

# ИЗВЕСТИЯ

---

на Съюза на учените – Варна

---

Серия “ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ” - 1’2015



UNION  
OF SCIENTISTS  
VARNA

# ИЗВЕСТИЯ

на Съюза на учените – Варна

## СЪДЪРЖАНИЕ

### МЕТАЛООБРАБОТКА, ТОПЛОТЕХНИКА, МОРСКА ТЕХНИКА, ТРАНСПОРТ

|                                                                                                                                                           | Стр. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Димитър Г. Чанев</b><br>Империята дунавска България от Кавказ до Одесос.<br>Митът за кончината на Аспарух.....                                         | 3    |
| <b>Емил М. Маджарски</b><br>Основни проблеми при рационализиране на маршрутната<br>мрежа на общественя транспорт в градовете.....                         | 11   |
| <b>Христо Христов, Исмаил Мехмедов</b><br>Моделиране на напрегнатото състояние на<br>виброизолатор „Perkins prima 65”.....                                | 37   |
| <b>Христо Христов, Исмаил Мехмедов, Веселин Михайлов</b><br>Определяне на натоварването във виброизолатор<br>"Perkins prima 65".....                      | 40   |
| <b>Здравко Свиленов</b><br>Анализ на възможностите за въвеждане на „Единна<br>система за управление на потока от товарни<br>автомобили в град Варна”..... | 52   |
| <b>Ярослав Аргиров</b><br>3D моделиране на образци от листов материал за<br>определяне на уморна якост след ГКН.....                                      | 69   |
| <b>Ярослав Аргиