изведени няколко основни последователни етапа при внедряване на интегрирана система за управление:[6]

1)Вземане на такова решение и избор на екип;

2)Детайлен анализ на структурата на предприятието и разпределение на отговорностите по звена;

3)Анализ на основните бизнес процеси и дефиниране на критерии за тяхната ефективност;

4)Изследване на данните, които ще се въвеждат и обработват чрез системата;

5)Разглеждане на основните документи,което системата ще обработва;

6)Определяне начина, по който ще бъдат генерирани справките и отчетите;

7)Търсене на обратна връзка относно мненията на други потребители,вече внедрили и използващи интегрирани информационни системи;

8)Окончателно решение на екипа и внедряване на системата;

Съществуват различни разновидности на ERP-системи, широкообхватни и различни в своята конкретика и прилагане в съвременните бизнес среди. До скоро внедряването и използването на такива ERP-системи е било насочено към големите корпорации и мащабни индустриални предприятия. С развитието и изграждането на конкурентна бизнес среда, все повече малки и средни предприятия (МСП) изграждат и интегрират такива информационни системи в своята дейност. Използвайки тези съвременни ERP-системи в своето ежедневие, МСП постигат няколко основни предимства:

- Информацията се въвежда еднократно без допълнителни обработки - По този начин тя става достъпна в реално време за всички лица от различните звена/отдели. Данните се внедряват в единна, разнообразна и конкретна база данни.
- Съответствие между целите и задачите на отделните отдели
- Интегриране на финансовата информация – съкращава се времето от съгласуване между отделните звена (напр. финансови и маркетингови), което спестява ценно време.
- Обединяване на информацията относно движението на стоково-материалните запаси на предприятието – ERP координира поръчките, продукцията, склада, логистиката. Грешките се свеждат до минимум, тъй като въвеждането на информация е еднократно, но е достъпна изцяло за използване от цялото предприятие.
- ERP системите подпомага планирането на доставките на материали и компоненти, оптимизира използваемостта на машините и човешкия ресурс. Постига се стандартизиране и ускоряване на производството.
- Подпомага се процесът при управление на процеси, проекти и ресурси – разпределят се задачите и подзадачите във времето, отчетността и контрола върху изпълнението му.
- Възможност от графично визуализиране на цялата налична информацията, като по този начин се улеснява отчетността на производствения процес - всяка справка, таблица или визуализация да представи на потребителя по детайлна и изчерпателна справка.
- Планиране на продажбите, производството и доставките – генерират се план-доставки и се гарантира максимално използване на финансовите и логистични ресурси на предприятието.
- Повишава се гъвкавостта на МСП в условията на непрекъсната

стандартизация и автоматизация на процесите, като по този начин спомагат предприятията да се адаптират бързо и адекватно към променящите се нужди на пазара.

- Инвестирайки в интегриране на съвременни ERP-системи, първоначалната инвестиция от страна на МСП се трансформират в основни жизненоважни конкурентни предимства.

Възможностите за повишаване ефективността на вътрешните процеси в малките и средни предприятия (МСП) са пряко свързани с гореспоменатите предимства от използване с ERP.

4. ERP-системите в основата на Индустрия 4.0.

Като ключови предложения за повишаване ефективността и конкурентоспособността на МСП могат да бъдат изведени на преден план плюсовете, реализирани при развитието, надграждането и внедряването на последно поколение ERP-системи в условията на четвърта индустриална революция - Индустрия 4.0.

Четвъртата индустриална революция е надградена върху основите на цифровата такава и обединява редица технологии и дигитални решения, които водят до големи промени в начина на мислене/ действие в икономиката, бизнеса, обществото и човекът – от една страна, играещ ролята на служител и от друга – на потребител.

Според Великов, М., Индустрия 4.0. представлява – иновативни и интелигентни решения, които са свързани с производството на стоки, рационализиране на процесите по доставка на суровините им, тяхната изработка и логистика. С други думи всички машини, част от производствения процес имат възможността да обменят информация помежду си, ще си взаимодействат, като по този начин се постига координиране между срокове и процеси. Цялото това сходство се постига чрез ИТ решения, иновативни процеси и дигитализация - навлизане на Интернет на нещата (IoN), еволюция в областта на роботиката, 3D-

принтирането, облачни технологии, технологии, базирани на т.нар. изкуствен интелект и др. [6]

Успоредно развитието на ERP-системи в условията на Индустрия 4.0 спомага при съкращаване разстоянието между производител и краен потребител. Предимствата около дигитализацията на производството, която е в основата на четвъртата индустриална революция не биха имали своето отражение и пряка връзка върху МСП, без съвременните системи за управление на бизнеса (ERP). Анализирайки еволюцията на тези системи още в първата част на настоящата публикация, става ясно че те не са новост в областта на индустриалното производство, като по този начин се акцентира върху тях като ключов фактор за успеха и придобиването на конкурентни предимства в условията бързо изменяща се бизнес среда. Съгласуването между съвременните ИТ технологии и ERP е предпоставка за доразвиване и разширяване функциите на съвременните системи в системи от най-ново поколение - ERP II. Модерните ERP решения, работещи на модулен принцип в унисон с Индустрия 4.0. се развиват и предоставят възможността на МСП да използват облачна (онлайн) версия на ERP-система. Това от своя страна води до минимизиране на разходите по внедряване и използване на ИТ-оборудване. Това е ключов момент, тъй като сами по себе си малките и средни предприятия не разполагат с мащабността и финансите на големите организации и корпорации. Нещо повече, взаимосвързаността между развитието на ERP в условията на Индустрия 4.0. спомага и в постигане на една защитена и надеждна среда, в която да се съхранява, обработва и оперира цялостната информация, касаеща дейността на даденото предприятие. [5]

Направена е следната конкретизация, относно най-значителните ползи за МСП, произтичащи именно от гореспоменатата взаимосвързаност:

1. Постига се изчерпателна представа и пълен контрол върху всички протичащи процеси в предприятието – осъществява се връзка между постъпващата от реалното производство информация и начин на

организиране на бизнес данните, генерирани от останалите звена/отдели. По този начин се обезпечава информационна среда, която допринася за вземането на ясно и конкретно обосновани решения.

2. Осъществява се прецизно планиране и по-голяма гъвкавост на производството, благодарение на постъпващата в реално време информация. Най-важен момент, рефлектиращ върху самият процес на взимане на конкретно управленско решение е обезпечаването му с реална информация. За да бъде едно предприятие успешно и развиващо се на първо място то трябва да се управлява, чрез достоверна информация. Постига се прецизно планиране и управление на материалните запаси и производствени ресурси. Това от своя страна позволява на МСП да реагира гъвкаво и устойчиво в условия, при постъпване на извънредни поръчки или да се възползва от възникващи пазарни възможности.

3. Постигане на по-висока потребителска удовлетвореност – постига се по-висока прецизност при изпълнение на поетите поръчки и спазване на обещаните срокове.

5. Заключение

Оптимизацията при вземане на решения, постигане на ресурсна продуктивност (производство на възможно най-много продукция от наличните ресурси) и ресурсна ефективност (при възможно най-нисък разход на ресурси за наличните количества продукция), индивидуалният подход към потребителя, гъвкавостта и потенциалът за създаване на стойност, чрез предлагане на нови услуги обобщава и представя, колко е важен и необходим процесът по повишаване ефективността на вътрешните процеси в предприятието. По този начин разгледаните ключови предимства и ползи от внедряването и използването на съвременни ERP, определят системите като мощен инструмент за постигане на висока ефективност и конкурентоспособност на МСП, в условията на силно развита конкурентна среда.

Настоящото изследване е проведено в рамките на научноизследователски проект НП14/2019 на катедра „Индустиален

мениджмънт“ в Технически университет – Варна и работата по тази тема продължава и след неговото приключване.

6. Използвана литература

1. Бонева, М., Неделков, Ан., Приложение на интегрирани информационни системи за управление на процесите в организациите, Русе, 2017г
2. Петков, Ал., Създаване на управленска информационна система в производствената фирма, Научно-практическа конференция с международно участие, Академично издателство Ценов, Свищов, Том 1, 2003, 188-197 стр.
3. Петков, Ал., Управленски информационни системи, Русе, 2004
4. Попов-Айкова, Р., Управленски информационни системи, Университетско издателство Стопанство, С. 1996г.
5. www.balkanservices.com
6. www.enterprise.bg
7. www.researchgate.net

За контакти:

инж. Нели Добринова Велева
Машинно-технологичен факултет –
Технически университет - Варна
neli_veleva@tu-varna.bg

БЪЛГАРСКИЯТ ПРИНОС ЗА МЕЖДУНАРОДНАТА ЕКСПЕДИЦИЯТА С ПАПИРУСОВАТА ЛОДКА „ABORA IV” ОТ ВАРНА ДО АНТАЛИЯ – ОЩЕ ЕДНА ГЛЕДНА ТОЧКА**Александър Александров, Иван Иванов**

Резюме: Проектът „ABORA” има близо 20 годишна история. Ръководител е германецът Доминик Гьорлиц, последовател на норвежският изследовател Тур Хейердал. „ABORA IV” е експедицията от 2019 г. Главната ѝ цел е да бъде установено на практика дали корабите от късните Неолитни и ранни Бронзови векове биха могли да напуснат Черно море и плават в протоците между островите в Егейско море. Според архивна документация по това време цивилизацията от двете страни на Босфора са общували по море. Предвидено е строежът на лодката да стане в Сочи. Плаването о да бъде по маршрут Сочи, Варна, Босфора, Дарданелите, Лимнос, Санторини, Крит и Кипър. Впоследствие се налага експериментът да започне от Варна. ABORA IV е построена от боливийски индианци от племето Аймара, фамилията Лимачи от езерото Титикака. Те вече са строили лодките „RA II” и „TIGRIS” на Хейердал и „ABORA II” и „ABORA III” на Гьорлиц. Тръстиката е доставена от езерото Титикака и принадлежи към класа „папирусови”. Лодката е построена за около два месеца от международен състав от Асоциацията за експериментални археологически изследвания, Кемниц е.В. (Германия). Участват между 12 и 14 души от 7 националности: Боливия, България, Нидерландия, Германия, САЩ и Русия. Кап. Александър Александров и Теодор Роков са българските представители. Командването на кораба е отговорност на германците Доминик Гьорлиц и Петер Шмолке. Корабът е с двоен корпус (сал тип катамаран), който пропуска вода, тъй като е от тръстика. Това прави превозното средство на практика непотопяемо. Съвременните технологии за безопасност, спасяване и радио свързка осигуряват безопасното плаване, корабът плава под германско знаме. В съответствие с условията на Федералната морска администрация, #56, за традиционните и изследователските кораби не се изискват специални лицензи. Препоръчва се те да отговарят на общите правила за безопасност. Плаването започва на 16 август 2019 г. от Варна и завършва благополучно на 19 септември 2019 г. край Анталия, Турция. То е съпътствано от редица рискови ситуации, с които участниците се справят. Експериментът показва, че между Черно и Средиземно море може да се плава с тръстикови кораби, а използването на вертикални бордови килове води до подобряване на управляемостта и стабилитета на плавателното средство.

Въведение

Германският учен д-р Доминик Гьорлиц вярва, че древните хора са използвали океаните за да общуват помежду си. Опровергавайки множество критики, той провежда няколко експедиции през различни морета, като плава с неговия екипаж на тръстикови лодки с различна големина. Те са построени по старинна праисторическа технология, подобно на плавателните съдове на норвежеца Тур Хейердал.

Проектът „ABORA” има близо 20 годишна история. Той включва няколко експедиции. До момента са реализирани: „ABORA I” през 1999 г. от остров Сардиния покрай Корсика до устието на р. Елба; „ABORA II” през 2002 г. от остров Кипър през Ливан до бреговете на Египет и „ABORA III” през 2007 г. от бреговете на Северна Америка (Ню Йорк) до Азорските острови (незавършена). Четвъртата подред е с лодката „ABORA IV” по пътя на аргонавтите между Черно и Средиземно море. Ръководител е д-р Гьорлиц съвместно с норвежкия институт „Тур Хейердал”. Експедицията „ABORA IV” се провежда през първата половина на 2019 г.

Според архивна документация древните цивилизации от двете страни на Босфора са общували по море. Херодот описва, че народите от Източното Средиземноморие, Древен Египет, Месопотамия и бреговете на Черно море, са имали търговски контакти помежду си. Полулегендарните митове

разказват, че египтяни са преминавали през земите на Тракия и Скития и са достигнали до подножието на Кавказ, където са основали древното царство Колхида (дн. Грузия). Главната цел на експедицията е да бъде установено на практика дали корабите от късните Неолитни и ранните Бронзови векове са напускали Черно море и са плавали в протоците между островите в Егейско и Средиземно море. Предпоставка за това е информацията, че тези търговски контакти между египтяни и народите от Черноморието са довели до използване на метали (желязо, калай) в строежа на пирамидите. Какъв точно е произходът на тези два метала – това е една от въпросителните пред съвременната история. Но едно е ясно - най-старото обработено злато в света е открито край Варна, в легендарния халколитен некропол. Египтяните са използвали и янтар още от каменно-медната епоха, който също е адресиран в Черно море. Другата основна цел на експедицията „ABORA IV” има социален характер. Това плаване е посветено на 50-та годишнина от плаването на Тур Хейердал с тръстиковия кораб „РА II”. Наред с това д-р Гьорлиц си поставя амбициозната задача да докаже, че представители на различни държави и култури, могат да работят заедно и да съжителстват нормално на едно незначително пространство, при неизвестност и тежки морски условия. Затова мотото на експедицията е „Корабоплаване за мир”.

Планирано е древният кораб да бъде построен в Сочи, откъдето да започне и самата експедиция. После маршрутът да премине през Варна, Турските протоци (Босфор и Дарданели), някои гръцки острови в Егейско море, Крит и Кипър. В началните месеци на 2019 г. пътешествениците пристигат в Сочи, но поради продължителното забавяне там, решават да се прехвърлят във Варна. Впоследствие и тази ротация претърпява промени не само в плана, но и в неговото изпълнение, за което ще стане дума по-нататък. Но едно остава непроменено - началото на експедицията е във Варна.



Източник: AFP



Източник: <https://phys.org/news/2019-07>

„ABORA IV” е съвременна реплика на древноегипетски кораб от преддинастическата епоха (V–IV хил. пр. Хр.). За прототип са използвани скални изображения на плавателни съдове, открити в Египет, датирани 3500 г. пр. Хр. Корабът плава под германско знаме. Независимо, че

според германското законодателство този вид морски плавателни съдове са освободени от обичайните изисквания, лодката е снабдена с навигационно, радио-навигационно, противопожарно и спасително оборудване, което осигурява безопасното плаване. Плавателният съд беше построен от боливийски индианци от племето Аймара, фамилията Лимачи от крайбрежието на езерото Титикака. Те вече са строили лодките „RA II” и „TIGRIS” на Хейердал и „ABORA II” и „ABORA III” на Гьорлиц. Тръстиката е доставена във Варна от Боливия и принадлежи към класа „папирусови”. Някои от основните данни на кораба са: дължина 14 м., ширина 4 м., височина на борда 2 м., височина на мачтата 12.5 м., дебелина на корпуса 1.6 м., тегло на лодката 12 т., а във водата до 30 т. Корабът е с двоен корпус (сал тип катамаран), който пропуска водата. Това го прави на практика непотопяем, тъй като безбройните кухни на тръстиката създават положителна плавучест. Задвижва се от едно правоъгълно платно с големина 62 кв.м. Управлението се осъществява със система от подвижни килове, разположени вертикално по двата борда на носа и кърмата съответно 2x4 бр. и 2x3 бр., както и две кърмови гребла, скрепени по специален начин. Киловете дават възможност лодката да се движи с до 70 градуса срещу вятъра и подобряват стабилността ѝ при лошо време. Скорост ~1,7 възла, макс. скорост ~3,5 възла, дължина на планирания маршрут 1165 морски мили (~2150 km). На борда има вместимост за хранителни продукти, сладка вода и две спални помещения за две вахти от по 4 души. Екипажът се състои от 12 души, като останалите четирима са на вахта.



„ABORA” на море; Източник Д-р Д.Гьорлиц

Българският принос

Първа част

Доктор Гьорлиц извършва редица подготвителни действия, като се свързва с руски и турски специалисти по история на древните цивилизации и други заинтересовани от начинанието. За начало на експедицията може да се приеме ноември 2018 г., какви са били първоначалните намерения е описано по-горе. Доколкото е известно, Русия не поема разходите за логистиката и построяването на кораба. Това се предлага от други заинтересовани, но срещу заплащане, което проектът не може да осигури. Тогава възниква идеята експедицията да се прехвърли във Варна. Затова в началото на март 2019 г. са направени предварителни проучвания за безплатното осигуряване на някои основни потребности. Най-значителен принос за това има Теодор Роков, който е представител на Археологическия музей във Варна и е включен в екипажа на плаването. По негова препоръка, съвместно с Доминик Гьорлиц те се срещат с кмета на Белослав Деян Иванов и с Данко Калчев – управител на фирма "INHOM", разположена в Белослав. Фирмата има собственост на южния бряг на канал 2 от Варненското езеро до пристанище Варна-Запад, в непосредствена близост до линията на ферибота «Белослав». Там е запазен функциониращ цех от Белославския завод за стъкло. Създаден е и впечатляващ «Музей на стъклото» с произведения на местни майстори-стъклари и родни скулптури. С участието на специалисти от БАН във фирмата е разработена уникална технология и се произвеждат материали от стъкло, с подобри характеристики от металите. Г-н Калчев осигурява безплатно място за строежа на лодката, работни помещения и всякаква друга логистична подкрепа. По-късно в съществуващия музей е подредено музейно пространство и за експедицията «ABORA IV». Ръководството на Община Белослав дава съгласието си за започването на строежа на древния кораб на нейната територия, както и за цялостна подкрепа според възможностите. Например, Общината внася редица подобрения в помещенията за настаняване на екипажа, които се намират в

административната сграда на бившия «Завод за стъкло», сега собственост на «Логистичен център Варна».

Организирана е и среща с кмета на община Варна Иван Портних, който междувременно е получил писмо от Роланд Метлинг - кмет на Роцок с молба за съдействие на експедицията. Варна и Роцок са градове-побратими.

Изследователите-пътешественици се установяват в Белослав през м. март 2019 г. Теодор Роков и Данко Калчев съдействат за провеждането на няколко информационни срещи за запознаване на обществеността с предстоящата експедиция в: Археологическия музей, административната сграда на Пристанище Варна и Белослав.

На срещата в Археологическия музей кметът Иван Портних обявява, че кметът на Роцок го е уведомил, че е подкрепил двете предходни експедиции и ще има активна роля в предстоящата в Черно море, която ще се проведе с участието на Регионалния исторически музей – Варна и Музея за култура и история на Роцок. В тази връзка той допълва още че очаква експедицията не само да популяризира богатото културно-историческо наследство на Варна и региона, но и да надгради приятелските контакти и сътрудничество със страните от региона.



27.03.2019 г. Пресконференция в Археологическия музей във Варна. Отляво надясно: Д-р Гьорлиц, гл.ас.д-р Мария Манолова-Войкова-зав.отд.Археология, Т.Роков, Ив.Портних-кмет на Община Варна, проф.Т.Костадинова-Зам.ректор на Медицинския университет, инж.Деян Иванов-кмет на община Белослав и Данко Калчев – управител на "INHOM";

Източник: www.chernomore.bg

Няколко часа след тази прес-конференция в административната сграда на Пристанище Варна се провежда и информационна среща с някои представители на морската общественост и ръководството на ИА „Морска администрация”. Събитието е организирано със съдействието на Данко Калчев, кап.Б.Богданов-председател на Българска морска камара и ръководството на пристанището. Една от задачите е да бъдат изяснени условията за строежа на праисторическия кораб и екипировката му, формалностите по отплаването и т.н. По-късно става ясно, че задачите не са уточнени.

По това време се договарят условия освен Археологическия музей, като партньор към проекта „ABORA IV”, да се включи и екип от изследователи от Медицинския университет във Варна. Търсят се възможности медиците да следват тръстиковата лодка с яхта, като периодично се правят необходимите медицински изследвания на Теодор Роков. Ако се наложи, яхтата може да се включи при преминаването на Босфора, като съпровождащ плавателен съд и да върне обратно Роков след приключването на експедицията. Но до договор не се стига.

Както в Русия, така и тук има затруднения с митническото освобождаване на боливийската тръстика. Строежът на папирусовия кораб започва през май-юни 2019 г. в района на частната фирма “INHOM”, край Белослав. Лодката е построена за около два месеца от международен състав от Асоциацията за експериментални археологически изследвания, Кемниц (Германия). Участват между 12 и 14 души от 7 националности: Боливия, България, Германия, Нидерландия, САЩ и Русия. Теодор Роков и кап. Александър Александров, който се включва по-късно, са българските представители. Командването на кораба е отговорност на германците Доминик Гьорлиц и Петер Шмолке.

Междувременно в Белослав е проведена информационна среща, на която обществеността е информирана за предстоящото събитие, уникално за тези места.



Белослав, “INHOM”, канала към п-ще „Варна-Запад”, стапела на „ABORA IV”;

Източник: Д-р Гьорлиц



юни 2019 г., информационна среща в Община Белослав; на първия ред в бяло е Д. Калчев, а в оранжево е екипажът на експедицията

В края на м.май по едно случайно съвпадение към съмишлениците на експедицията се присъединяват г-жа Бисерка Зафирова, която е магистър-германист, дългогодишен университетски преподавател и

преводач, нейният син Антон и техни близки. Те живеят в Белослав и оказват непрекъснато многостранно съдействие на пътешествениците не само с рутинни и важни преводи от немски на български и обратно, но и със специализирана техника, инструменти, снабдяване с материали и връзки със специалисти. Например, от особена важност беше осигуряването на специализиран кран с размах на стрелата 50 м. и булдозер, с помощта на които корабът беше придърпан до уреза на водата за последващо спускане на вода.



31.07.2019 г., Белослав, “INHOM”,
придърпване на кораба до водата;

Източник: Д.Гьорлиц

Въпреки горещото време строежът на древния кораб напредва. Няколко души от екипажа вече се сменят поради изтичане на отпуските им. През м. юни е организирана втора информационна среща, посветена на международната изследователска експедиция „АБОРА IV”. Този път в района на “INHOM”, където е импровизираната корабостроителница. Дейно участие вземат сем.Зафирови. Съобщено е, че строежът на тръстиковия кораб напредва, независимо от тежките атмосферни и трудни битови условия. Описаните дотук събития са по информация на някои от участниците в подготовката на експедицията от българска страна. Следващата част от хронологията е разказана по лични впечатления от кап.Александров, който се включва в проекта към края на м.юни като консултант по морските въпроси.



Теодор Роков и кдп Александър Г. Александров са българските участници в експедицията “ABORA IV”;

Източник: личен архив Роков и Александров

Втора част

Случайно или не, но включването ми в състава на проекта „ABORA IV”, стана в духа на разказите от „Старогръцки легенди и митове”. Интересувах се от подобен род събития още от ученическите години. По-късно по време на работата ми на море в Порт Елизабет, Южноафриканската република се случи срещата ми с кап. Г.Георгиев, който тогава с яхтата „Кор Кароли” пресичаше Индийския океан от Австралия към Африка, появили се предложения за включване в околосветски плавания на други наши ветроходци и първата експедиции до Южния полюс. През пролетта на 2019 г. бях прочел, че край Варна, в Белослав, се строи тръстиков лодка и отидох да видя как върви строежа ѝ. В района на Музея на стъклото, на няколко метра от канала към пристанище Варна-Запад имаше само дървено скеле, знамена на няколко държави и дълга дървена маса под крайбрежните дървета. Помислих

си, че щом има маса, тая работа ще я бъде. По-късно реших отново да посетя мястото и там вече имаше стапел и някои от основните елементи на бъдещия дървен кораб. Обсъдихме с моя син идеята да бъде направено предаване за цялостния проект и строежа на лодката, за което той се среща с ръководителя на експедицията д-р Доминик Гьорлиц от Германия, близък приятел и последовател на норвежския изследовател Тур Хейердал. Скоро след това се запознах лично и с Доминик. С активното съдействие на г-жа Бисерка Зафирова той ми обясни най-важното около проекта „АБОРА IV“, а аз му предложих да участва с негови филми в събитие на морска тематика, което предстоеше да организирам. Постигнахме съгласие. Поллюбопитствах как е осигурено плаването, преминаването през Босфора и Дарданелите, състава на екипажа, съхраняването на вода и храна, морската екипировка и т.н. Оказа се, че има доста обширно поле за действие, а в експедицията нямаше професионалисти в тази морска област. Доминик ми предложи да бъде консултант. Като начало само за работата до отплаването от Варна. Сработихме се много бързо, вероятно поради общите интереси, влечението към откривателството и приключенския дух на начинанието? На този етап все още нямаше ясна представа как ще се развият нещата по-нататък, но предусещах, че ще участвам и в плаването, независимо че имаше редица неизвестности.



01.07.2019 г., Белослав, "ИННОМ", Меморандум за сътрудничество Отляво надясно: Ал.Александров, Б.Зафирова, Д.Гьорлиц; Източник: личен архив на Александров

Разпределихме си работата така, че наред с определянето на конкретните задачи, свързани с експедицията, подготвих предложения за решаването им, водех необходимата кореспонденция, пътувахме за набавяне на снабдяване. Доминик се беше съсредоточил главно върху завършването на строежа на праисторическия кораб, където непрекъснато изникваха различни затруднения. Например, след детайлна проверка из предприятията в околността се оказа, че няма достатъчно дълъг струг и специалист, който да изработи двуногата дървена мачта с дължина на стволите 12 м. и двете кърмови гребла по 6 м. всяко, необходими за управлението на плавателния съд. Накрая бяха повикани дърводелци от Германия, които извършиха обработката на ръка.

По отношение на морските задачи предстоеше изясняването на редица основни отговорности, свързани главно с изискванията на „Морска администрация“; застраховки на екипажа, кораба, околната среда; агенти за Турските протоци, връзки с турските и гръцките власти и други. Оказа се, че на практика в България вече няма морско застраховане. За намиране на верния път особено полезни бяха съветите на кап.Валентин Пожарски. След няколко конструктивни професионални разговора с кап. Живко Петров и кап. Валентин Енчев бяха уточнени и всички изисквания на „Морска администрация“ за осъществяването на едно безопасно плаване на експедицията. Оставаше ни да уредим преминаването на Босфора и Дарданелите, спирането и плаването в турски териториални води, за което се наложи да се срещнем с колеги от Бургас и да посетим Турското консулство. Първоначално ни беше обяснено, че тази тема е специфична и не се отнася до ангажиментите на дипломатите. По-късно обаче успяхме да се срещнем с турския консул Н.Пр.Нурай Иньонтепе, който прояви интерес. Впоследствие той посети строежа на лодката в Белослав, присъства на спускането ѝ на вода и оказа решаващо съдействие за цялостното плаване и посрещането на експедицията в турските пристанища. Много интересна беше и срещата ни с Генералния

директор на Пристанище Бургас г-н Диян Димов и колегите му от управлението. Те предложиха редица инициативи, свързани с уреждането на експозиция след завършването на експедицията.



05.07.2019 г., среща с ръководството на пристанище Бургас В средата Д-р Д.Гьорлиц, отляво надясно: Ал.Александров, Д.Димов-Ген.директор, Ив.Капитанов и Ст.Димов; Източник: личен архив на Александров

Горещите летни дни поставяха на изпитания силите и нервите на многонационалния екипаж. Чест прави на хората, че въпреки неблагоприятните условия, те проявяваха усърдие в името на общото дело. Заедно с тях работеше и Тео. В това време аз се занимавах повече с решаването на морските административни въпроси, което изискваше срещи по институции извън Белослав. Обстановката беше напрегната, но пътешествениците успяваха да запазят самообладание. Тъй като участието в експедицията е на доброволни начала, първоначалното забавяне предизвика редица промени в екипажа. Наложиха се някои от състава да се завърнат по домовете си. На Том, пожарник от САЩ, участник в експедицията “ABORA III”, трябваше да бъде подновена визата в Американското посолство в София. Очертаваше се забавяне, но беше намерен начин за уреждане и на тази задача.

Строежът на „ABORA IV” в развитие;
Източник Д-р Д.Гьорлиц



Технологията за строежа на кораба изискваше събирането на стръкове тръстика в снопи с различна големина, докато се оформят съответните части от корпуса. За да бъде осигурена необходимата монолитност, снопите се стягаха с въжета, опъвани на ръка от множество хора. Тази роля изиграха

студенти и курсанти от ВВМУ „Н.Вапцаров“ и Техническият университет във Варна. Освен жежкото слънце това допълваше донякъде представата за корабостроенето от праисторическата епоха. Все пак предложих на Доминик, за да бъдат стегнати по-добре сноповете тръстика, да използват специалните динамометрични механизми, с които се работи по корабите.

Така нямаше да изневери на морския дух в начинанието. Резултатът беше много добър. „Корабостроителницата“ беше посещавана от любопитните да научат повече и на място за забележителната експедиция, да се „докоснат“ до древността. Независимо от трудностите и напрегнатото ежедневие Доминик успяваше да обърне внимание на желаещите да разгледат странния кораб, да се снимат с истинските боливийски индианци Фермин и Юри (баща и син), които са потомствени корабостроители и да си вземат за спомен различни сувенири.



25.07.2019 г. – Може би това са бъдещите мореплаватели - Боби и Светльо;
Източник: личен архив на Александров



31.07.2019 г., гостенчетата от „Слънчевата къща“ (Sun House на г-жа Ралчева);
Източник: личен архив на Александров

Наред с работата по строежа на кораба и решаването на другите морски задачи екипът водеше и информационна кампания за замисъла на проекта „ABORA“ и в частност на експедицията „ABORA IV“. На 01.06.2019 г. Доминик вече беше провел среща в яхт-клуба. По-късно съвместно с Теодор Роков, тримата посетихме Морското училище за по-обширно представяне не само на предстоящото плаване, но и за предишни български експедиции по р. Дунав, Черно и Егейско море. Те бяха описани от Тео, който е един от участниците със значителен принос за морския дух на музея.



Морско училище, Информационна среща за минали български морски експедиции и проекта „ABORA“; Източник: личен архив на Александров

Много интересна беше срещата ни с гражданите и гостите на Каварна по случай прожектирането на филмите на Доминик за експедицията „ABORA III“ и информацията относно предстоящото плаване с „ABORA IV“. Каварненци бяха особено чувствителни по темата, тъй като вече имаха опит от подобни инициативи, защото тук живее д-р Васил Куртев, който на 80 год. извърши сам околосветско плаване с яхта.

Последните седмици преди отплаването бяха много напрегнати. Възникваха множество затруднения, които винаги съпътстват новите събития. Без изключителната и всеотдайна подкрепа и практическа работа на нашите съграждани, специалисти, ръководители от държавната администрация, местните власти и неправителствения сектор, начинанието едва ли щеше да има успешно начало и развитие.

Всички участници в експедицията би трябвало да са благодарни на българската страна.

Поради редица обективни причини датата на спускането на вода и отплаването от Варна беше променяна няколко пъти. Това зависеше от изпълнението на няколко важни задачи:

1. След завършването на основните строителни работи корабът трябваше да бъде приближен до водата;
2. На следващия ден да бъде спуснат на вода и швартован наблизко на подходящо кейово място, където да остане за два-три дни и тръстиката да поеме необходимото количество вода; същевременно да се извършат някои достроечни дейности;
3. Провеждане на натурни изпитания в езерото за определяне на поведението на кораба на вода;
4. Намиране на кейово място в п-ще Варна-Изток и буксировка до него, за да бъде лесно и бързо излизането за натурни морски изпитания и отплаването;
5. Товарене на вода, храна и снабдяване;
6. Проверки от инспектори на „Морска администрация” и „Митницата”;
7. Отплаване.

Много е важно да бъде отбелязано, че качествено решаване на всяка една от тези задачи зависеше от премерената координация и точното изпълнение на редица други предварителни съпътстващи дейности, за което се изискваха познания за хората и възможностите на местно ниво и много добро сработване с ръководството на експедицията. За радост на всички в основни линии това беше постигнато.

На 31.07.2019 г. придърпахме лодката с няколко метра напред, така че за деня на спускането ѝ, тя да бъде възможно най-близо до водата. Това ни отне около 2 часа. За целта използвахме специализиран кран с обсег на стрелата близо 50 м. Кранът дърпаше кораба напред, а откъм кърмата един булдозер я придържаше, за да не „полети” направо във водата. За намирането на двете тежки машини съдейства Антон, синът на Бисерка Зафирова.

След поредица от разговори с общинските служители от Белослав и лична среща с кап.Томов-управител на „Белфери” успяхме да намерим общи морски интереси и мястото

за изпълнение на задача 2 беше осигурено. Пред смаяните погледи на Доминик и останалите присъстващи се редуваха живи спомени, свързани с хората и морето, трупани през десетилетията.

Кейовото място в пристанище Варна-Изток се намираше в акваторията на яхт-клуб „кап.Г.Георгиев”. Безвъзмездното му използване беше осигурено от ръководството на пристанището. Неоценимо съдействие за цялостния престой там, безплатното изтегляне на „ABORA IV” до рейда за натурни морски изпитания и последваща буксировка до рейд „Галата” за отплаване, оказаха Иво Танев, Диана Янева и Милен Славов (собствениците на яхта „Мирелла-3”, с която бяха извършени буксировките). Всичките са от яхт-клуба.

Компонент от изключително важно значение за експедицията беше намирането на влекач. Това беше „Алкаид” на Параходство БМФ. Принципната подкрепа дойде от взаимодействието на Данко Калчев, кап.Богданов и кап.Ал.Калчев-Ген.Директор на Параходството.

Спускането на вода стана на 01.08.2019 г. при много тържествена обстановка и специална програма, за което съдейства Община Белослав (организационно и финансово). Предварително бяха разпратени покани до множество заинтересовани официални лица: министъра на културата и министъра на образованието и науката; кметове на морски общини и областни управители, директори на държавни агенции, ректори на университети, музеи, медии, обществеността. Не забелязахме особен интерес от страна на поканените. За сметка на това присъстваха двама почетни консули: Н.Пр.Антонио Таркуинио - на Италия и Н.Пр.Нурай Иньонтепе – на Турция. И двете държави имат вековна история и култура, включително и морски традиции. Кдп Валентин Енчев също уважи празничното събитие.

Церемонията започна с няколко народни танца, изпълнени от фолклорна група “Mil Dance Mladost”. Последваха приветствия и размяна на паметни знаци. Древният кораб получи името „АБОРА IV” от кръстницата Корнелия Лоренц, близка на Доминик и участничка в предишни негови експедиции.



01.08.2019 г., Белослав, “INНOM”, спускане на вода; Източник: Д.Гьорлиц

Спуснахме тръстиковата лодка на вода и я швартовахме на близкото кейово място. Това стана с помощта на влекача „Алкаид” на „БМФ”. Няколкото дни престой бяха използвани за довършителни работи и поемане от тръстиката на необходимото количество влага. Последваха кратки изпитания в езерото и буксировка до яхт-клуба, където бяха извършени последните приготовления.



Варненското езеро, на буксир с влекача „Алкаид” към яхт-клуба; източник: Иво Танев

Вече беше решено, че ще участвам в натурните изпитания в езерото, на море и първия етап от плаването от Варна до Истанбул, включително с преминаване на Босфора. Първите изпитания показаха, че лодката стои добре на вода, няма крен или диферент, мачтата е на точното място и управлението работи успешно. Продължихме веднага към яхт-клуб „кап.Г.Георгиев”. На

свечеряване застанахме на определеното място „Плочата” в акваторията на клуба.



12.08.2019 г., Варна, яхт-клуб „кап.Г.Георгиев”, на кея „Плочата”

Морските изпитания бяха проведени в акваторията между н.Галата, вълнолома и крайбрежната ивица. Имаше около 4 бала вятър и вълнение от североизток. Заслужава да бъде отбелязано, че лодката и стъкмяването издържаха, без каквито и да са повреди. Нямаше никакво загребване на вода, независимо, че вълнението беше сериозно, въпреки че бяхме в залива.



14.08.2019 г., Варна, натурни морски изпитания на “ABORA IV”, на мостика са: Александров, боливиецът Фермин и Д-р Д.Гьорлиц; Източник: личен архив Александров

Времето преди отплаването беше разпределено буквално по часове и минути. На 16 август следобед се състоя тържествено изпращане, на което присъства и кметът на Варна г-н Иван Портних. В 18:00 ч. отдахоме

вързалата и с помощта на „Мирелла-3” се насочихме към открито море. В 21:00 ч. източно от н.Галата освободихме буксира и с попътен североизточен вятър от 3-4 бала се насочихме към Босфора.



16.08.2019 г., яхт-клуб „кап.Г.Георгиев”, изпращане, Ив.Портних-кмет на Варна; Източник: Иво Танев

Плавахме покрай брега. Вятърът запазваше силата и посоката си, но вълнението ставаше по-неприятно, тъй като се появиха вълни от различни посоки. Лодката, платното и такелажа вече изпитваха по-сериозни въздействия. Все пак напредвахме по посока на Истанбул със средна скорост около 3 възла. На паралела на Бургас се появи възможност да се отбием там. На практика това не стана по редица обективни причини, свързани главно с недостига на време за цялостното завършване на експедицията. Колкото приближавахме протока, толкова времето ставаше по-неблагоприятно. Определенията показваха, че ще достигнем входа с отклонение от около двадесетина мили на запад.



16.08.2019 г., „ABORA IV“ на буксир от яхтата „Мирелла-3” на Диана Янева и Милен Славов за отплаване от Варна; на снимката вляво е Иво Танев; Източник: Иво Танев



18.08.2019 г., преход Варна-Истанбул, Майк и Том приготвят вечерята; имаме и „русалка” на борда; Източник: личен архив на Александров

От силното клатене няколко от вертикалните килове се счупиха. Тези киллове представляват талпи с размери 4.0 x 0.4 x 0.04 м. Те служеха като успокоители и за подобряване на маневреността на лодката. Доминик беше открил наличието на тези елементи на старинни праисторически рисунки и ги приемаше за негов принос в съвременните експедиции с папирусови плавателни съдове. Плавателната практика беше показала, че те наистина вършат добра работа. Счупването им напомни, че е трябвало да бъде намерен по-добър материал. Така или иначе на 19.08.2019 г. около обед подходихме към турския бряг. Както беше

уговорено предварително, очаквах ни два катаера на турските спасителни служби. Единият ни взе на буксир. Влязохме в живописното рибарско пристанище Румелифенери на свечеряване, за да изчакаме подходящо време за преминаване на протока. Турците ни посрещнаха много радушно. Вечерта отпразнувахме благополучното завършване на този етап от плаването.



19 и 20.08.2019 г., подхождаме към Румелифенери и снимка за спомен с част от състава на Турската спасителна служба в района; Източник: личен архив Александров

Следващият ден беше отделен за набавяне на дървен материал за възстановяване на киловете, преглед на състоянието на корпуса и стъкмяването. Късно следобед се снемме и насочихме за преминаване на Босфора отново с помощта на двата катаера. Плаването мина без проблеми. Вечерта на 20.08.2019 г. се швартовахме в Каламъш Марина, яхтено пристанище за 4500 яхти на азиатския бряг, южно от контейнерния терминал „Хайдар Паша“. Следващите няколко дни минаха в подмяна на киловете, подобрения в платното и някои организационни дейности. Наред с това лодката беше посетена от представители на големите световни медии. Доминик даде много интервюта. Бяха извършени и някои промени в състава на екипажа.



20 и 21.08.2019 г., на юг през Босфора и медиите за нас на кея в Каламъш Марина; Източник: личен архив Александров

Моята уговорка за участие в плаването беше до тук. На раздяла си направихме обща снимка. Прибрах се във Варна с автобуса от Истанбул на 24.08.2019 г.



22.08.2019 г., Каламъш Марина, Истанбул
I ред отляво първите двама са: Д-р Д.Гьорлиц-Ръководител, кап. Ал.Александров-морски съветник, а вторият отдясно наляво е Теодор Роков: източник личен архив Александров

На 23.08.2019 г. експедицията продължи своя ход през Мраморно море и Дарданелите, където спира за няколко дни в Чанаккале и посещава Троя.

След няколко дни престой мореплавателите се отправят към гръцките острови Лимнос и Санторини. Експедицията приключва на 20.09.2019 г. в Каш близо до Анталия. В момента „ABORA IV” е на стапел сред руините в праисторическия град Патара.



16.08.-20.09.2019 г., плаването на „ABORA IV” от Варна до Каш, Турция;

Източник: www.abora.eu

Междувременно на 10.09.2019 г. получих съобщение от Доминик, че Турция е изразила готовност да поеме изцяло разходите по изваждането на тръстиковата лодка „АБОРА IV” и да изгради нов музей в околностите на Анталия, където ще бъде установена подходяща изложба. Трябва да се знае, че Д-р Гьорлиц отправи това предложение първо на нашата страна още по време на строежа на лодката, но на практика нямаше изявен интерес.

Изводи и препоръки

Като всяко ново начинание и това беше съпътствано с редица неизвестности и затруднения от обективен и субективен характер. Не е за пренебрегване факта, че съставът на 11 членния екипаж беше международен. С изключение на един американец, по един холандец и руснак и двама българи останалите са германци. Продължителната работа на брега в разгара на лятото, тясното пространство на лодката по време на плаването и непривичните дейности бяха изпитание за нервите на всеки един от мореплавателите, особено като се има предвид, че те не са професионални моряци. Участието им в експедицията е на доброволни

начала. Все пак може да се приеме, че първият етап до Истанбул премина успешно, без здравословни проблеми в екипажа и особени щети по лодката. Така завършва и плаването.

Обхващайки извършената работа в България, която всъщност спомогна за реализиране на идеята, можем да установим, че до голяма степен ние финансирахме построяването на древния кораб, без да се възползваме като го приберем и експонираме на наша територия. От това спечели турската страна и ръководството на експедицията.

Медиите отразиха главно началото, края на строежа на лодката в Белослав и отплаването от Варна. Интересът към събитието и посещаемостта не бяха особено активни.

Въпрос на прозорливост и далновидност е участниците в подготовката и провеждането на експедицията от българска страна да се съберат и оценят подобаващо извършената работа и нейното значение за нашето общество. Особено като се отчете факта, че на територията на нашата страна са битували древни цивилизации, а само в района около Варна има достатъчно доказателства за това. Такива експедиции не се правят всеки ден. Напълно е възможно, забързани в дребнавото си ежедневие, да не успеем да осмислим своевременно мащабността на случилото се събитие.

Литература:

За доклада е използвана информация, включително снимки от националните медии, материали на проекта “ABORA”, както и от Интернет. Където е било възможно, източниците са посочени.

За контакти:

кдп Александър Александров
e-mail: alekbg@mail.com

9010 Варна, ул. „Студентска” № 1
Технически Университет
Ръководител НИС- доц. д-р инж. Иван Иванов
e-mail: ivanivanov@tu-varna.bg

ЗАЗЕМЯВАНЕ НА ЗВЕЗДНИТЕ ЦЕНТРОВЕ НА СИЛОВИ ТРАНСФОРМАТОРИ В ЕЛЕКТРИЧЕСКИ МРЕЖИ СРЕДНО НАПРЕЖЕНИЕ

Пламен Антонов Станчев

EARTHING OF THE NEUTRAL ON POWER TRANSFORMER IN MEDIUM VOLTAGE NETWORKS

Plamen Antonov Stanchev

Резюме: Публикацията разглежда въпросите свързани със заземяването на звездния център на захранващия силов трансформатор на страна средно напрежение в електрически мрежи средно напрежение. Представени са използваните начини на заземяване, предимствата и недостатъците им. Описани са характерните режимни параметри при земни съединения в електрическите мрежи. Направени са симулационни модели и изследвания в електрическите мрежи средно напрежение в зависимост от режима на заземяване на неутралата.

Ключови думи: електрически мрежи средно напрежение, земни съединения, пренапрежения.

Abstract: The paper deals with issues related to the grounding of the neutral of a power transformer in a medium voltage power grid. The methods of earthing used, their advantages and disadvantages are presented. The characteristic regime parameters for single-phase earth faults in the networks are described. Simulation models and studies on medium voltage electrical networks are performed depending on the neutral grounding mode.

Keywords: Medium voltage networks, single-phase earth faults, overvoltages.

I. Въведение

При проектирането и изграждането на разпределителните електрически мрежи средно напрежение един от основните въпроси е режимът на работа на звездния център на страна средно напрежение на захранващия силов трансформатор. В зависимост от начина на заземяване до голяма степен се определя необходимото изолационно ниво на съоръженията, термичната и динамичната им устойчивост, надеждността на работата на електрическите мрежи, изпълнението на релейните защиты и др. При експлоатацията на електрическите мрежи средно напрежение е възможно да се направи преоценка на начина на заземяване в зависимост от действителното им изолационно ниво, разрастването на мрежата, специфичната повреждаемост и др.

I. Заземяване на звездния център на силов трансформатор

Звездните центрове (неутрали) на намотките на силовите трансформатори преднамерено се свързват със земята, като това заземяване се нарича работно. В нормални условия начинът на заземяване на звездния център на силовия

трансформатор практически не се отразява на работата на мрежата, но при нарушаване на изолацията и той определя до голяма степен изискванията към нивото на изолацията, големината на комутационните пренапрежения, големината на токовете при повреда към земя, работата на релейната защита и автоматика, условията за електробезопасност, електромагнитното влияние върху съобщителните връзки, капиталните вложения за изграждане на мрежата и др.

В зависимост от начина на заземяване на звездния център електрическите мрежи средно напрежение у нас са:

- мрежи с изолиран звезден център;
- мрежи със заземен през индуктивно съпротивление звезден център (компенсирани мрежи);
- мрежи със заземен през активно съпротивление звезден център;
- мрежи с комбинирано заземяване;

Електрическите мрежи със заземен през индуктивно или активно съпротивление звезден център се наричат общо мрежи с неефективно заземен звезден център.

Електрически мрежи заземени през индуктивно съпротивление и превключване на активно съпротивление се наричат мрежи с комбинирано заземяване на звездния център.

В Русия електрическите мрежи средно напрежение са изолирани или компенсирани, в Германия и Австрия са компенсирани. В Италия и Финландия електрическите мрежи средно напрежение са с изолиран звезден център, но в страни като Канада, Португалия, Франция, Испания се използва заземяване през активно съпротивление, като в Канада и Испания се използва и директно заземяване на звездния център. При експлоатацията на кабелните мрежи средно напрежение в САЩ, Великобритания и Франция е констатирано, че еднофазните повреди при стойности на токовете от порядъка 1000-1500 А не водят до лоши последици върху съоръженията [1-4].

Електрическите мрежи с изолирана неутрала са преди всичко въздушните мрежи с неголяма сумарна дължина. Предимствата на изолираната неутрала са:

- лесна реализация на заземяването;
- възможност за самоизгасване на електрическата дъга;
- в тези мрежи не се налага бързо изключване на повредения извод;
- малък ток в мястото на повредата;

Недостатъците са:

- необходимо е изолацията на електрообзавеждането да бъде оразмерена за линейно напрежение;
- по-бързо стареене на изолацията;
- пренапреженията в преходен режим са с най-големи стойности при изолиран звезден център;
- възможност за възникване на двойни земни съединения;
- могат да възникнат ферорезонансни и дъгови пренапрежения;
- трудно се изграждат селективни и чувствителни земни защиты;
- трудно се открива повредата;
- опасност за хора и животни при продължително действие на з.с.;

Предимствата на електрически мрежи с компенсирана неутрала са:

- непрекъснатост на електрозахранването на потребителите;

- пренапреженията в преходен режим са с по-ниски стойности в сравнение с изолиран звезден център;

- в мястото на повредата стойността на тока е малка;

- има възможност за самоликвидиране на повредата;

- липса на ферорезонансни пренапрежения;

Недостатъците на електрически мрежи с компенсирана неутрала са:

- използването на земни защиты, които да изпълняват изискванията за селективност и чувствителност е затруднено;

- трудно се поддържа компенсацията;

- има възможност за възникване на дъгови пренапрежения при значителна разстройка на компенсацията;

- трудно се открива мястото на повредата;

- има опасност за персонала при продължително действие на тока на земно съединение;

- възможност за възникване на повреди вследствие продължително действие на дъгови пренапрежения;

- възможност за възникване на повреди в звездния център от опасно превишаване на напрежението при пълна компенсация и наличие на з.с.;

При заземяване през активно съпротивление предимствата са:

- ограничаване на пренапреженията;

- няма дъгови и ферорезонансни пренапрежения;

- намаляване на вероятността за поражения на персонала при използването на бързодействащи защиты;

- селективно изключване на повредения извод;

- намаляване на възможността за прерастване на земно съединение в междуфазно късо съединение при бързодействащи защиты;

- лесна реализация на селективни и чувствителни земни защиты;

Недостатъците при заземяване през активно съпротивление са:

- необходимост от термична устойчивост на активното съпротивление;

- увеличени стойности на тока на земно съединение;

- влошени условия по безопасност;

- необходимост от изключване на земното съединение;

Този начин на заземяване се използва преди всичко в градските кабелни мрежи.

При комбинираното заземяване се използват предимствата на компенсираните мрежи и такива заземени през активно съпротивление. Най-големите предимства са свързани с възможността за ликвидиране на повредата по въздушната част на мрежата и селективното изключване на трайните повреди. Като недостатък на начина, освен недостатъците на компенсираната и заземена през активно съпротивление мрежа е и оскъпяването и усложняването на схемата. Използва се при електрически мрежи средно напрежение изградени с въздушни и кабелни електропроводи.

При избор на начина на заземяване на звездния център определящите фактори могат да се обобщят и класифицират по :

- ограничаване на размера на повредите при земно съединение;
- сигурност на електрозахранване на потребителите и работата им в режим на земно съединение;
- възможност за бързо локализиране на повредата;
- големина и характер на токовете на земно съединение;
- пренапрежения в преходния режим на земно съединение;
- сигурно и селективно действие на релейните защиты;
- ниво на електробезопасност на съоръженията средно напрежение (стълбове, трафопостове). Осигуряване на допустимите допирни и крачни напрежения около заземителните устройства за хора и животни;
- изключвателната мощност на прекъсвачите, термичната и динамична устойчивост на токовете трансформатори;
- наличието на трети токов трансформатор на всеки извод;
- възможност за лесно прехвърляне на електрозахранването от една към друга подстанция;
- смущения в паралелно разположени съобщителни линии.

При избор на начин на заземяване на звездния център на силовия трансформатор

трябва да се изпълняват изискванията от нормативните документи.

Според нормативните изисквания, режимът на звездния център се избира в зависимост от вида на мрежата и от големината на тока на земно съединение. Заземяването на звездния център е необходимо, когато капацитивния ток при земно съединение е по-голям от 10 A [5-6].

- на въздушни мрежи - чрез дъгогасителен реактор или комбинирано (дъгогасителен реактор и активно съпротивление);

- кабелни мрежи - чрез активно съпротивление;

- смесени мрежи - чрез активно съпротивление, когато кабелната част е по-голяма от 40 % от общата дължина на мрежата, и комбинирано (дъгогасителен реактор и активно съпротивление), когато кабелната част от мрежата е по-малка от 40 %.

II. Характерни режимни параметри в електрически мрежи средно напрежение и изчисляването им при земни съединения.

При земни съединения изменението на режимните параметри зависи от начина на заземяване на звездния център на силовия трансформатор. Пренапрежения с промишлена честота в електрическите мрежи се пораждат в здравите фази при земно съединение или двуфазно късо съединение към земя. Кратността им зависи от режима на работа на звездния център, като продължителността им зависи от режима на работа на електрическата мрежа средно напрежение. Работният режим се избира в зависимост от вида на изградената мрежа, както и от големината на тока на земно съединение. Интерес представлява големината на пренапреженията в преходен режим [7-13].

Максималната кратност на пренапреженията в преходен режим изчислени спрямо фазното напрежение на електрическата мрежа при изолиран звезден център е $3,2 \div 4$, при заземяване през активно съпротивление - $2,4$, а при заземяване през индуктивност - $2,6 \div 2,8$ [14-15]. Кратността на пренапреженията може да бъде определена в относителни единици (р.е.) спрямо максималното работно напрежение на мрежата, използвайки [16].

Продължителността на установените пренапрежения е от значение за системи с изолиран и при компенсиран звезден център през индуктивност, тъй като може да са от няколко секунди до часове, в зависимост от това, дали се изключва земното съединение или не.

А. При изолиран звезден център.

При електрическите мрежи с изолирани звездни центрове електрически съоръжения, които имат електрическа връзка с мрежата са изолирани от земята. Връзката им със земята се осъществява чрез равномерно разпределените капацитети и активни проводимости на изолацията спрямо земята. Заместваща схема на електрическа мрежа с изолиран звезден център е показана на фиг. 1.

Токовете $\dot{I}_R, \dot{I}_S, \dot{I}_T$ през проводимостите на отделните фази към земя се определят чрез (1).

$$\begin{aligned}\dot{I}_R &= \dot{Y}_R \cdot (\dot{U}_R + \dot{U}_N) \\ \dot{I}_S &= \dot{Y}_S \cdot (\dot{U}_S + \dot{U}_N) \\ \dot{I}_T &= \dot{Y}_T \cdot (\dot{U}_T + \dot{U}_N)\end{aligned}\quad (1)$$

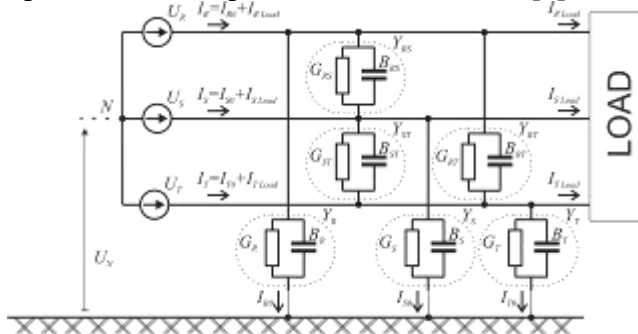
тогава от

$$\dot{I}_0 = \frac{1}{3}(\dot{I}_R + \dot{I}_S + \dot{I}_T) \quad (2)$$

За напрежението на звездния център $\dot{U}_N$ се получава

$$\dot{U}_N = -\frac{\dot{Y}_R \cdot \dot{U}_R + \dot{Y}_S \cdot \dot{U}_S + \dot{Y}_T \cdot \dot{U}_T}{\dot{Y}_R + \dot{Y}_S + \dot{Y}_T} \quad (3)$$

При нееднаквост на фазните проводимости на електрическата мрежа, напрежението на звездния център е различно от нула. То представлява напрежение на несиметрия. Допустимата стойност на напрежението на несиметрия в нормален режим е 15% от фазовото напрежение при продължителна работа и 30% за 1 час [5].



Фиг. 1. Схема на мрежа с изолиран звезден център.

При земно съединение във фаза R и приемане на схемна симетрия за фазните капацитивни проводимости и пренебрегване на активните проводимости можем да запишем

$$\begin{aligned}C_R &= C_S = C_T = C_\phi \\ |\dot{U}_R| &= |\dot{U}_S| = |\dot{U}_T| = U_\phi\end{aligned}\quad (4)$$

За напрежението на звездния център се получава

$$\dot{U}_N = -\dot{U}_\phi \cdot \frac{1}{1 + 3j\omega C_\phi \cdot Z_{3.c.}} \quad (5)$$

Тогава за фазните напрежения ще се получи

$$\dot{U}_R = \dot{U}_R + \dot{U}_N = \dot{U}_\phi \cdot \frac{j3\omega C_\phi \cdot Z_{3.c.}}{1 + 3j\omega C_\phi \cdot Z_{3.c.}} \quad (6)$$

Напреженията на неповредените стават равни на линейните

$$\dot{U}_S = \dot{U}_S + \dot{U}_N = \dot{U}_{SR} \quad (7)$$

$$\dot{U}_T = \dot{U}_T + \dot{U}_N = \dot{U}_{RT} \quad (8)$$

За токовете може да се запише

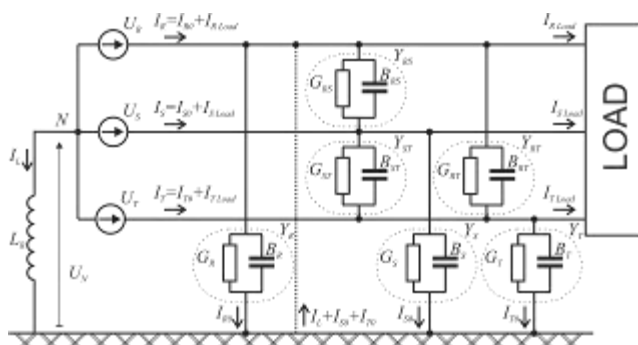
$$\begin{aligned}\dot{I}_{R0} &= -j \cdot 3 \cdot \omega \cdot C_\phi \cdot \dot{U}_N = -\dot{I}_{3.c.} \\ \dot{I}_{S0} &= \dot{Y}_S \cdot \dot{U}_{SR} \\ \dot{I}_{T0} &= \dot{Y}_T \cdot \dot{U}_{TR}\end{aligned}\quad (9)$$

Токът през мястото на земно съединение се приема с условна положителна посока от земята към повредената фаза [14].

В мястото на земно съединение при определени условия се поражда прекъсваща се електрическа дъга изгасваща при всяко преминаване на тока през нулата и се запалва отново с надвишаване пробивното напрежение на силно йонизирания дъгов промеждутък от възстановяващото се напрежение на повредената фаза. В този момент в електрическата мрежа пренапреженията могат да достигнат до $3,2U_\phi$, които да причинят пробиви в изолацията в други точки на мрежата [5-6].

Б. При заземен звезден център през дъгогасителен реактор.

При електрически мрежи с по-голяма дължина на въздушни електропроводи, когато капацитивния ток при земно съединение е по-голям от 10 А, се преминава към заземяване през дъгогасителен реактор както е показано на фиг. 2.



Фиг. 2. Схема на мрежа с резонансно заземен звезден център.

С това се цели да се намали токът на земно съединение под граничната стойност при условия за самоизгасване на дъгата.

$$\dot{I}_{з.с.} = \dot{I}_{S0} + \dot{I}_{T0} + \dot{I}_L \quad (10)$$

При заземените мрежи напрежението на звездния център при земно съединение става равно на фазното напрежение, а напреженията на неповредените фази достигат стойности равни на линейните - също както при мрежите с изолиран звезден център понеже съпротивлението в мястото на з. с. е много по-малко от реактанта на дъгогасителния реактор.

И тук при пренебрегване на активните проводимости за токовете може да се запише

$$\dot{I}_{S0} + \dot{I}_{T0} = \dot{I}_{cap} = j \cdot 3 \cdot \omega \cdot C_\phi \cdot \dot{U}_N \quad (11)$$

За тока през реактора:

$$\dot{I}_L = \frac{\dot{U}_N}{j \cdot \omega \cdot L_R} \quad (12)$$

Замествайки (11) и (12) в (10) се получава:

$$\dot{I}_{з.с.} = j \cdot \left(3 \cdot \omega \cdot C_\phi - \frac{1}{\omega \cdot L_R} \right) \cdot \dot{U}_N = \dot{I}_{cap} \cdot (1 - \chi) \quad (13)$$

където χ е степен на компенсация

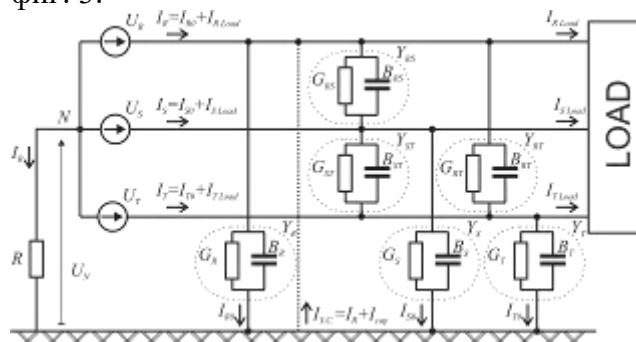
$$\chi = \frac{|\dot{I}_L|}{|\dot{I}_{cap}|} = \frac{1}{3 \cdot \omega^2 \cdot L_R \cdot C_\phi} \quad (14)$$

У нас компенсираниите електрически мрежи средно напрежение е прието да работят в режим на 5% надкомпенсация.

В. При заземен през малко активно съпротивление звезден център.

При кабелните електрически линии са неблагоприятни условията за самоизгасване

на дъгата. Тя гори в тясно пространство между проводника и екрана. Поради тази причина броят на преходните земни съединения в кабелните мрежи е много малък. Експлоатационната сигурност на кабелните мрежи се постига не със създаване на условия за самоизгасване на дъгата, а чрез осигуряване на бързо и селективно изключване на повредената кабелна линия. За селективната работа на релейната защита при земно съединение е необходимо тока на земно съединение да достигне стойности от порядъка на няколко стотин ампера, многократно по-големи от капацитивния ток. Това се постига чрез заземяване през малко активно съпротивление в звездния център на мрежата. Токът на земно съединение ще е сумата от капацитивния ток на мрежата ($\dot{I}_{cap}$) и тока през резистора ($\dot{I}_R$) илюстрирано на фиг. 3:



Фиг. 3. Схема на мрежа при заземен през малко активно съпротивление звезден център.

Тока през резистора R активен, той ще изостава с 90° от тока през капацитивните проводимости

$$\dot{I}_R = \frac{\dot{U}_N}{R} \quad (15)$$

Тогава за тока протичащ през мястото на земно съединение ще се получи

$$\dot{I}_{з.с.} = U_\phi \cdot \sqrt{R^2 + (3 \cdot \omega \cdot C_\phi)^2} \quad (16)$$

Съпротивлението на резистора се подбира за осигуряване селективното действие на релейната защита, така че тока на земно съединение да не причинява големи електродинамични и термични натоварвания на съоръженията в електрическата мрежа.

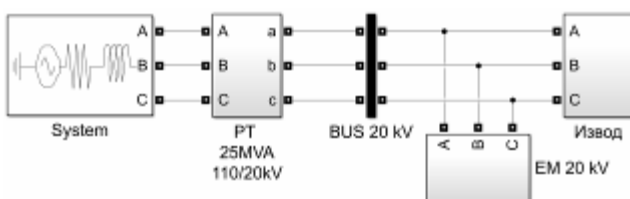
У нас в електрическите мрежи 20 kV е прието съпротивлението в звездния център да е 40 Ω , а в мрежи 10 kV да е 20 Ω .

Всички изводи на мрежата се защитават със земни защиты, реагиращи на токове с нулева последователност като те действат на изключване, така че повреденият извод се изключва без закъснение, преди повредата да се е разпространила.

III. Моделна схема и изследвания.

Изследванията за изменението на режимните параметри при земни съединения в зависимост от начина на заземяване на звездния център на захранващия силов трансформатор са направени в програмна среда MATLAB SIMULINK [17]. Разгледани са електрически мрежи 20 kV с изолиран звезден център, заземени през дъгогасителен реактор и през активно съпротивление.

Моделната схема за изследваните мрежи е показана на фиг. 4. Използват се стандартни блокове на програмният продукт на силов трансформатор, захранваща система и електропроводи. Електрическата мрежа захранвана от силовия трансформатор е показана в блок EM 20kV. Електропроводът по който се моделира земното съединение е показан в блок Извод. Захранващата система е в блок System, а захранващият силов трансформатор е в блок PT и е с номинална мощност 25 MVA [9, 10, 11].



Фиг. 4. Модел на тестова мрежа в MATLAB SIMULINK

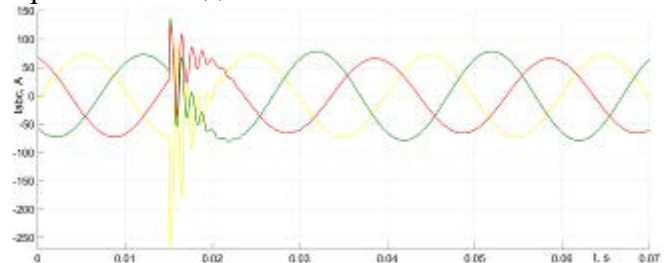
Изследванията за изменението на режимните параметри са направени при метално земно съединение за изследваните електрически мрежи. Изследванията са направени за различните режими на заземяване.

На фиг. 5 са представени изменението на фазните напрежения при метално земно съединение при изолиран звезден център на мрежата.

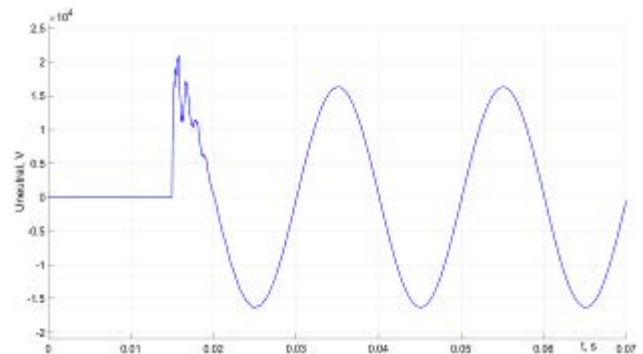


Фиг. 5. Изменение на фазните напрежения при изолиран звезден център

На фиг. 6 са представени изменението на фазните токове при метално земно съединение в електрическа мрежа с изолиран звезден център. На фиг. 7 е показано изменението на напрежението в неутралата при земно съединение.

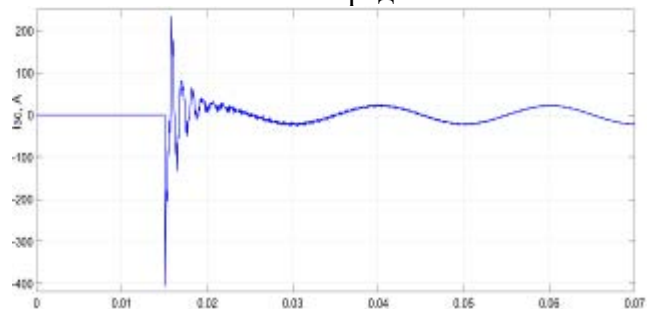


Фиг. 6. Изменение на фазните токове при изолиран звезден център.



Фиг. 7. Изменение на напрежението в звездния център при изолирана неутрала и земно съединение

На фигура 8 е представено изменението на тока в мястото на повредата.



Фиг. 8. Изменение на тока в мястото на повредата

На показаните фигури за изменението на режимните параметри земното съединение се симулира в 0,015 s. На базата на получените резултати за изменението на режимните параметри при различни начини на заземяване на мрежата може да се направи и анализ.

IV. Резултати и анализ.

За изследваните електрически мрежи са получени резултати за изменението на фазните напрежения, напрежението в неутралата и ток при метално земно съединение. Получените резултати са анализирани относно кратността на пренапреженията в преходен режим, установените пренапрежения, продължителността на преходния процес на напреженията в здравите фази, големината и продължителността преходния процес на тока на земно съединение.

За електрическа мрежа с изолирана неутрала в таблица 1 са представени получените резултати за кратността на пренапреженията (K_n) и максималната стойност на пренапрежението в здравите фази ($u_{\max, \phi}$) в преходния режим, ефективната стойност на напрежението на неповредените фази в установен режим ($U_{\text{eff, уст } \phi}$) продължителността на преходния процес на пренапреженията на здравите фази ($t_{\text{прех. пр.}}$), максималната стойност на напрежението в неутралата ($u_{\max, n}$) и ефективната стойност на напрежението на неутралата в установен режим ($U_{\text{eff, уст } n}$).

Кратността на пренапреженията е изчислена спрямо фазното напрежение.

Таблица 1

K_n	$u_{\max, \phi}$	$U_{\text{eff, уст } \phi}$	$t_{\text{прех. пр.}}$	$u_{\max, n}$	$U_{\text{eff, уст } n}$
-	kV	kV	s	kV	kV
2,07	28,16	19,91	0,007	20,88	11,50

С развитието на електрическата мрежа и увеличаване на сумарната и дължина се увеличава тока на земно съединение над допустимите 10 A.

Разгледана е електрическа мрежа с по голяма сумарна дължина и ток на земно съединение 16 A, което налага промяната на режима на заземяване. В таблица 2 са представени

резултатите ако звездния център остане изолиран.

Таблица 2

K_n	$u_{\max, \phi}$	$U_{\text{eff, уст } \phi}$	$t_{\text{прех. пр.}}$	$u_{\max, n}$	$U_{\text{eff, уст } n}$
-	kV	kV	s	kV	kV
2,12	28,18	19,92	0,007	21,00	11,51

В таблица 3 са представени получените резултати за същата електрическа мрежа, но с компенсиран звезден център.

Таблица 3

K_n	$u_{\max, \phi}$	$U_{\text{eff, уст } \phi}$	$t_{\text{прех. пр.}}$	$u_{\max, n}$	$U_{\text{eff, уст } n}$
-	kV	kV	s	kV	kV
2,11	28,14	19,90	0,0036	20,94	11,48

В таблица 4 са представени получените резултати за електрическа мрежа със заземен през активно съпротивление звезден център.

Таблица 4

K_n	$u_{\max, \phi}$	$U_{\text{eff, уст } \phi}$	$t_{\text{прех. пр.}}$	$u_{\max, n}$	$U_{\text{eff, уст } n}$
-	kV	kV	s	kV	kV
1,98	27,72	19,60	0,0036	18,95	11,46

В таблица 5 са представени получените резултати за големината на тока в преходен режим ($i_{\text{зсmax}}$), установената му стойност ($I_{\text{зс, уст}}$) и продължителността на преходния процес ($tI_{\text{зс}}$) за изследваните електрически мрежи.

Таблица 5

Електрическа мрежа	$i_{\text{зсmax}}$	$I_{\text{зс, уст}}$	$tI_{\text{зс}}$
	A	A	s
С изолирана неутрала	162,72	7,9	0,0355
След разширение на мрежата	234,63	15,9	0,0753
С компенсирана неутрала	229,01	0,67	0,185
Със заземена през R неутрала	405,9	284,3	0,00145

Максималните моментни стойности на тока в преходен режим многократно надвишават установените стойности на тока. Това налага и отчитането им при настройка на земните защиты. Продължителността на преходния режим на тока на земно съединение е в рамките до 4 периода, с изключение на

режима с компенсирана неутрала. Получените резултати могат да се използват при определяне настройката на земните защиты.

В таблица 6 са съпоставени кратностите на пренапреженията изчислени спрямо фазното напрежение (K_n) и по [16] ($K_{n\text{ IEC}}$).

Таблица 6

Електрическа мрежа	K_n	$K_{n\text{ IEC}}$
	-	-
С изолирана неутрала	2,07	1,72
След разширение на мрежата	2,12	1,77
С компенсирана неутрала	2,11	1,76
Със заземена през R неутрала	1,98	1,65

Кратността на пренапреженията в преходен режим изчислени спрямо фазното напрежение при различните начини на заземяване на звездния център се изменя от 1,98 до 2,12. Изчислената кратност на пренапреженията според [16] се изменя от 1,65 р.у. до 1,77 р.у. Максималната моментна стойност на напрежението на неповредени фази при земно съединение достига до 28,18 kV. Преходният процес затихва за много кратко време до 0,007 s. Максималната моментна стойност на напрежението на неутралата достига стойности до 21 kV.

V. Заключение

Кратността на пренапреженията е най-ниска при заземяване през активно съпротивление на неутралата.

Времето на затихване на преходния процес за неповредените фази е в рамките на по малко от един период.

Режимът на работа на звездния център заземен през активно съпротивление е по благоприятен за работата на съоръженията относно кратността на пренапреженията на неповредените фази.

Недостатъците на изолирания звезден център както и развитието на съвременните мрежи са причина за изключително ниската използваемост на този режим на заземяване.

При разширяване на електрическата мрежа с нови електропроводи или отклонения е необходимо да се направи наново оценка за начина на заземяване на звездния център на мрежата.

Литература:

1. F. Gatta, A. Geri, S. Lauria, and M. MacCioni, “Analytical prediction of abnormal temporary overvoltages due to ground faults in MV networks,” *Electric Power Systems Research*, vol. 77, 2007, pp. 1305-1313. doi: 10.1016/j.epsr.2006.09.023
2. A. Cerretti, F. Gatta, A. Geri, S. Lauria, M. MacCioni, and G. Valtorta, “Ground fault temporary overvoltages in MV networks: Evaluation and experimental tests,” *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 27, 2012, pp. 1592-1600. doi:10.1109/TPWRD.2012.2192456.
3. Карафеизов, Ц., Н. Гръчки, Б. Спенджаров. Заземяване на звездния център на система средно напрежение чрез водно съпротивление. - *Енергиен форум 2003*, Варна, с. 175-177.
4. Титенков, С. 4 режима заземления неутрали в сетях 6-35 кВ. Изолированную неутраль объявим вне закона. - *Новости Электротехники*, 2003, 5(23).
5. Ordinance № 3 regarding the construction of electrical switchyards, switch-gears and power lines, *State Gazette*, issue 90 and 91/2004, issue 108/2007 and 92/2013 (amendment and supplement). Available from <http://www.gli.government.bg/page.php?c=34&page=8> (in Bulgarian)
6. Ordinance № 16-116 for the technical operation of energy equipment of 8 February 2008. Available from <http://www.gli.government.bg/page.php?c=34&page=8>. (in Bulgarian)
7. Mehmed-Hamza M.E, M.J.Yordanova, M.P.Vassileva-Concerning grounding in 20 kV power networks. - *Acta Universitatis Pontica Euxinus*, Volume III, Number 1, Romania, 2004, pp. 121 - 125.

8. Мехмед-Хамза, М. Василева, А. Филипов, М. Йорданова. Некоторые соображения в выборе режима заземления нейтрали силового трансформатора в электрических сетях 20 kV. IV International Scientific Symposium ELEKTROENERGETIKA 2007, Stara Lesna, Slovak Republic, p. 167-169.

9. Mediha Hamza, Margreta Vasileva, Marinela Yordanova. “Co-ordination of the operation of the relay protection and surge protective devices in electrical power networks medium voltage 20kV”. Journal of Electrical engineering, vol. 60, № 3, 2009, 170-172.

10. Фелдъдман М. Л. К вопросу о способах заземления нейтралей. Международная научно-техническая конференция, Выпуск 1, Санкт Петербург, 2001, с. 66-68.

11. Шабад, М. А. Защита от однофазных замыканий на землю в сетях 6-35 кВ. Санкт Петербург, 2002

12. Шабад, М. А. Режимы заземления нейтрали и защиты от замыканий на землю в сетях 6-35 кВ России.-Международная научно-техническая конференция, Выпуск 3, Минск, 2004, с. 337-342.

13. Шалин, А. Замыкания на землю в линиях электропередачи 6-35 кВ. Особенности возникновения и приборы защиты.- Новости Электротехники, 2005, 1 (31).

14. Генов, Л. Г. Электроэнергетика. С., Техника, 1985.

15. Етърски, С. И., Электрическа част на електрическите централи. С., Техника, 1994.

БДС EN IEC 60071-1:2019 Координация на изолацията. Част 1: Определения, принципы и правила.

16. Mediha Mehmed-Hamza, Margreta Vasileva. “Using of Matlab Simulink for Education in higt voltage technics and relay protection”. ICEST 2009, Veliko Tarnovo, ICEST 2009, 481-482.

За контакти:

Пламен Антонов Станчев
Технически университет-Варна,
България
Катедра „Електроенергетика”
9010 Варна, ул. „Студентска” № 1
e-mail: p.stanchev@tu-varna.bg

For Contacts:

Plamen Antonov Stanchev
Technical University of Varna
Department “Electric Power Engineering”,
1, Studentska Str.
9010 Varna, Bulgaria
e-mail: p.stanchev@tu-varna.bg

МЕХАНИКА НА МОРСКИТЕ ВЪЛНИ И ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ЕНЕРГИЯТА ИМ

Йордан Бояджиев

Резюме: Настоящата разработка има за цел систематизация на последните изследвания върху морските вълни и възможностите за използване на енергията им. Тя е част от серия изследвания и нейната цел са възможностите за бърза експертна оценка на различни конструкции за използване енергията на вълните. Тези резултати ще се използват за намиране параметрите на най-ефективни конструкции на реални инсталации, работещи при променливи натоварвания.

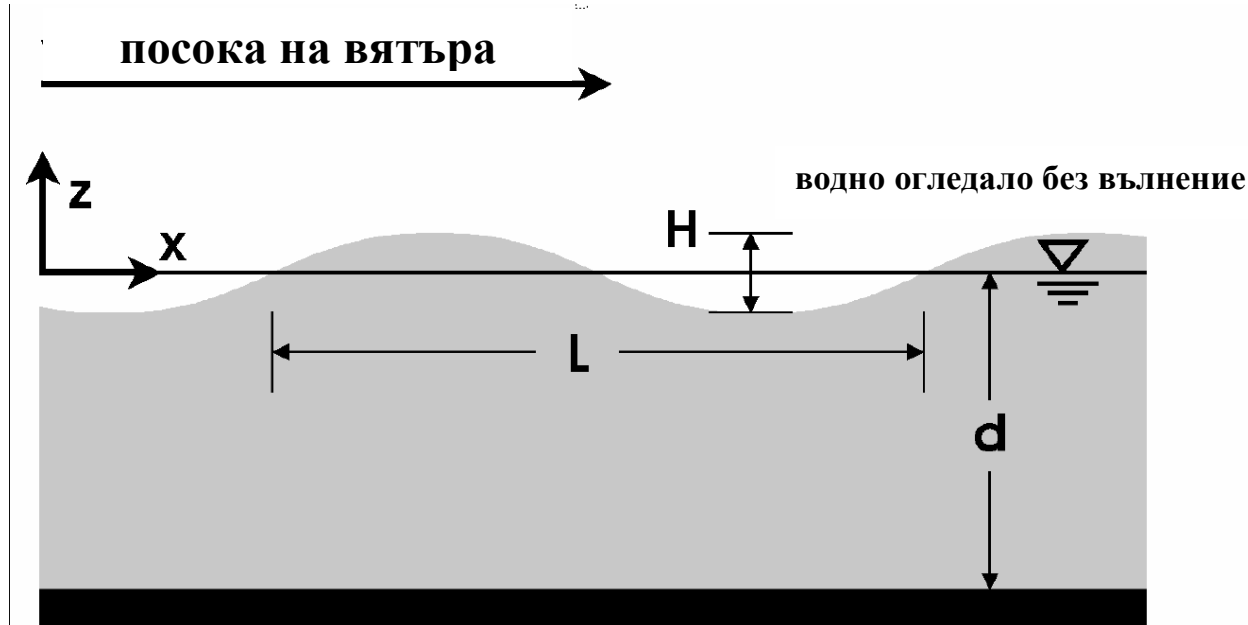
Ключови думи: морски конструкции, вълни, енергия, експертна оценка

1. Произход и кинематика на вълните

Повърхностните вълни във водните площи се образуват от вятъра над тях, който чрез кохезионни и адхезионни сили увлича водните частици и ги ускорява. Поради неравномерното движение на въздуха възникват разлики в налягането в непосредствена близост до водната повърхност. За да се изравнят тези разлики, водната повърхност се повишава или понижава. Този процес се засилва при преминаването на въздуха над вече неравната водна повърхност, разликите в наляганията се

увеличават и поради това се увеличава и неравномерността на водната повърхност. Ако посоката и силата на вятъра остават постоянни или ако силата на вятъра се засили при относително запазване на посоката, то се образуват почти периодични вълни. По този начин, една част от енергията на вятъра се превръща в енергия на вълните.

От своя страна, обаче, височината на вълните е ограничена от едно специално условие. Максималната ѝ стойност е ограничена от отношението на дълбочината d и дължината L (фиг 1).



Фиг.1. Онагледяване параметрите на вълната

Една вълна се разбива при отношение d/L по-малко от 0.5[1]. При стойности на това отношение по-малки от тази стойност, частиците на върха на вълната се движат по-бързо от самата вълна. Поради това, те се

стремят да напуснат контура на вълната- т.е. вълната се разбива. Визуално, този процес се проявява като поява на пяна по гребена на вълната. При разбиване на вълната една част от нейната енергия се губи под формата на

завихряния и пръски. Едно вълнение се нарича завършено (пълно), ако височината на вълните и техния период независимо от спирането на вятъра не се променят. За да могат да се пресметнат динамичните процеси във вълновото поле е необходимо познаването на кинематичното поведение, т.е. на движението на водните частици. Освен това, важно е да се знае как вълната се предвижда.

За описването характеристиките на вълните и тяхното пресмятане са разработени различни вълнови теории. Класическата теория на вълните е разработена от Еъри (Airy)[2] и Лаплас (Laplace)[3].

Аналитичните решения на уравненията на движение в съществуващите вълнови теории притежават симетрия – частиците във вълната могат да предават енергия като се въртят наляво или надясно. Диференциалните уравнения на вълновата хидродинамика (уравнението на непрекъснатостта на Лаплас) и началните и гранични условия са коректни за еластично полу-пространство но не и за вода[4]. При това, амплитудата на вълните ζ по отношение на дължината на вълната L и дълбочината d е толкова малка, че описаните по-долу гранични условия да важат и при височина на спокойната вода $z = 0$. По посока на гребена на вълната (по оста y) формата на вълната не се променя, поради което този проблем може да се разглежда като двуменсионален. При тази теория са направени следните допускания и гранични условия (виж фиг. 1):

L - дължина на вълната [m],

H - височина на вълната, $H = 2\zeta$ [m] и

T - период на вълната [s].

Течността, в която вълната се разпространява, се разглежда като несвиваема, без вътрешно триене и без завихряния. Вертикалната скорост V спрямо морското дъно се определя според израза: $V = dz/dt$ (1)

На повърхността на водата няма течение и тя се състои от едни и същи частици. Това условие се изразява чрез следното гранично условие:

$$V = \partial \zeta / \partial t \text{ за } z = \zeta \quad (2)$$

Тук променливата ζ описва вълновия контур. При естественото вълнение трябва да се отчита още едно свойство на вълните. Те се движат на групи. Естественото вълнение

представлява в повечето случаи едно множество различни, стохастично (случайно) насложени елементарни вълни с различна дължина, амплитуда и скорост на разпространение.

2. Значима височина на вълната

Като основа на последващите разглеждания се използва така наречената значима височина на вълната H_s . Тя се определя по следния начин. При разглеждането на вълните на естественото вълнение се наблюдават както високи така и по-ниски вълни. Ако един средно опитен наблюдател трябва да оцени средната височина на вълните, то той би дал оценка, доближаваща се до т.нар. значима височина на вълната H_s . Идеята за значимата височина на вълната е разработена през Втората Световна Война в Калифорнийския Университет (САЩ). Според това проучване, средната височина на вълната, оценявана от наблюдател, съставлява от почти 30 до 40 процента от височините на всички вълни. Средната височина на вълната H се определя по формулата:

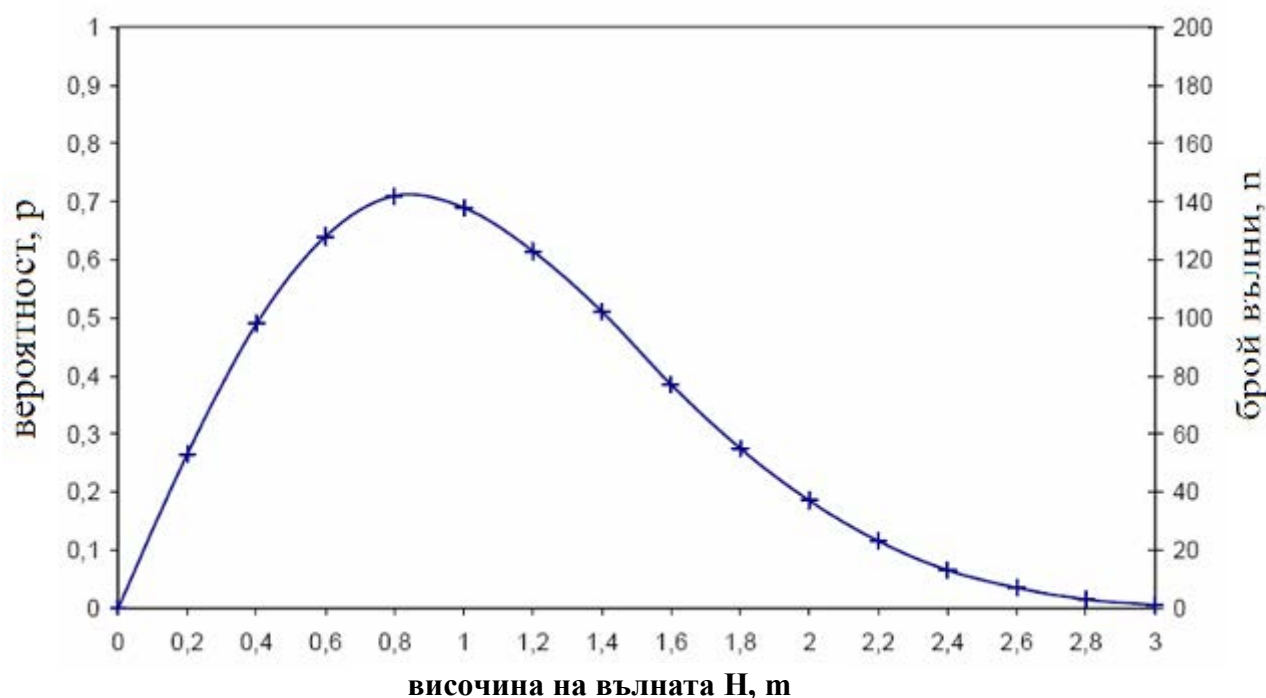
$$H = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_i \quad [\text{m}]. \quad (3)$$

Значимата височина на вълната може да се определи с помощта средноквадратичната й стойност H_{rms} (rms = root mean square):

$$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_i^2} \quad [\text{m}]. \quad (4)$$

3. Енергия на естественото вълнение

Ако се разглежда естественото вълнение, се забелязва, че то има случайностен (стохастически) характер. Естественото вълнение представлява едно множество от вълни с различни параметри, които се наслагват и поради това образуват една неравномерна картина. Една възможност тази картина да се визуализира е идеализирано представяне с помощта на разпределение на Рейли (Rayleigh) [5], под формата на кривата, показана на фиг. 2. Както се вижда от фиг. 2, достатъчно е да се разглежда идеализирания спектър на вълните в диапазона от нула до около 3 метра. Разпределенията по този закон 1000 примерни вълни са групирани в 15 групи с близки височини.



Фиг.2. Плътност на разпределение на примерни 1000 вълни, групирани в 15 групи, подчиняващи се на закона на Рейли (Rayleigh). Всяка група е белязана с (+)[5].

На кривата (фиг.2.) е посочена вероятността p за появяване на вълни с височина H . Площта под графиката трябва да е равна на единица.

Според вероятността p за появяване на вълни с определена височина се пресмята чрез

$$p = \frac{2 \cdot H \cdot e^{-\left(\frac{H}{H_{rms}}\right)^2}}{H_{rms}}. \quad (5)$$

Квадратичната средна стойност H_{rms} за това разпределение, съгласно (4) е $H_{rms}=1.208m$. Показаните на фиг.2. бройки са за маркираните с (+) групи. На всяка височина на вълната съответства различен период и дължина на вълната. Чрез статистически наблюдения е доказано, че независимо от голямото разнообразие на височини на вълните в спектъра на естественото вълнение, техните периоди и съответно честоти малко се различават. Поради този факт, в последващите изчисления се използва средната стойност от 5 секунди за всичките 1000 вълни [5]. При така изброените предпоставки, мощността на вълнението P се изчислява:

$$\dot{E} = \rho \cdot g \cdot \frac{\zeta^2}{4} \cdot \frac{L}{T} = P \quad (6)$$

което същевременно представлява мощността на единична вълна за един метър от нейната ширина, осреднена във времето. По-долу, формула (6) се използва за пресмятане мощността на обикновена вълна. Преди всичко, тази зависимост дава база за сравнение при качествената оценка на преобразуването на енергия на предложената в тази работа система за преобразуване енергията на морските вълни.

Дължината на вълната L може да се пресметне, според линейната теория на вълните, по израза:

$$L = \frac{g \cdot T^2}{2 \cdot \pi} \cdot \tanh \frac{2 \cdot \pi \cdot d}{L} \approx \frac{g \cdot T^2}{2 \cdot \pi} \quad [m] \quad (7)$$

като се има в предвид, че за дълбока вода

$$\left(\tanh \frac{2 \cdot \pi \cdot d}{L} \right) \approx 1 \quad (8)$$

и ако се приеме, че вълните от примера са хармонични вълни, то за единична вълна важи:

$$P = \rho \cdot g \cdot \frac{\zeta^2}{4} \cdot \frac{L}{T} = \frac{1}{32 \cdot \pi} \rho \cdot g^2 \cdot T \cdot H^2 \quad \left[\frac{\text{kW}}{\text{m}} \right], \quad (9)$$

, където:

ρ - 1025 kg/m³ средна плътност на морската вода
 g - 9,81 m/s² константа на земното ускорение
 T - 5 s, среден период на вълните.

За 1000 вълни от дадения спектър, с помощта на (9), се получава средната мощност на вълните на метър дължина на гребена на вълната

$$P = \sum_{i=1}^{1000} \frac{4,906 \cdot H_i^2}{1000} = \frac{7228,7}{1000} = 7,229 \frac{\text{kW}}{\text{m}}, \quad (10)$$

4. Заключение

Черноморското ни крайбрежие не е от най-благоприятните географски местоположения за голям добив на ток от морските вълни. Тяхната енергия е ниска в сравнение с океанското крайбрежие, характеризиращо се с висок годишен процент на силно вълнение. Въпреки че по нашето крайбрежие потенциалът на вълните не е висок, това не може да е пречка да правим своите разработки. Първо, едно такова устройство не е задължително да захранва цял град, може да се използва за локални нужди като крайбрежен къмпинг или хотел, производствен цех и др., както и да бъде продавано в други страни. Като идея всичко изглежда красиво до момента, когато бъде топнато в морето и започнат проблемите[6]. Причината е, че теорията и практиката в тази насока все още са в развитие - непрекъснато излизат нови методи и технологии, усъвършенстват се в опитите за вдигане на КПД до степен, която ще ги направи рентабилни като производство. Целта на всички изследвания сега е да бъде създадена ефективна технология за получаване на ток от вълните, а не печалбата от електродобива, т.е. създаването на ноу-хау. Непрекъснати и последователен научноизследователски труд за намирането на ефективна технология за преобразуване на вълновата енергия ще се

отплати многократно след време, когато се ограничи ресурсът на традиционните енергийни източници и те трябва да отстъпят място на ВЕИ(възобновяеми енергийни източници).

5. Литература:

1. Young, I. R. Wind generated ocean waves. Elsevier, 1999. с. 83, ISBN:0080433170.
2. Airy, G. B., "On the Diffraction of an Object-glass with Circular Aperture," Transactions of the Cambridge Philosophical Society, Vol. 5, 1835, p. 283-291.
3. Oeuvres complètes de Laplace . Tome 3 / publiées sous les auspices de l'Académie des sciences, par MM. les secrétaires perpétuels - 1878-1912
4. Стайнов Г. „Енергия на морските вълни – инженерен анализ” , Conference Paper . September 2018, <https://www.researchgate.net/publication/330396111>
5. Falkovich Gregory , Fluid Mechanics, Weizmann Institute of Science, Israel, April 2018, ISBN: 9781107129566
6. Стайнов Г., Найденов Б., Панев С., Попова С., Бъчваров Д., Разработка на специализиран робот за извличане на енергията на морски вълни, https://www.researchgate.net/publication/301295780_Razработка_na_specializiran_robot_za_izvlicane_energiata_na_morski_vlni

За контакти:

9010 Варна, ул. „Студентска” № 1
 Технически Университет – Катедра ММЕ
 Йордан Бояджиев
 e-mail: j_boyardjiev@abv.bg

КАЛАЙДИСАНОТО МОНЕТОСЕЧЕНЕТО НА ЦАР ЙОАН ШИШМАН (1371 - 1375)

Владимир Овчаров

Резюме: В българската средновековна нумизматика съществува интересна група монети, които имат допълнително покритие от бял метал върху монетните ядра. Тези монети са интересно явление, което все още не е ставало обект на обстойно изследване. Съществува и неяснота по въпроса какъв е допълнително нанесеният метал. Засега всички научни публикации по темата се базират на визуални наблюдения. Настоящата статия си постави за цел да анализира посочените монетосечения на базата на модерни елементни анализи (SEM/XRF/EDX). В този труд вниманието е фокусирано върху „билоново монетосечение“ от управлението на Йоан Шишман (1371-1395). Проведените анализи на монетните ядра ги охарактеризират като медни. При изготвянето на първо и второ „билоново“ монетосечение средновековните металурзи са използвали калаено (Sn) покритие. В заключение може да се каже, че тези издания не може да се назоват „билонови“, тъй като среброто не е използвано за (допълнително) метално покритие и не присъства в сплавната композиция на монетното ядро. Калайдисаните монетосечения на Йоан Шишман се явяват феномен в Балканската нумизматика. Нелогично е да очакваме, че в края на XIV в., в условията на непосилен „харадж“, владетелят Йоан Шишман да си позволи провеждането на скъпата технологична операция, каквато е посребряването. Те документират катастрофалната фискална депресия, предизвикана от наложения васалитет, съпътстващ залога на Второто Българско царство.

Ключови думи: монетосечение, фискална депресия, калайдисване, Йоан Шишман

Abstract: In Bulgarian medieval numismatics there is an interesting group of coins that have a metal coating on the coin surface. Coated coins are an interesting phenomenon that has not yet been the subject of extensive research. There is also uncertainty about what surface metal is used (?). For now, all scientific publications on the topic are based on visual observations. This article aims to analyze these coins based on advanced elemental analysis (SEM / XRF / EDX). In this first work, attention is focused on the so called "bilon coinage" of the reign of John Shishman (1371-1395). The analysis of the coin cores characterizes them as copper. In the preparation of the first and second "bilon coinage", medieval metallurgists used tin (Sn) coating. In conclusion, it can be said that these editions cannot be called 'bilon', since silver is not used for metallic coating and is not present in the alloy composition of the coin core. John Shishman's tin coated coins are a phenomenon in Balkan numismatics. It is illogical to expect that, at the end of the fourteenth century, in the conditions of unbearable vassality, John Shishman would afford to carry out the costly technological operation such as silvering. They document the catastrophic fiscal depression triggered by the imposed vassality that accompanies the collapse of the Second Bulgarian Kingdom.

В българската средновековна нумизматика (XIII-XIV в.) съществува една интересна група монети, които имат допълнително покритие от бял метал върху монетните ядра. На науката са известни грошове „фурета“ на Теодор Светослав (1301-1322), отпечатани върху железни ядра, както и медни монети на владетеля, отпечатани върху тежки монетни ядра (2-3 г.), които са „посребрени“ [4](106 стр.). От същия владетел са известни и позлатени медни монети-фурета. „Фурето“ е монета-фалшификат, която съдържа най-често медно или желязно ядро, което е покрито с благороден метал. Технологиите на производство на фурета включва няколко етапа: монетното ядро се обвива с тънка пластина от благороден метал; термична обработка и отпечатване, при което се образува слой от евтектична сплав. Интерес представляват и едностранно „посребрените“

медни монети от управлението на Йоан Александър (1331-1371): тип Йоан Александър с Теодора II и Йоан Александър с Михаил Асен [4](167-172стр.; 178-180стр.). През 2013 г. е проведен анализ на монета от тип Йоан Александър с Теодора II, която е „посребрена“ [5](105-108стр.). Елементният анализ (XRF) установи, че става въпрос за тънко калаено (Sn) покритие. Едностранното калайдисване се постига, когато отпечатаната монета се покрие с калаен прах и се загрее до 300 °C. След изстиване се получава гладко и нестабилно калаено покритие. Вероятно тези монети са раздавани при специални случаи, например царски сватби, военни победи или църковни събори. Съществуват и медни издания на Йоан Шишман, които са покрити с „бял метал“, които не са фурета. В българската нумизматична науката са известни под наименованието билонови

монетосечения, т.е, предполага се, че имат сребърно съдържание. Монетите с допълнително метално покритие са интересно явление, което все още не е ставало обект на обстойно изследване. Съществува и неяснота по въпроса какъв е повърхностният метал. Засега всички научни публикации по темата се базират на визуални наблюдения.

Настоящата статия си постави за цел да анализира посочените монетосечения на базата на модерни елементни анализи. В този труд вниманието е фокусирано върху така нареченото „билоново монетосечение“ (Тип I и Тип II) от управлението на Йоан Шишман (1371-1395) (Малко вероятно е през Средновековието да са използвани имена от съвременен тип (Иван). Може да се предположи, че при кръщаването си владетелите са получавали името на небесен покровител или пък, имайки предвид, че Йоан се превежда като богопомазан и верен на Бог, името на светеца е било използвано за титла. Повечето владетели от Второто българско царство, както и един от Добруджанското деспотство, носят тази небесна закрила пред името си.) [4](213-216 стр.).

Управлението на цар Йоан Шишман се характеризира с издаването на обилно сребърно и медно монетосечение [4](206-221стр.). Засега са известни четири сребърни (Ag 95%), две „билонови“ и три медни емисии с плоски и корубести ядра, които са издавани основно в Търновската монетарница. През 2011 г. е въведен в научната литература неописан вариант монета от тип „дарят прав / Исус Христос на трон“ с монограм на Йоан Шишман: ЦАРЬ Ш (НШМАНЪ) [8](241-242стр.). Съществуват и екземпляри с монограм: ЦАРЬ Ш (НШМАНЪ) Б (ЛЪГАРОМ) [11](10стр., фиг. 3.66). По частично запазените надписи известните досега монети от този тип са определени като издания на Йоан Александър (1331–1371). Заради точната стилова аналогия между изображенията на Исус Христос от реверса на Шишмановата монета и на публикуваните еднотипни монети на Йоан Александър може да се каже, че монетите за двамата царе са отсечени едновременно. Те или са отсечени след обявяването му за престолонаследник и съвладетел на Йоан Александър в края на 1355 г., или са от първите години на неговото самостоятелно управление. Засега няма данни дали в Никопол, последното убежище (1393-1395) на Йоан Шишман, е осъществявано

монетно производство [4](206стр.). В българската нумизматична наука е наложено становището, че владетелят няма имитативни издания. През 2011 г. е публикувана имитативна монета от неописан тип с изображения: владетел/ равнораменен кръст, на която ясно и четливо се разчита монограм: ЦАРЬ Ш (НШМАНЪ) [7](242стр.). Отново през 2015 г. е публикувана неописана имитативна монета с изображения: бюст на светец/равнораменен кръст [9](140стр.). Въпреки че тази монета е без монограм, съществува голяма стилова прилика с по-горе представената имитативна монета. Графичното изпълнение и метричните данни изключват възможността тези емисии да принадлежат на столичната монетарница и вероятно са издадени през последните години от управление на Йоан Шишман. „Билоновите“ монетосечения на владетеля предшестват медните издания с плоски и корубести ядра. Те се подразделят на два типа, които са отпечатвани почти паралелно (фиг. 1).



фиг.1. Калайдисано монетосечение на Йоан Шишман:

Тип IА-монетите са калайдисани и впоследствие отпечатани;

Тип IБ-монетите са отпечатани и впоследствие калайдисани. Тип II-монетите са отпечатани и впоследствие калайдисани.

Според К. Дочев първо „билоново“ монетосечене е издавано в периода 1371-1390 г., а второто „билоново“ монетосечене през периода 1375-1385 г. Приема се, че двете издания са продукция на Търновската монетарница. Отсъствието на писмени исторически източници затруднява въпроса за техния номинал, въпреки това в научната литература съществуват произволни наименования [1](197стр.). Те се откриват основно в района на днешното В. Търново. Наименованието „билон“ се използва в научната литература, когато среброто се явява компонента в монетната сплав, т.е. когато съдържанието му достига до 20% или монетите са посребрени [12](926стр.; 933-934стр.). Пръв Н. Мушмов взе отношение към тези интересни издания и ги определи като „цървени аспри“ [6](144-154стр.). На пръв поглед двете думи „цървени аспри“ взаимно се изключват, тъй като грошовете (аспри) не може да бъдат червени, освен ако не са хиперинфлационни. Това наименование не е случайно и има своето научно обяснение, имайки предвид, че „посребряването“ често е „отлюспено“. Вследствие на това медното ядро прозира на повърхността с червеникав цвят. Изследователят на монетосеченето на Второто българско царство К. Дочев съвсем правилно отбелязва, че „тези издания са резултат от недостига на сребро в Търновската монетарница и представляват официална спекулативна мярка, целяла замяната на сребърните грошове с такива, чиято стойност е изкуствено завишена“ [3](40стр.). Той констатира и едно интересно явление: тяхното орязване и нарязване в средата на 80-те години на XIV в. (фиг. 1. 2). Подобно становище застъпва и Вл. Пенчев, според него те се явяват следствие от недостига на сребро [10](169стр.). К. Дочев ги свързва с популярните в Търново византийски билонови торнезета [2](39-40стр.), отсичани при управлението на император Андроник II и произвеждани до края на XIV в. В научната литература те са познати под наименованието „rolitikon“. В средата на XIV в. съдържанието на сребро в тях е високо и достига до 20%. Аналогично на тях епирският деспот Йоан II Орсини (1323-1335) сече билонови торнезета, които съставляват съществена част от

циркулиращите монети в Търново. Впоследствие билоновите монети биват само посребрявани, а през последните десетилетия на XIV в. се превръщат в обикновени медни монети. Може да се предположи, че „билоновите“ монетосечения на Йоан Шишман са пуснати в обращение като голям сребърен номинал в паричната система, вероятно със стойност 1/4 от ставратона и много скоро след това са девалвирали и приравнени по стойност към медните монети на владетеля. Косвенно доказателство в тази насока се явява наличието на изцяло меден тип монети с еднакви изображения. През 2007 г. Ст. Авдев правилно отбелязва, че „билоновите монети“ на Йоан Шишман са с „видимо посребрени повърности“, но анализи за състава на покриващия монетното ядро допълнително нанесен метал не са правени [1](197стр.). Въпреки тази констатация, тезата за тяхното сребърно съдържание е наложена в българската нумизматична литература. Считам, че е крайно време по въпроса да има ясно становище, което да потвърди или отхвърли това виждане. За целта са използвани резултатите от проведените през 2011 г. и 2013 г. археометрични анализи на българските средновековни монетосечения посредством SEM/XRF [8]. Сканиращият електронен микроскоп (SEM) използва електронните лъчи, за да получи информация за монетната сплав в наноразмер (0,000 001 mm.). Основният тип сигнали, които се получават, са разпръснатите (BSE) и вторичните електрони (SE), които генерират изображението в сивата скала на спектъра. Разпръснатите електрони произвеждат изображения с контраст, което носи информация за разликите в атомния номер; вторичните електрони дават топографска информация. Друг вид сигнали, които се използват за анализите, са рентгеновите лъчи. Благодарение на тях се получава информация за технологията на производство, за методите на създаване на тънки покрития, както и за произхода на суровините. Рентгеновата флуоресценция (XRF) разкрива нови възможности за постигане на тази цел чрез неdestructивен подход. Работният режим е осъществен чрез програма за благородни антични сплави, които се отличават

значително от модерните „чисти“ технически сплави [9]. Резултатите са ревизирани и допълнени с нови данни за монетните повърхности, получени на базата на енергоразпръскващия рентгенов анализ (EDX), проведен с микоскоп „SociusDualBeam“, оборудван с EDX детектор (Octane Elite EDSSilicon Drift Detector). Това е аналитична система с висока резолюция, базираща се на фокусирания йонен лъч (FIB-SEM). Анализирани са по 20 монети от първи и втори „билонов“ тип, които са с различна степен на запазеност на „сребърното“ покритие. Резултатите, получени чрез SEM/XRF, илюстрират химичния състав на сплавната композиция на монетното ядро:

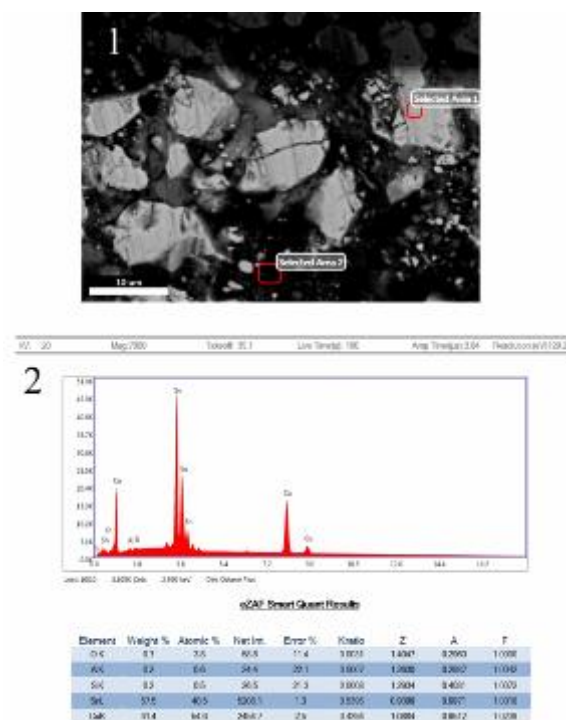
- Първи билонов тип: Cu 89% ;Pb 7%; Sn 3,8; Sb 0,2%.

- Втори билонов тип: Cu 88, 2%; Pb6,3; Sn 5,1%; Sb 0,2%; Fe 0,1%; Ag 0,1%.

Проведените анализи на монетните ядра ги охарактеризират като медни. Установено е наличие на 0,1% сребро при втори „билонов“ тип е примес, който е природна съставка на използваната руда. Добавянето на сребро е несъзнателен акт и остава незабелязано от средновековните металурзи. Резултатите, получени чрез EDX анализа установяват, че при изготвянето на първо и второ „билоново“ монетосечене средновековните металурзи са използвали калаено (Sn) покритие. В заключение може да се каже, че тези издания не може да се определят като билонови, тъй като среброто не е използвано за допълнително метално покритие и не присъства в сплавната композиция на монетното ядро (фиг. 2).

SEM/EDX анализът позволява да се направят някои уточнения, свързани с производствения процес на монетите от първи и втори калайдисан тип. При изработването на спекулативните монетосечения е използвана средновековната техника за „горещо калайдисване“. Монетите, които трябва да се калайдисат, след термична обработка се потапят във вана с разтопен калай. След изваждането от ваната се охлаждат за няколко секунди, за да се получи гладко покритие. По този начин калаят покрива техните повърхности, образувайки крехко и нестабилно покритие. Гладката

повърхност на калая отразява светлинните лъчи и колкото по-малко абсорбира тези лъчи, толкова по-голям е металният блясък. Калаят е мек и вискозен метал, който е по-тъмен на цвят от среброто. Изложени на атмосферните влияния, калаените повърхности загубват металния си блясък. През 1371 г. търновските металурзи и ковачи изработват първи калайдисан тип монети по технологията: първоначално калайдисване и последващо отпечатване чрез нискотемпературна пластична деформация (ϵ). При нея след премахване на кумулативното кинетично натоварване (T) монетното ядро не възстановява първоначалните си форма и размери. Тази група монети се характеризира с високото си тегло и ювелирна изработка. Монетните изображения са ясни и отчетливи, тъй като калаеното покритие е пресовано върху монетната повърхност.

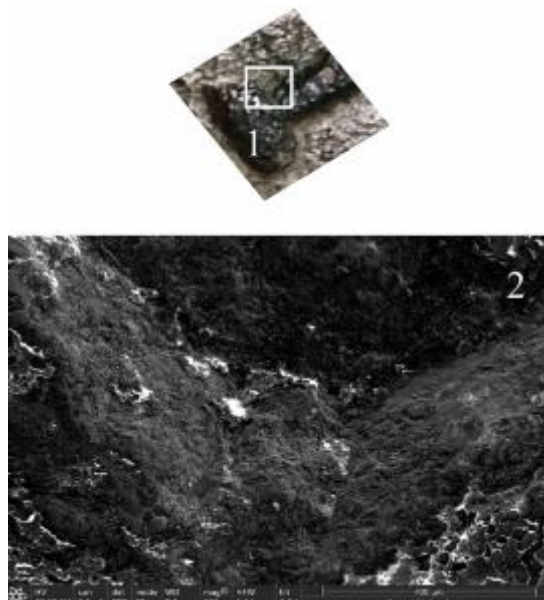


фиг. 2. Микрограф от анализ, проведен при работно напрежение от 20 Kv:

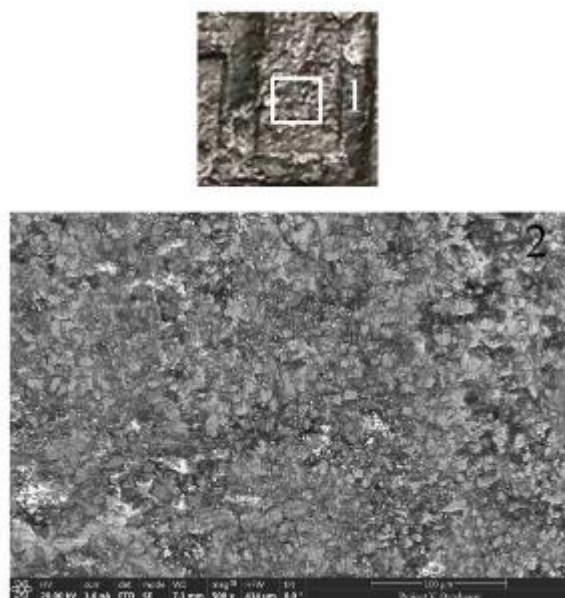
- детайл от повърхност на калайдисана монета при увеличение 7000x (1).

- елементен анализ на монетна повърхност (макро- и микроеlementи) (2).

Топографското разположение на изображенията е с ориентация от 90° спрямо монетната повърхност (фиг. 1-1; фиг. 3; фиг. 4) (Тип IA).



фиг.3. Ротиран детайл от повърхност на монета (детайл от кръст) от Тип IA (1). Детайл от (1) при увеличение 200х. Наблюдава се перфорирано калаено покритие (светещи повърхности) (2).

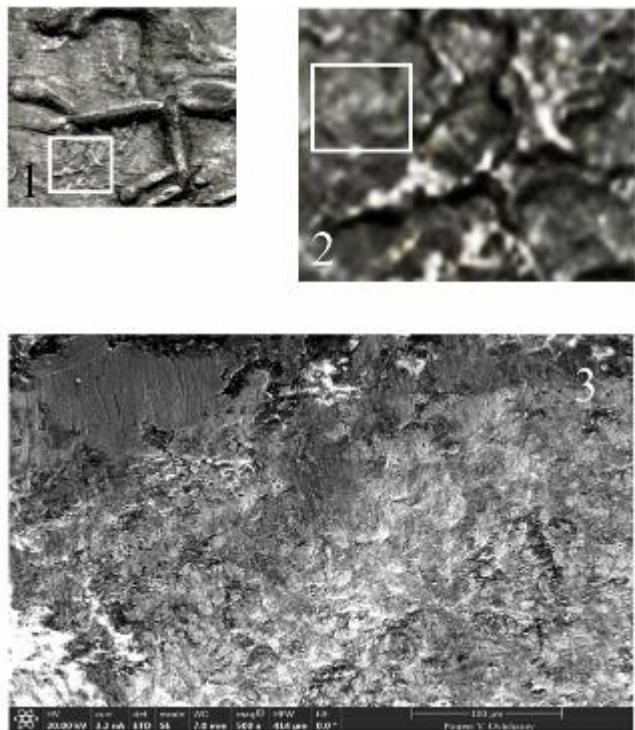


фиг.4. Детайл от повърхност на монета (детайл от монограм ШН) от Тип IA (1). Детайл от (1) при увеличение 500х, наблюдава се пресовано калаено покритие (2).

Това технологично решение не остава без последствия. По време на коването поради различната пластичност на медта и калая се получават множество "отлюспени" и „издрани“ места. Този незадоволителен резултат е следствие от липсата на технологичен опит. Не е изненада и фактът, че много рядко се откиват монети със запазено покритие, тъй като непосредствено след отпечатването са повредени. Произвеждането на монети с повредено „сребърно“ покритие застрашава финансовото начинание. Очевидно финансовите власти не остават безучастни, защото търновските металурзи и ковачи вземат решение за промяна на технологичния процес. По-късните издания от този тип, които са с по-ниско тегло, са отпечатани и след това калайдисвани (фиг. 1-2; фиг.1-3) (Тип IB). По принцип калайдисването като окончателна технологична операция е логична и ефикасна мярка, тъй като металното покритие не се подлага на кумулативно кинетично натоварване. Първоначално е поставяно плътно калаеното покритие (фиг. 1-2), впоследствие то става все по-тънко, а изображенията наподобяват имитативните издания (фиг. 1-3). Наличието на такива фрапиращи технологични и стилови отклонения при изготвянето на монетите потвърждават тезата на К. Дочев за тяхното продължително производство до 1390 г. Очевидно в определен момент дори калаят става дефицитна суровина за търновската монетарница. През 1375 г. търновските металурзи и ковачи изработват втори калайдисан тип. Монетите са изработени изцяло по технологията: първоначално отпечатване чрез нискотемпературна пластична деформация и последващо калайдисване. При тях се наблюдава плътно калаено покритие (фиг. 1-4; фиг. 5).

Металурзите вземат правилно решение, тъй като по-дебелото покритие е по-устойчиво, но и по-скъпо. Екземплярите, които са попаднали в сухи и пясъчливи почви, все още имат запазени повърхности и метален блясък, наподобяващ този на среброто. К. Дочев и Вл. Пенчев предполагат, че произвеждането на „билоновите“, т.е. на калайдисаните монети не се дължи на финансова безотговорност

[3](40стр.); [10](169стр.). Въвеждането в обръщение на монети, чиято стойност е изкуствено завишена, не остава без последствия [9].



фиг.5. Детайл от повърхност на монета (детайл от лъв) от Тип II (1).

Детайл от (1), наблюдава се плътно калаено покритие, което не е пресовано върху монетната повърхност (2).

Детайл от (2) при увеличение 500х (3).

За съжаление не съществуват писмени исторически източници, които да ни информират до каква степен е неутрализирана фискалната депресия. Финансовите кризи възникват и придобиват различни очертания, но имат сходни трансмисионни механизми. Въпреки това, практическото идентифициране на степента на финансова нестабилност, която настъпва в Търново, е трудно да се прецизира, но е възможно да се направят предположения. Резултатът не може да бъде друг освен: повишение на цените и поява на хроничен дефицит на стоки. За отношението на населението към тези пари можем само да гадаем. Първоначално лъскавите и блестящи повърхности на новоотсечените „сребърни“ пари са достатъчни за психологическо въздействие

върху потребителя. Можем да си представим шока, който са преживели собствениците на новите пари, тъй като нестабилното калаено покритие се „отлюспва“ и монетите блестят с червеникав оттенък. Средновековните столичани бързат да си платят належащите разходи с тези „сребърни пари“. Косвено доказателство в тази насока се явява отсъствието на колективни находки с калайдисани монети, следователно населението не ги трезорира. Засега само К. Дочев документира една находка с калайдисани монети от В. Търново. Хроничният недостиг на сребро, изобилието от билонови монети със съмнителен стандарт, както и новотсечените калайдисани пари са ясен признак за предстоящата катастрофа. Нелогично е да очакваме в края на XIV в., в условията на непосилен „харадж“, владетелят Йоан Шишман да си позволи провеждането на скъпата технологична операция, каквато е посребряването. Тези монети документират катастрофалната фискална депресия, предизвикана от наложения васалитет, съпътстващ залеза на Второто Българско царство. Калайдисаните монетосечения на Йоан Шишман се явяват феномен в Балканската нумизматика.

Литература:

1. Авдев 2007: С. Авдев. Българските средновековни монети. София, 2007.
2. Дочев 1984: К. Дочев. Хронология на монетосеченето на цар Иван Шишман. Нумизматика XVIII, кн.2, 1984, 38-40.
3. Дочев 1992: К. Дочев. Монети и парично обращение в Търново (XIII - XIV в.). Велико Търново, 1992.
4. Дочев 2009: К. Дочев. Каталог на българските средновековни монети XIII - XIV век. Типове, варианти, цени. Велико Търново, 2009.
5. Дзанев 2004: Г. Дзанев. Билонова монета от типа „Иван Александър с Теодора“. Нумизматика, сфрагистика и епиграфика. 1, 2004, 105-107.
6. Мушмов 1924: Н. Мушмов. Монетите и печатите на българските царе. София, 1924.

7. Овчаров 2011a: Вл. Овчаров. Редки и неописани български монети от XIV век. - В: Terra antiqua Balcanica et Mediterranea (Acta Musei Varnaensis, VIII-2). Варна, 2011, 235-249.

8. Овчаров 2011b: Вл. Овчаров. Археометричен анализ на българските средновековни монетосечения (Coinage and Coin Circulation on the Balkans (CCCB), 10). София, 2011.

9. Овчаров 2015: Вл. Овчаров. Неописани варианти на български средновековни монети (XIII-XIVв.). Археология, 1-2, 2015, 135-142.

10. Юурукова, Пенчев 1990: Й. Юурукова, Вл. Пенчев. Българските средновековни печати и монети. София, 1990.

11. Русев и колеги: Н. Русев, А. Кривенко, Вл. Овчаров. Находки българских монет XIII-XIV вв. на Прутско-Днестровском приграничье Золотой Орды. Stratumplus, 6. 2019, 193-208.

12. Morrisson 2002: C. Morrisson. Byzantine money. Its production and circulation. -The Economic History of Byzantium, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C., 2002.909-966.

За контакти:

д-р Владимир Овчаров
e-mail: vl.ovtcharov@yahoo.com

9010 Варна, ул. „Студентска” № 1
Технически Университет
участник в колектив по проект на
Технически Университет-Варна
Договор № ДФНИ-K01/0014
с Фонд „Научни изследвания”
от 04.12.2012г.

Тема: „Технологично развитие на
монетосеченето по българските земи от
Античността до Възраждането”
Р-л на научния екип: доц. д-р инж.
Димитър Неделчев Неделчев

ФРАКТОГРАФСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ЗАВАРЕНИ ПРОБИ СЛЕД УМОРНИ ИЗПИТАНИЯ В ЗОНАТА НА РАЗРУШАВАНЕ

Георги Георгиев Георгиев

Abstract: *Austenitic-ferrite stainless steel, also called duplex stainless steel, has many of the advantages of ferritic and austenitic steels. Due to the high content of chromium, nitrogen and molybdenum, these steels have very good resistance to continuous and local corrosion. A two-phase microstructure consisting of approximately 50% austenite and 50% ferrite contributes to high strength and high corrosion resistance.*

Keywords: *Material fatigue, Fatigue crack, ferrite and austenitic steels, low cycle fatigue.*

1. Въведение

Неръждащите стомани намират широко приложение петролната и газова индустрии в страната и чужбина. На практика се използват почти навсякъде, от надводната и прибойната зона до подводната части на морски конструкции и съоръжения за добив на нефт и газ, в инсталации за обезсоляване, оборудване за целулозно-хартиената промишленост, резервоари, съдове използвани в химическата промишленост, съдове работещи под налягане, спирателни клапани, танкери за превоз на химически продукти, защитни прегради от пожар и взрив на морски нефтодобивни платформи и др. [1, 2, 3]

Тяхната устойчивост против корозия се повишава при въвеждане в състава на легиращи елементи, основно хром и никел. Корозионната устойчивост основно се дължи на образуването на плътен окисен филм и повишаване на електродния потенциал, увеличаване на електроположителността на стоманата. За получаване на окисния филм основен легиращ елемент се явява хромът, като при съдържание на хром над 12% стоманите се приемат за корозионно устойчиви. [4]

При заваряване благоприятно влияе балансираният състав на ферито - аустенитните стомани, като зоната на термично влияние притежава достатъчно високото съдържание на аустенит, водещо до по-добра устойчивост на локална корозия. Отделните марки ферито - аустенитни стомани имат отлични заваръчни характеристики. В стомана с 0.1

... 0.12% C, съдържанието на до 3% Cr запазва добра заваряемост на стоманата. С увеличаване на съдържанието на въглерод (до 0.25%) и съдържанието на хром до 2% се поддържа сравнително добра заваряемост. При по-високо съдържание на хром, заваряемостта на стоманата се влошава значително. Влиянието на хрома върху влошаването на заваряемостта е свързано с няколко фактори. [6, 7]

При подлагане на циклично натоварване и отсъствие на включвания с критичен размер се появява уморна фрактура чрез формирането на линиите на приплъзване. Конвенционалната граница на умора кореспондира със ограничението на линиите на приплъзване. Необратимостта на линиите на приплъзване в крайна сметка води до инициране и разпространението на къси уморни пукнатини. Преобладаващо, пукнатините се зараждат в зоните с ясно изразени линии на приплъзване в аустенитните зърна. [5]

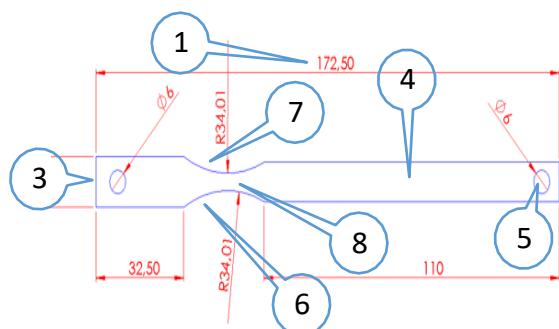
2. Цел и задачи

Целта на това изследване е да се проследи зараждането и развитие на пукнатината предизвикана от многоциклова умора в зоната на наварения метал на корозионно устойчива стомана от ферито аустенитен тип SAF2507.

3. Обект на изследване

За целите на това изследване е избрана ферито – аустенитна стомана. От плоча с размери 300 x 300 мм и дебелина 3мм са изрязани образци. Изрязването на образците

се извършва с помощта на лазер, като по този начин зоната на термично влияние е достатъчно малка за да не оказва влияние при последващите изпитания. Геометричните размери са съобразени с избраната работна честота от 57 херца. При така зададени изходни данни (57 херца и 3мм дебелина на плочата) образците следва да имат дължина от 172.5 мм и ширина 10 мм на свободния край.



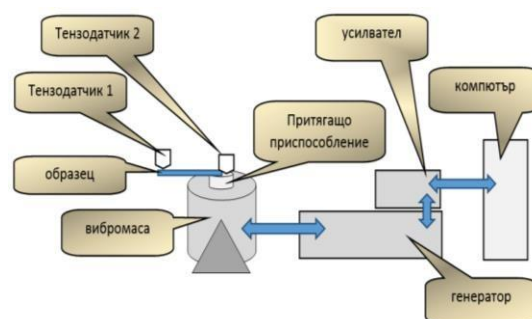
Фиг.1. Геометрични размери

На фиг.1 и табл.1 са показани геометричните параметри. От многото изследвания в областта и натрупания опит се установи, че радиусите на закръгление в зоната натоварване (фиг.1. т-8) са от съществено значение за уморната дълговечност на образца. Ръбовете в зоната подложена на най-голямо натоварване по време на цикличните изпитания следва да бъдат заоблени. В това изследване ръбовете ще се премахват като се използват последователно шкурки от P100 до P2000 до достигане на радиус $R = 0,70 \text{ mm}$.

Табл.1. Геометрични размери

Геометрични размери		
1	дължина	172.5 mm
2	дебелина	3 mm
3	ширина в захващането	13 mm
4	Ширина в свободната част	10 mm
5	отвори	Φ 6
6	радиус на закръгление	R 34 mm
7	фаска	R0,37 mm
8	най-малкото сечение	4 x 3 mm

За провеждането на циклични изпитания ще се използва установката показана на фиг.2. Необходимо е образците да се закрепват здраво в специално приспособление изработено за конкретната вибромаса. При недостатъчна сила на притягане в процеса на работа от вибрационните сили започва развиване на болтовете, а от там подаване на грешни данни от тензо-датчиците. Кабелите от тензо-датчиците трябва да бъдат внимателно прикрепени и да нямат допир до изследваният образец. Използва се специално подбрана честота която да отговаря на размера на образца. Амплитудата на натоварването се определя в зависимост от избраната стъпка от експерименталния план.

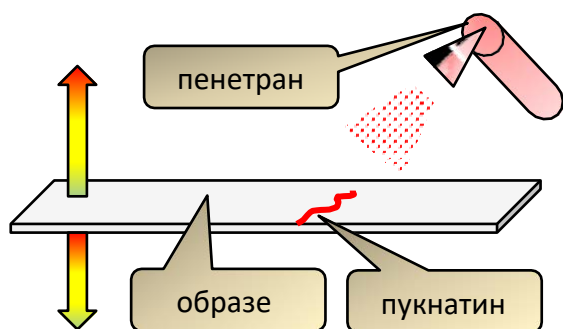


Фиг.2. Експериментална установка

4. Циклична умора на вибромаса.

На представената на фиг.2 установка закрепваме образца по описаната методика. Провеждаме циклично натоварване на орбацеца по зададени стойности амплитуда и честота. Следим процеса на работа до получаване на индикация заложенa в софтуерното управление на установката. Индикацията сигнализира за формиране на фокус(микрорукнатина). След образуване на фокус се проследява развитието на пукнатината. Тази пукнатина е невидима дори при много големи увеличения. Чрез дълбоко проникващ пенетрант отново няма възможност за обозначаване на пукнатината поради факта, че тя е с много малка ширина. По тази причина пенетранта се използва само като обозначител на растежа на пукнатината при изпитването на умора. В момента на изпитване образца изпитва опън-натискови напрежения увеличаващи широчината на пукнатина и по този начин пенетранта прониква в нея предоставяйки

визуални данни за нейното разрастване - фиг.3



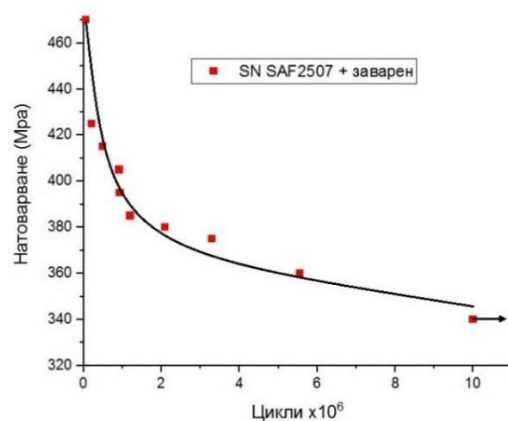
Фиг.3. Методика за проследяване на развитието на пукнатини

След достигане на избраната дължина на пукнатината образеца се изважда от установката. Посредством макроструктурен анализ се определя дължината на пукнатината в двете направления. Процедурата се повтаря многократно като се следи развитието на пукнатината в двете направления с помоща на стерео микроскоп за макроструктурно изследване. Резултатите от цикличните изпитания на заварени образците са поместени в табл.2. При тях е установена границата под която не се наблюдава зараждане на пукнатини 340 МПа (в диапазона до 1×10^7 цикли).

Табл.2 Резултати от уморни изпитания на заварени образци от стомана 2507.

Образец №	1	2	3	4	5
Натоварване (Мпа)	470	425	415	405	395
Цикли, 1×10^6	0,1	0,25	0,5	0,90	0,95
Образец №	6	7	8	9	10
Натоварване (Мпа)	385	380	375	360	340
Цикли (1×10^6)	1,2	2,1	03,3	5,56	10

Въз основа на получените данни (табл.2) е съставена е кривата на умора фиг.4. Образците обозначени със зелен цвят в табл.4.4 не са се разрушили в рамките на изследвания диапазон, същите са показани с стрелка на фиг.4.



Фиг.4. S-N крива на заварени образци от стомана SAF2507.

5. Макроструктурен анализ на заварени образци от ферито-аустенитна стомана.

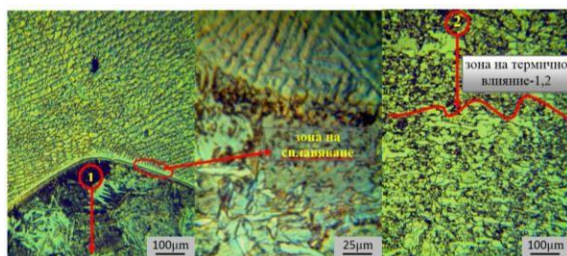
Фрактографските изследвания на получените ломове след разрушаване ни дават представа за развитие фронта на пукнатините при заварените образци. На фиг.5.а се наблюдава лом разрушен от циклично натоварване при 360Мпа знакопроменливо натоварване. Забележими са етапи от развитието на пукнатината, като фронта и на развитие е около 24 градуса спрямо челната повърхнина и е близък до права линия. При образец на който е приложено 425Мпа знакопроменливо натоварване фиг.5.б се наблюдава, че фронта на развитие на пукнатината може да бъде с дългообразна форма, като се развива с ъгъл 37 градуса спрямо челната повърхнина. Развитието на фронта на пукнатината е тясно свързан с приложеното натоварване. По-големите ъгли се наблюдават при малоциклова умора, като ъгъла им намалява при намаляване на знакопоменливото натоварване.



Фиг.5. лом разрушен от циклично натоварване;

6. Микроструктурен анализ на заварени образци от ферито –аустенитна стомана.

На фиг.6 е представена микроструктурата в зоните на наварения метал зоната на сплавяване (ЗС) и зоната на термично влияние (ЗТВ). Трите структури са представени в различно увеличение, като при по-малките увеличения се цели да се обхванат и трите зони, които се формират в процеса на заваряване. На фиг.6.а се наблюдават зоната на наварения метал(ЗНМ), ЗС и ЗТВ. На фиг.6.б при по- големи увеличения X400 е изяснена зоната на сплавяване. На фиг.6.в е представена границата на ЗТВ с основния материал.

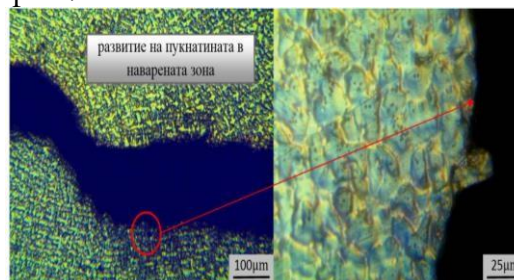


а) б) в)

Фиг.6. Микроструктура на заварен образец, а) зона на сплавяване, X100; б) зона на сплавяване, X400; в) зона на термично влияние X100.

От проведения микроструктурен анализ можем да наблюдаваме развитието на пукнатината при по-голямо увеличение както и преминаването му през ЗНМ. При наблюдение с по-големи увеличения можем да проследим линията и кривината на пукнатината преминавайки през дендридната структура на наварения метал (ферито-аустенит). От фиг.7.а можем да отчетем зигзагообразното движение на

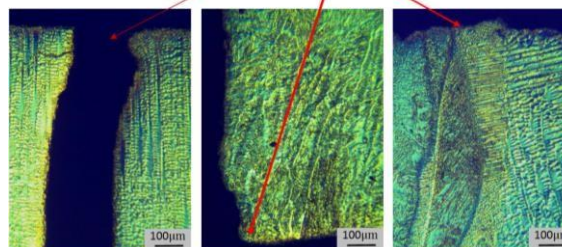
пукнатината за разлика от пукнатината развиваща се в основния метал, която има линеен характер. Тази криволинейност се дължи на дендридния характер на получена структурата в наварения метал, който определя развитието и движението на пукнатината. Самото откъсване на части от дендридите в по-голямата си част са равномерни, но има и зони където се наблюдават израстъци които са нестабилни фиг.7.б.



а) б)

Фиг.7. Микроструктура на заварен образец, а) наварена зона. X100; б) зона на разрушаване, X400.

На фиг.8 е представена микроструктурата на наварения метал в странично сечение. Развитието на пукнатината в странично сечение минава през наварения метал на дендрида като пресича транскристално дендридните зърна. На структурите фиг.8.а е представено начало на развитие на пукнатината на фиг.8.б. долният край на пукнатината, а на фиг.8.в е представено движението през средната част на образца.



а б в

Фиг.8. Микроструктура на образец в странично сечение №1, а) фокус на пукнатината X100; б) зона край на пукнатината в наварения метал X100; в) зоната между двата заваръчни шева X100.

7. Изводи

- В наварения метал пукнатината има зигзагообразен характер, а в основния материал е праволинейна, като и в двата случая характера и е транскристален.
- Установена границата под която не се наблюдава зараждане на пукнатини 340 МРа (в диапазона до 1×10^7 цикли).
- Установено е, че зоната на малоциклова умора се наблюдава при циклично натоварване над 470 МРа.
- Установено е, че ъгъла на фронта на пукнатината се променя в зависимост от приложеното натоварване.
- Установено е, че в зависимост от натоварването се променя и вида на фронта на пукнатината – дъговиден и линеен.

За контакти:

9010 Варна, ул. „Студентска” № 1
Технически Университет – Катедра МТМ
инж. Георги Георгиев
e-mail: gogo28@abv.bg

Литература

1. Бараз, В.Р., Грачев С.В., „Нержавеющие аустенитные стали для высокопрочных и релаксационных упругих элементов и медицинских инструментов“ - МиТОМ, 1982, № 7. – С. 54-55.
2. Пестриков В.М., Морозов Е.М., „Механика разрушения твердых тел.“ - Санкт-Петербург, Професия, 2002.-300с
3. Фофанов Д., „Аустенитно-Ферритные(Дуплекс) Стали.“ 2017
4. Alvarez-Armas I., „Lowcycle fatigue behavior on duplex stainless steels” Transactions of The Indian Institute of Metals vol.63 issues 2- 3, April-June 2010, pp 159-165.
5. Chai G., „Microstructural aspects of duplex steel during high cycle and very high cycle fatigue“ Intl J Fatigue 2006;28:1533.
6. Электронный ресурс
/Руководство по сварке дуплексных сталей - Sandvik Materials Technology 2003
7. Исследовательский центр Авеста., „Дуплексная нержавеющая сталь.“ 2010

ИНДУСТРИЯ 4.0 – ПРИНЦИПИ И ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПРИЛОЖИМОСТ В БЪЛГАРСКОТО КОРАБОСТРОЕНЕ И КОРАБОРЕМОНТ

Йорданка Съчкова

INDUSTRY 4.0 - PRINCIPLES AND OPPORTUNITIES FOR APPLICABILITY IN BULGARIAN SHIPBUILDING AND SHIP REPAIR

Yordanka Sachkova

Резюме: Пътят към Индустрия 4.0 представлява еволюционен процес. Съществуващите технологии, пригодени към особеностите на производствените особености, следва да се адаптират към съвременните иновативни решения, за да се доразвие конкурентоспособността в международен план и да се поддържа на място голям производствен обем.

ЕС декларира политическата воля за създаване на предпоставки и подкрепа за развитието на водеща цифрова икономика и общество. Индустриалната политика е един от основните елементи в Стратегията на Европейския съюз за интелигентен, устойчив и приобщаващ растеж „Европа 2020“. Добавената стойност към производството в тежката и машиностроителната промишленост е висока, което поставя сферата на корабостроенето и кораборемонта в челните места по удачност за включването ѝ в разработки и последващо въвеждане на цифровизацията.

Статията разглежда принципите на Индустрия 4.0, предизвикателствата, пред които е поставен корабостроителния и кораборемонтен бранш и решенията, които вече са въведени във водещи корабостроителници, направени са изводи и препоръки за въвеждане на Индустрия 4.0.

Ключови думи: корабостроене, кораборемонт, Индустрия 4.0, цифровизация

Abstract: : The article discusses the principles of Industry 4.0, the challenges facing the shipbuilding and ship repair industries, and the solutions already implemented in leading shipyards. Finally, conclusions and recommendations for the introduction of Industry 4.0 are done..

Keywords: shipbuilding, ship repair, Industry 4.0, digitalization

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В България производителността на труда е ниска, което отрежда на страната 47-мо място в света и последно (27) място в ЕС. Причините за това са комплексни, но повишаването на производителността е в пряка зависимост от ефективността на използваните ресурси. Европейската комисия (ЕК) определя бизнеса в България като недостатъчно иновативен в сравнение с останалите държави в ЕС[1]. В последното издание на Доклада за глобалната конкурентоспособност на Световния икономически форум, България е класирана на 44 място по показателя технологична готовност [1]. В страната е развита основно ниско технологична икономика, с ниска производителност на труда. За да подобри своята конкурентоспособност е необходимо

страната ни да съсредоточи своите усилия върху подобряване качеството на работната сила (увеличаване на инвестициите в образование, при въвеждане на механизми за отразяване на нуждите на индустрията) и върху стимулиране активността за търсенето и въвеждането на нови технологии, да се насърчи абсорбирането на иновации от пазара, да се изгражда капацитет за усвояване и адаптиране на чуждестранни технологии и знания. [1]

Съгласно проучванията в “Стратегия за участието на България в четвъртата индустриална революция” (www.bia-bg.com/uploads/files/events/Industry_4.0/), добавената стойност към производството в тежката и машиностроителната промишленост е от порядъка на 39%, което поставя сферата на корабостроенето и

корабостроителната индустрия като най-удачни за включването ѝ в разработки и последващо въвеждане на цифровизацията.

2. СЪЩНОСТ НА ИНДУСТРИЯ 4.0

Индустрия 4.0 представлява съвкупност от свързани цифрови технологични решения, подпомагащи развитието на автоматизацията, интеграцията и обмена на данни в реално време в производствените процеси. По своята същност това отразява индустриален и технологичен трансформационен процес, който естествено следва развитието на научните и производствени практики.[1]

Напредъкът в цифровите технологии, в съчетание с други главни базови технологии, променя начина, по който ние проектираме, произвеждаме, реализираме на пазара и генерираме стойност от продуктите и свързаните услуги. Нововъведенията в технологиите като интернет на нещата (IoT), съобщителни мрежи от пето поколение (5G), компютърни услуги в облак, анализ на данните и роботика променят продуктите, процесите и бизнес моделите във всички сектори, като в крайна сметка създават нови отраслови структури, тъй като глобалните вериги на стойността се променят (Фиг.1)



Фиг. 1. Технологичните области на Индустрия 4.0 –(адаптирано по [16])

2.1. Приложения в корабостроителната индустрия

В [2] са анализирани различните стъпки и мерки, които предприемат основните сили в корабостроителната индустрия за прилагане на постановките на Индустрия 4.0. В

отделните страни са възприети различни наименования: Shipbuilding 4.0; Shipyard 4.0; Shipping 4.0; Naval 4.0; Maritime 4.0; Smart Yards; Smart Shipbuilding.

В Китай през 2015 година дефинират стратегията "Made in China 2025", инспирирана от Индустрия 4.0. В Япония версията е наречена Industrial Value Chain Initiative (IVI) а в Корея - "Manufacturing Innovation 3.0 Strategy". Предложена е и методология за прилагане на Shipyard 4.0 в Хърватия.

Авторите на [3] анализират възможностите за внедряване на инструментите на Индустрия 4.0 в корабостроителното производство. Особено внимание те обръщат на прилагането в дейността на малките и средни предприятия (МСП), с цел те да могат да са конкурентни на големите производители. На базата на интервюта на експерти от германската корабостроителна промишленост, авторите формулират относителната тежест на различни инструменти и методи, които да се приложат в корабостроителния сектор (Табл. 1)

Табл. 1. Прилагане на инструменти на Индустрия 4.0 в корабостроителния сектор

Инструменти и методи	Тегло %
Интерактивно участие на клиентите	30
Анимирани приложения за намаляване на проектните и производствени разходи	18
Lean моделиране и lean оптимизационни инструменти	16
Визуализация на информационните потоци за доставчиците	14
Учебни и тренировъчни инструменти	12
Проектиране на работните процеси	10

„Lean“ е подход за структурирано елиминиране на загубите и фокусиране на усилията и ресурсите на компанията върху тези дейности, които създават стойност за крайния клиент. Тази философия премахва всички ненужни действия и създава едно по-гъвкаво и икономично производство, което може да реагира на пазарните промени по-добре и по-бързо от конкурентите -

<https://next-consult.com/bg/post/kakvo-e-lean-ima-li-pochva-u-nas>

В същото време сравнително високите разходи, сложността на интеграцията, потенциалните киберпрестъпления и ниските познания за ИТ на служителите са посочени като основни препятствия за ефективно използване на Индустрия 4.0 в сегашния корабостроителен сектор.

Сериозни постижения са постигнати във фирма Navantia (свързана с военното корабостроене на Испания

(<https://www.navantia.es/en/navantia-4-0/>)

, където се прилага понятието Shipyard 4.0 [4]

Съгласно тази концепция, процесите и продуктите се интегрират, за да се осигури екологично, ефективно и гъвкаво производство, чрез:

- Вертикална интеграция на производствените процеси (свързаност, производство чрез наслагване, интернет на неща (IoT), радиочестота, съвместна роботика и др.), за да се гарантира производство, което е безопасно, бързо с по-добро съотношение цена-производителност, което оперира онлайн, консумира по-малко енергия и по-добре опазва околната среда;

- Хоризонтална интеграция за създаване на стойност чрез мрежи (киберсигурност, иновации, диверсификация и др.), в които да участват заинтересованите страни по интегриран начин;

- Ре-инженеринг на верига на стойността (дронове, 3D / 4D печат, изкуствен интелект (AI), виртуална и добавена реалност (VR / AR), дистанционни сензорни мрежи, роботика и др.), чрез въвеждане на промени, които засягат жизнения цикъл.

- Прилагането на индустриална добавена реалност (ИДР) (Industrial Augmented Reality) е описано в [5]. Разработения в Navantia проект представя прилагането на ИДР в следните етапи:

- Производствена информация - Операторите на корабостроителницата обикновено използват информацията на хартия за идентифициране на материали, изделия и т.н., както и последователността от операции. ИДР приложение може да замени голямото количество документи чрез предоставяне на динамична информация в

реално време за активите. На Фиг.2 е представено използване на смартфон за проверка на информацията за отделна тръба;

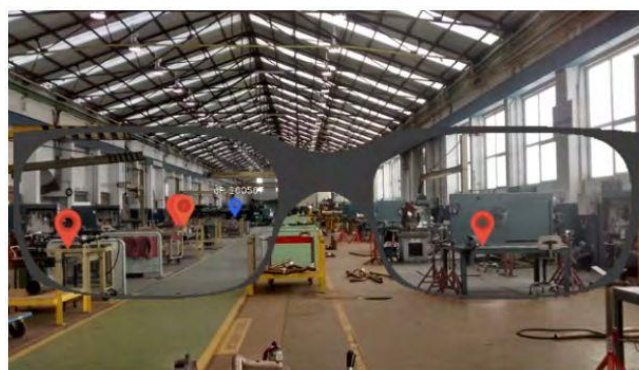


Фиг. 2. Информация за тръба визуализирана чрез смартфон [5]

- Качествен контрол – в края на всеки производствен процес е необходим контрол на качеството. Тук ИДР може да се използва за наслагване на създадения по проект 3D CAD модел върху изделието, за да се определят визуално евентуалните разлики. Контролът на качеството може да се извърши и чрез сканиране на готовото изделие и изграждане на 3D модел, който да се сравнява с проектния;

- Помощ в производството – ИДР може да ръководи операторите, като посочва стъпка по стъпка изпълнението на отделните операции върху 3D модел;

- Определяне на местоположението – отделни детайли могат да са разположени на различни места в цеха. ИДР решенията могат да помогнат при откриване им (Фиг.3).



Фиг. 3. Идентификация на местоположението на детайли чрез ИДР и радиочестотна идентификация (RFID) [5]

- Визуализация на монтажните дейности – често тръбопроводи, окабеляване и вентилации се монтират зад прегради, в близост до тавани на помещенията, което прави разполагането трудно. Чрез ИДР може да се покаже точното месторазположение. Това е от особено значение при кораборемонт;
- Управление на склад – ИДР технологията помага за бързото локализиране на детайли и части. Наред с това, приложението може да показва съдържанието на различните рафтове.
- Прогнозно обслужване - данните от качествения контрол и сензорите, инсталирани в цеховете, могат да бъдат обработени и показвани динамично към операторите, за да се открият аномалии и идентифицират възможни настоящи или бъдещи проблеми;
- Координация и отчитане чрез добавена реалност- ИДР може да подобри координацията в реално време с предоставяне на насоки дистанционно, както и разрешаване на инциденти и изясняване визуално на определени събития;
- Сборка на блоковете – блоковете се събират от секции, а те от множество детайли. Правилното позициониране и подравняване на всеки детайл е от голямо значение. ИДР могат да помогнат на операторите, чрез проектиране на уголемен 3D модел на блока до истинския;

Архитектурата на ИДР използвана в Navantia е изградена чрез облачни структури (cloudlet) и облачни изчисления (fog computing) [6]. Под cloudlet се разбира „...надежден компютър със значителен ресурс или клъстер от компютри, които са свързани с Интернет и са достъпни за използване от мобилни устройства, намиращи се в близост“ [7].

За подпомагане дейността в тръбарски цех на корабостроителница в Navantia е изградена кибер-физична система, която използва активни етикети за радиочестотна идентификация (RFID) за проследяване на тръби и откриване на съответните събития [8].

2.2. Предизвикателства пред Индустрия 4.0

Наред с успешните примери за прилагане на Индустрия 4.0, следва да се анализират и

предизвикателствата при прилагането ѝ. Авторът на [9] дава отговор на два изследователски въпроса: „Кои са основните предизвикателства за възприемането на Индустрия 4.0 в корабостроителната индустрия?“ и „Какви общи препоръки трябва да се дадат на корабостроителните компании, за да увеличат шансовете за успешно внедряване на Индустрия 4.0?“. Анализът е извършен на базата на 22 интервюта на експерти. Дефинирани са три категории от предизвикателства: технологични, организационни и свързани със заобикалящата среда (Табл. 2). Като резултат са посочени пет препоръки, които да способстват за прилагането на технологиите (Табл. 3).

Табл. 2. Предизвикателства пред прилагането на Индустрия 4.0 в корабостроенето [9].

Категория	Предизвикателство
Технологични	Проблеми при събиране на данни за производствения процес
	Резултатите в корабостроенето зависят от персоналните умения при изграждането на уникални и единствени по рода си продукти (кораби).
	Осъзнаване на потенциалния кибер риск
Организационни	Поддръжката от страна на топ мениджмънта за установяване на всяка промяна
	Компаниите трябва да променят структурата си, за да се адаптират, създавайки нови подразделения, екипи или отдели, които да подкрепят внедряването на технологията
	Липса на ресурси
Заобикаляща среда	Връзката с правителствените политики и с начина, по който компаниите възприемат Индустрия 4.0

Табл. 3. Общи препоръки за успех от внедряване на Индустрия 4.0 [9]

Категория	Препоръка
Технологични	Не мислете първо за технологията, помислете за процеса
	Помислете за технологиите, които повишават човешките възможности, а не ги заместват.
	Започнете с малки проекти, за да имате бърз успех, след това преминете към по-големи проекти.
Организационни	Промяна на структурата на компанията, създаване на нови подразделения, екипи или отдели, които да подкрепят внедряването на технологията
Заобикаляща среда	Създаване на стратегически съюзи

3. СИМУЛАЦИОННИ МЕТОДИ КАТО ЕЛЕМЕНТ НА ИНДУСТРИЯ 4.0

През последните години много корабостроителни предприятия, изследователски центрове и университети започнаха използването на симулационни софтуерни продукти като мощно средство за анализ на операциите в корабостроенето.

Съгласно [10], групата SimCoMar (Simulation Cooperation in Maritime Industry) е пример за инициатива за ускоряване на развитието на симулационните подходи в корабостроенето, подпомагайки северноамериканските и европейските корабостроителници. Корабостроителницата Flensburger Nordseewerke Emden, университетите TUHH (TU Hamburg-Hamburg), DUT (Delft University of Technology) и Anast (University of Liege), както и Центърът по морски технологии (CMT) в Германия са участници в тази инициатива. Много немски и датски корабостроителници от години използват симулационни софтуери, за да намалят сроковете на производство и цената на производство, както и да увеличат качеството на продукцията. Приложение на симулационните модели за оптимизиране на производствения процес в работата на едни от цеховете на корабостроителница е представено в [11]. Разгледано е обработването на листи, профили и пръти, което е поделено в различно процентно съотношение между основни дейности: плазмено и кислородно рязане на листи, ръчно или с робот рязане на профили и пръти. След изграждане на симулационен модел и анализиране на процеса са направени препоръки, които включват:

- Увеличаване на ефективността на рязане на пръти с използване на робот, като процентното разпределение между робот и ръчно рязане от 22% и 78% се промени на 60% за рязане с робот;
- Преместване част от листите, на които един от краищата се обработва за заваряване към машината с кислородно рязане, с което общият брой на листите за подготовка на краищата се намалява от 30% на 25 %;
- Оборудване на отделението за рязане на листи с нов мостов кран, който да подпомогне работата на съществуващия кран.

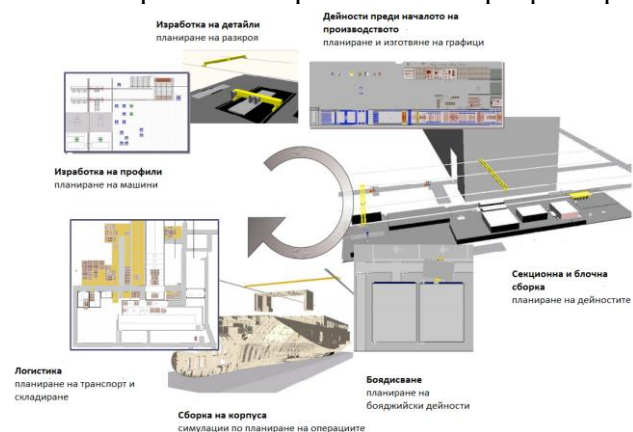
Симулационна технология е приложена и в [12] за намаляване на времето за работа на роботизирана линия за обработване на профили. Постигнато е 13% намаление на времето чрез промяна на параметрите на роботите за рязане и сортировъчния кран.

Симулационните модели успешно се използват не само при традиционното корабостроене, но и за производство на jacket конструкции на съвременните ветро-генераторни установки (Фиг.4) .[13], [14]



Фиг.4. Планиране изграждането на нов производствен район [14]

Като обобщение на разгледаните до тук изследвания по темата, могат да се открият шест ключови фактора, влияещи на продуктивността в корабостроенето – продукт, процес, мощности, пространство, човешки фактор и планиране. Всички те могат да бъдат частично или по-пълно включени в моделите при симулиране на дейностите, като по този начин да се осъществяват предпланиране на дейностите, реорганизиране на последователността на операциите или изследване на възможностите за едновременното им изпълнение (Фиг.5). Чрез проиграване на пълен цикъл от дейности е възможно да се вземат по-точни решения и оптимизиране на изброените по-горе фактори.



Фиг.5. Процеси, решенията за които са подсилени от симулационен софтуер във Фленсбургер, адаптирано по [15]

Към настоящият момент симулационни софтуерни продукти не се ползват и не са познати на корабостроителния и кораборемонтен сектор в България. Както е отбелязано и в редица публикации, като причини за трудното навлизане на симулационните софтуери масово в корабостроенето могат да се посочат:

1. Цената на софтуерите е висока, особено за корабостроителници с малък и среден капацитет;
2. Независимо, че има разработени инструменти към софтуерите специално за корабостроителници, моделирането на симулацията изисква сериозен ресурс от хора и време, особено когато се прави за първи път и може да отнеме от 6 месеца до година и половина;
3. Необходими са добре обучени специалисти за работа със софтуера, които да са и изключително добре запознати с мощностите на завода;
4. Все още е трудно интегрирането на модели, разработени на CAD/CAM софтуери и интегрирането на данни от и в симулационния софтуер.

Адаптирането на методологиите за използването на симулационни софтуери, предложени в разгледаните статии могат да дадат ефективно „оръжие“ в ръцете на мениджмънта на корабостроителните предприятия за проверка на концепцията за изграждане на различни обекти в ранните етапи още на създаване на проекта, да бъдат използвани за планиране и контрол на производствените процеси, а също и да позволят на мениджмънта да взема решения с минимално нисък риск.

4. ОСНОВНИ ИЗВОДИ ЗА БЪЛГАРСКАТА КОРАБОСТРОИТЕЛНА И КОРАБОРЕМОНТА ИНДУСТРИЯ

Събраната и анализирана информация и проведени анкети относно структурата и организация на производствения процес в различните корабостроителни и кораборемонтни предприятия позволи да се формулират особеностите на разглеждания бранш.

- На първо място е необходимо разграничаването на двата вида дейности – корабостроене и кораборемонт – поради

твърде големите разлики в организацията на производствения процес. Това налага да се търсят различни, независими един от друг подходи за подобряване на дейността, намаляване на разходите на труд и време чрез средствата на Индустрия 4.0. Това разделение усложнява задачата, тъй като предприятията в България се занимават обикновено и с двата типа дейност.

- Втората особеност е, че в корабостроителния отрасъл липсва типичната поточност в производствения процес поради голямото разнообразие на операциите и изключително ниската повтаряемост на проектните решения. Заложената в концепцията на Industry 4.0 идея за превръщането на заводите в т.нар. кибер-физични системи, т.е. физични механизми (машини, поточни линии и т.н.), наблюдавани и контролирани от компютърни алгоритми не може да се осъществи в чистия си вид, както това би било възможно при серийно производство – например автомобилостроене. По-сериозна поточност на операциите и въвеждане на специализирани машини в тази връзка би била изключително уместна при серийно производство на кораби, но новото строителство на кораби в България в последните години е ориентирано към специализирани „бутикови“ кораби.

- На трето място следва да се отбележи, че в кораборемонтния сектор вида и броя на операциите на всеки кораб е различен, работата се извършва „на парче“. Общи дейности по оптимизиране на процесите не е осъществим. Въпреки резултатите от анализите, изложени по-горе, при работата по научноизследователския проект „Анализ на възможностите за въвеждане на Industry 4.0 в корабостроителната и кораборемонтна дейност в България“, детайлно са разгледани затрудненията в организацията и са отчетени отделните възможности, където чрез съвременни дигитални средства е възможна оптимизация на процеса. Пример за това са оптимизациите в разкрояването, комплектирането и огъването на детайли и тяхната проследимост; изработка, комплектиране, складиране и транспортиране на тръби; поддържане и следене на наличности в складове на стандартизирани

изделия. Възможни са заимствания от заводи в бранша, в които вече успешно е интегрирана Индустрия 4.0.

На база гореизложеното, могат да се формулират следните изводи:

1. Необходимо е засилването на връзката и партньорството между корабостроителния и кораборемонтен сектор с научните среди за ускорено интегриране на България в Европейски и международни програми, инициативи и мрежи свързани с развитието и прилагането на Индустрия 4.0. Необходимо е изграждане на човешки, научен, организационен и институционален капацитет за развитие на Индустрия 4.0 в България и в частност – разглежданият сектор. Заявката за подготовка на адекватни на ситуацията специалисти следва да бъде формулиран на съвместни общи партньорски срещи при категорично желание на всяка от страните за развитие в посока Индустрия 4.0. Софтуерните продукти, традиционно ползвани в корабостроителния и кораборемонтен сектор, биха могли да бъдат обвързани с други, съгласно потребностите на потребителите им.

2. Българският корабостроителен и кораборемонтен сектор следва да се възползва от допълнителните възможности за финансиране на бизнеса си от ЕС. Целта следва да бъде модернизиране, автоматизиране и конкурентно позициониране на заводите спрямо световното ниво, търсенето и въвеждането на нови технологии или усвояване и адаптиране на чуждестранни технологии и знания. Голямата начална инвестиция би могла сериозно да се намали чрез съфинансиране от държавата и ЕС и да доведе до печалби в сравнително кратки срокове.

3. Липсата на достатъчен персонал в кораборемонтния и корабостроителен сектор би могъл достатъчно успешно да се компенсира чрез използването на Индустриална добавена реалност /намаляване на хартиената документация чрез цифровизирана, електронна проследимост на материалите в реално време, заменяне на стандартните технологични инструкции с тримерни модели във видеоклипове, дистанционна комуникация между различни

специалисти/. Необходимо е заводите да инвестират значителен ресурс от време за създаване на началните бази от данни, но това инвестирано време би дало отлични резултати.

4. Повишаването на стойността на продукта и намаляването на сроковете е възможно да се постигне чрез симулационни софтуери, имитиращи процесите в корабостроителните и кораборемонтни заводи. Чрез тях могат да се намират „тесните места“ в производствата, да се „проиграват“ разнообразни сценарии за вземане на най-удачното и рентабилно решение. В кораборемонтния и корабостроителен сектор, където сроковете са от изключително значение и неустойките за тях за значителни, подобен инструмент безспорно следва да намери място. За да бъде един бизнес конкурентно способен, успешен и авторитетен, той следва да е в крак със световните тенденции. Светът върви към пълна цифровизация. Цифровизацията напълно е завзела ежедневието ни, дори да не си даваме сметка за това – от смартфона с многобройните му приложения, които използваме ежедневно, разписанията на градския транспорт в реално време, метеорологичните прогнози, цифровата телевизия, автоматичните телефонни централи на различни компании, съхраняването на бази данни в облачни пространства, проследяване на пратки и какво ли още не. Да изберем дали да се възползваме от новите достижения или не, си остава наше право с всички последствия от това.

5. БЛАГОДАРНОСТИ

Резултатите представени в този доклад са следствие от работа по проект НП18/2019 от плана на ТУ-Варна, финансиран целево от Държавния бюджет за 2019 година.

Използвана литература:

- [1] Министерство на икономиката, РБ, "Концепция за цифрова трансформация на българската индустрия (Индустрия 4.0).", Available: <https://mi.government.bg/bg/themes>. [Accessed Декември 2019].
- [2] V. Stanić, M. Hadjina, N. Fafandjel and T. Matulja, "Toward Shipbuilding 4.0 - An Industry 4.0 changing the face of the shipbuilding industry," Brodogradnja, vol. 69, no. 3, pp. 111-128, 2018.

- [3] A. Beifert, L. Gerlitz and G. Prause, "Industry 4.0 – For Sustainable Development of Lean Manufacturing Companies in the Shipbuilding Sector," in Reliability and Statistics in Transportation, Lecture Notes in Networks and Systems 36, Springer International Publishing, 2018, pp. 563-573.
- [4] P. Lamas, "Enabling Technologies and Cyber-Physical Systems for Mission-Critical Scenarios," Doctoral Thesis UDC, A Coruna, 2017.
- [5] Ó. BLANCO-NOVOA, T. M. FERNÁNDEZ-CARAMÉS, P. FRAGA-LAMAS and M. A. VILAR-MONTESINOS, "A Practical Evaluation of Commercial Industrial Augmented Reality Systems in an Industry 4.0 Shipyard," IEEE Access, vol. 6, pp. 8201-8218, 2018.
- [6] T. Fernández-Caramés, P. Fraga-Lamas, M. Suárez-Albela and M. Vilar-Montesinos, "A Fog Computing and Cloudlet Based Augmented Reality System for the Industry 4.0 Shipyard," Sensors, vol. 18, no. 6, 2018.
- [7] Y. Pan, P. Thulasiraman and Y. Wang, "Overview of Cloudlet, Fog Computing, Edge Computing, and Dew Computing," in The 3rd International Workshop Dew Computing (DEWCOM 2018), Toronto, Canada, 2018.
- [8] T. Fernández-Caramés, P. Fraga-Lamas, M. Suárez-Albela and M. Díaz-Bouza, "A Fog Computing Based Cyber-Physical System for the Automation of Pipe-Related Tasks in the Industry 4.0 Shipyard," Sensors, vol. 6, 2018.
- [9] A. Torres, "Identifying Challenges and success factors towards Implementing Industry 4.0 technologies in the Shipbuilding Industry.," Delft University of Technology, Master thesis, Delft, 2018.
- [10] J.-D. Caprace, C. Trevisani Da Silva, P. Rigo and F. C. Martins Pires, "Discrete Event Production Simulation and Optimisation of Ship Block Erection Process," in Proceeding of the 10th International Conference on Computer Applications and Information Technology in the Maritime Industries, 2011.
- [11] B. Ljubenkov, G. Dukic and M. Kuzmanic, "Simulation methods in shipbuilding process design," Journal of Mechanical Engineering, vol. 54, no. 2, pp. 131-139, 2008.
- [12] M. Hadjina, N. Fafandjel and T. Matulja, "Shipbuilding production process design methodology using computer simulation," Brodogradnja, vol. 66, no. 2, pp. 77-91, 2015.
- [13] J. Dono, A. Rodríguez and D. C. Álvarez, "DES as Tool for the Decision-Making in an Offshore Manufacturing Foundation Process," in FlexSim in Academe: Teaching and Research, Springer Nature Switzerland AG 2019, 2019, pp. 59-72.
- [14] A. Rodríguez, D. Álvarez and J. A. M. Dono, "3D Discrete Events Simulation to Evaluate the Internal Logistic Strategies in a Shipyard," in FlexSim in Academe: Teaching and Research, Springer Nature Switzerland AG 2019, 2019, pp. 73-86.
- [15] C. Wang, M. Yun-sheng, X. Zu-quan and Z. Yong-qing, "Ship Block Logistics Simulation Based on Discrete Event Simulation," International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE), vol. 11, no. 6, pp. 16-21, 2015.
- [16] Boston Consulting Group, "Embracing Industry 4.0 and Rediscovering Growth," 2015. [Online].

За контакти:

Йорданка Съчкова,
Технически университет – Варна,
катедра „Корабостроене, корабни
машини и механизми“,
e-mail: jordanka_sachkova@yahoo.com

ИСТОРИЧЕСКИ ФАРВАТЕР НА СРЕДНОТО ПРОФЕСИОНАЛНО ТЕХНИЧЕСКО МОРСКО ОБРАЗОВАНИЕ В БЪЛГАРИЯ

Петранка Николова Колева

Резюме: Историческият фарватер на средното професионално техническо морско образование за подготовка на изпълнителски кадри е свързан с две училища в гр. Варна – Средно професионално техническо училище по Корабостроене (СПТУК), което е финансирано от ДСО «Корабостроене» и Техникум по корабостроене и корабоплаване (ТКК). Днес те са обединени във Варненска Морска Гимназия (ВМГ) „Св. Николай Чудотворец“ с прием от 7-ми клас и курс на обучение до 12 клас. Завършващите имат две възможности за реализация: да продължат образованието си във Висши училища или да работят в съответния професионален сектор. В град Бургас има Техникум по морски и океански риболов, а в град Русе – професионална гимназия по речно корабостроене и корабоплаване.

Ключови думи: корабостроително образование; повишаване на знания, умения и навици за реализация; СПТУК; Варненска морска гимназия.



Първи учебен ден

1. Исторически преглед на възникване и развитие на средното професионално техническо морско образование в България.

Днес във ВМГ се обучават ученици по специалности „Корабостроене“, „Корабни машини и механизми“, „Експлоатация на пристанищата и флота“ и „Корабоводене“.

Учебно-техническата база е структурирана, създавана и развивана във времето в интерес на подготовката по целия спектър на изучаваните специалности.

През годините от 1920г. до 1948г. производствената база на двете училища преминава през няколко етапа. В първите години на 20в. е основана ремонтна пристанищна работилница, поместена в схлупена барака с отделения. С нея се поставя началото на корабостроителната и кораборемонтната дейност във Варна.

1920г.-1935г е период, в който се изграждат малки плавателни съдове с дървени конструкции.

1925г. е началото от създаването на държавна корабостроителница на територията на сегашния Район 1 с няколко постройки и надлъжен спуск. В продължение на 10г. тя осъществява ремонт и строеж на дървени плавателни съдове.

Създават се и частни предприятия: кооперация „Съгласие“-1920г, акционерно дружество „Кораловаг“-1927г., разположено в Район 2, кооперация „Нептун“-1934г.

В периода 1935г.-1944г. се изграждат стоманени и стоманенобетонни кораби. Обособяват се три основни предприятия-Държавна корабостроителница, Акционерни дружества „Кораловаг“ и „Нептун“.

През далечната 1948г. малките корабостроителни работилници постепенно променят своя облик, обединяват се в корабостроителен завод, който години наред заема своето място в световното корабостроене. По предложение на Стоян Павлов-директор на корабостроителния завод, с постановление на Министерския съвет се откриват две училища за подготовка на квалифицирани изпълнителни кадри.

През месец Януари 1948г. към „Кораловаг“ със същото име се открива Фабрично заводско училище, а през месец Октомври

1948г. към корабостроителния завод се създава Фабрично заводско училище „Георги Димитров“

За учебна сграда на Фабричното заводско училище „Кораловаг“ се определя сградата на бившето немско училище, намиращо се на ул. „Македония“. За Фабричното заводско училище „Георги Димитров“ се преустройват помещенията на бившата корабостроителница „Нептун“ в района на пристанището. Учебно-производствената практика се води в съответни предприятия.

Учебната 1948/1949г Фабричното заводско училище „Кораловаг“ започва при по добри условия. Приетите ученици са 113. За директор е назначен г-н Гочев, възпитател Дончо Дончев и преподаватели Радковска, Добрев и др.

Фабричното заводско училище „Г. Димитров“ започва учебната 1948/1949год. през месец Октомври 1948 година с 2 паралелки, общо 60 младежи в преустроените стаини помещения и столова.

Първият протокол от заседанието на Педагогическия съвет е от 4 март 1949г.

По нареждане на Министерския съвет през месец Ноември 1950година двете училища се обединяват в едно с наименование Производствено корабостроително училище. Занятията се водят както преди сливането – всяко в съответната сграда. Две отделни училища с едно общо ръководство.

През учебната 1950/1951г. завършва първият випуск от обединените училища – 129 младежи и девойки, обучавани за корабостроители, шлосери, стругари, електрозаварчици и ковачи. До учебната 1955/1956година учениците ползват пълна държавна издръжка – облекло, храна и общежитие. За учебната 1956/1957г. е спряна държавната издръжка, но остава безплатно общежитие. Новото нареждане се отразява негативно и много ученици напускат училището. Техните места се заемат от младежи неуспели да постъпят в други училища т.е. с нисък успех.

През 1972г. е направена първата копка на новото училище в квартал „Аспарухово“, финансирано от ДСО „Корабостроене“-Варна. Във фоеето на училището на 1 Март 1973година е вградено завещание до

бъдещите поколения. Новата сграда на училището е открита на 5 Ноември 1974г. без да функционират столовата и актовата зала, които са довършени по късно. В училището се създават и функционират: духов оркестър, естраден състав, кръжок по корабомоделизъм, радиоелектроника и др.

Училището подготвя високо квалифицирани работници по основни професии в корабостроенето. Базово предприятие през годините е Корабостроителен комбинат, където се провежда производствена практика. Срокът на обучение е 3г., списъкът на професии се разраства: корабостроител, монтьор на КММ, монтьор на корабни тръбни системи, корабен ел.монтьор. През учебната 1984/1985г. е открит Учебно производствен комплекс, където се провеждат занятията по учебна практика. Там учениците придобиват необходимите умения и навици по изграждане на корабни конструкции в реални условия. С тях са учителите по практика, майсторите и наставниците от Корабостроителния комбинат.

През годините Средното професионално техническо училище по корабостроене променя своето име:

1949/1950г. – Държавно корабостроително училище.

1950/1951г. – Промислено корабостроително училище.

1951/1953г. – Промислено практическо училище.

1953/1962г. – Промислено училище за трудови резерви.

1962/1968г. – Професионално техническо училище по корабостроене.

1968/2000год. – Средно професионално техническо училище по корабостроене „Стоян Павлов“.

Летописната книга е съхранила директорските фамилии:

1948/1949г. – инж. Никола Ралчев

1949/1950г. – инж. Димитър Славов

1950/1954г. – инж. Йонко Керемидчиев

1954 – инж. Кольо Ковачев

1954/1956г. – инж. Никола Арабаджиев

1956/1957г. – инж. Стефан Александров

1957/1963г. – инж. Славчо Вълчев

1963/1965г. – инж. Митю Голушев

1965/1969г. – инж. Кънчо Люцканов

1969/1976г. – инж. Христо Калев
 1976/1983г. – инж. Михаил Петков
 1983/1985г. – Станислав Ранков
 1985/1987г. – инж. Мая Трифонова
 1987/1992г. – инж. Михаил Петков
 1992/1993г. – Тодор Ангелов
 1993/1998г. – инж. Петранка Колева
 1998/2000г. – инж. Виолета Шишкова



Първият тригодишен випуск

Паралелно със съществуващото Средно професионално техническо училище по корабостроене с постановление от 13.02.1962год. се създава Техникум по корабостроене и корабоплаване. Създаването му отговаря на необходимостта от технически кадри със средно специално образование за нуждите на интензивно развиващото се корабостроене и корабоплаване. През учебната 1962/1963г. Техникум по корабостроене и корабоплаване „обира“ предимно отличниците на североизточна България ,завършили 8-ми клас. Специалностите по които се обучават са: „Корабостроене“, „Корабни машини и механизми““ и „Подемно транспортни машини“. Въвеждат се униформи и към учениците се предявяват високи изисквания за дисциплина и отношение към учебния процес.

За нуждите на корабоплаването през учебната 1964/1965год. са открити

специалностите: „Морско корабоводене“ и „Експлоатация на пристанищата и флота“.

През 1976г. Техникума по корабостроене и корабоплаване приема името на Кирил Халачев, командващ военноморския флот от 1947-1950год.

За учебната 1981/1982г. Техникума по корабостроене и корабоплаване се премества в сградата на Средно професионално училище по корабостроене. През годините двете училища увеличават броя на специалности, променят сроковете на обучение, обогатяват учебно материалната си база като се стремят да се адаптират към промените в секторите, за които се подготвят кадри. Възпитаниците в по голямата си част се реализират в корабостроенето, кораборемонта, корабоплаването и в пристанищната инфраструктура,основно като кранисти.

През 1999г. Техникума по корабостроене и корабоплаване променя името си и то става,„Св. Николай Чудотворец“. В сградата в кв. „Аспарухово“ се обучават ученици с еднакви специалности с две различни ръководства и през 2000г. се обединяват в Професионална гимназия по корабостроене и корабоплаване „Св. Николай Чудотворец“, която през 2003г. се преименува във Варненска морска гимназия „Св. Николай Чудотворец“.

През годините директори на Техникума по корабостроене и корабоплаване и по късно на Варненска морска гимназия са:

1962/1963г. – инж. Атанас Сираков
 1963/1964г. – инж. Славчо Цеков
 1964/1965г. – инж. Алтов
 1965/1968г. – инж. Любен Антонов
 1968/1987г. – инж. Тодор Кожухаров
 1987/1998г. – инж. Михаил Бъчваров
 1998/2017г. – инж. Пепа Василева
 2017г. до сега е инж. Виолета Шишкова

От създаването на двете училища в преподавателския колектив са били стотици професионалисти, учители и наставници. Те обучават по основните професии: корпусници, тръбари, електрозаварчици, електромонтьори и специалисти по корабни машини и механизми. Много от тях са удостоени със златен орден на труда – Иво Тодоров К-1, Калчо Добрев, Костадин Николов.

Техникумът по морски и океански риболов е създаден в гр. Бургас на 01.09.1958г. и е наследник и продължител на първото морско средно училище открито през 1921г. Първият прием е осъществен през 1958г. с една паралелка от 45 младежи. От 07.04.2003г. носи името Професионална гимназия по морско корабоплаване и риболов „св. Никола“.



Професионална гимназия по морско корабоплаване и риболов - Бургас

Професионалната гимназия по речно корабостроене и корабоплаване в гр. Русе е открита през 1965г. в завода по речно корабостроене, като същевременно се започва строежа на собствена сграда, завършена през 1968г.

Професионална гимназия по речно



корабостроене и корабоплаване

2. Развитие и модернизация на материалната база, творчески изяви и взаимодействие с Висшите учебни заведения в гр. Варна.

През годините ВМГ непрекъснато обновява материално-техническата си база. За учебната 2014/2015г. са обновени компютърни

кабинети разполагащи с по 13 работни станции, един сървър, интерактивна дъска и съвременна мултимедия. Това оборудване позволява на учителя да използва модерни методи на обучение за професионалната подготовка на специалностите: „Корабостроене“, „КММ“, „Електро-обзавеждане на кораба“ и „Експлоатация на пристанищата и флота“.



Обновена материално-техническа база

Осъществява се диалог между средното и висшето образование като сътрудничеството се основава на взаимна подкрепа



Сътрудничество между Варненска морска гимназия и Висше Военноморско училище „Никола Йонков Вапцаров“

Разностранни са участията на учениците в национални и международни форуми:

На 21.03.2019г. в електротехническият факултет на Технически университет - Варна (ТУВ) е проведено национално състезание „Енергетиката и ние“.



Национално състезание „Енергетиката и ние“

Национално състезание „Най-добър техник“ в гр. Горна Оряховица



Национално състезание „Най-добър техник“ - гр. Горна Оряховица

Международен младежки форум в град Охрид. Участваха младежи от 5 страни – България, Испания, Сев. Македония, Турция и Украйна. Тези неформални срещи на младите хора от различни страни дава възможност да се формират и развиват различни социални умения, да сплотяват и увеличат младите хора в създаване и осъществяване на ползотворни идеи.

Варненската морска гимназия стана и училище посланик на Европейския парламент. Целта е да се подобри взаимодействието на младите хора и тяхната осведоменост как те биха могли да указват влияние върху демократичния живот в ЕС.



ВМГ - училище посланик на Европейския парламент.

Учениците с интерес участват в разностранни срещи с професионалисти в различни области. Това дава възможност да обогатят своите познания.



Участие в международна научна сесия

На 25и 26 Октомври 2017г. на проведената международна научна сесия участваха и ученици от ВМГ с доклад „Пречистване на изгорелите газове при корабните двигатели с вътрешно горене“ и са класирани на 3-то място. Ръководител е инж. Елена Поповска, възпитаничка на ТУ-Варна. Постигнатите резултати се базират на опита и традицията в изграждането и ремонта на корабите в България. Чрез придобитите знания и умения учениците стават конкурентни на пазара на труда.

В подготовката на екипа за втория съветско-български космически полет е и варненецът ст. л-т Красимир Стоянов. Нещо повече, този варненец е и възпитаник на Средното професионално техническо училище по корабостроене в град Варна. През годините на обучението си се труди усърдно и се справя успешно с учебния материал. Като първокурсник е председател на клубния съвет на ТНТМ. Проявява интерес към авиацията и е член на аероклуба в гр. Варна. Успешно завърши и Висшето военно авиационно училище.

**За контакти:**

инж. Петранка Николова Колева
E-mail: peri.n.belcheva@abv.bg

**Красимир Стоянов при подготовката за
втория съветско-български космически
полет**

3. Изводи:

Прегледът на многогодишното развитие и усъвършенстване на средното професионално техническо морско образование в България недвусмислено показва неговата устойчивост и функционалност:

При завършване на образованието си възпитаниците имат реална възможност да продължат образованието си във Висши училища или да работят в съответния професионален сектор.

Чрез новите технологии в учебния процес в структурата на морското образование се формират професионалисти, които отговарят на международните изисквания към корабостроителните кадри.

4. Литература:

[1] Четиридесет години СПТУК „Стоян Павлов“, ДП „Ст. Добрев - Странджата“, Варна 1988г.“

[2] Корабостроителен комбинат „Г. Димитров“, Сборник статии „Науката в помощ на корабостроенето“, съставил Петър Маринов, издание на СП „Реклама“, Варна 1985г.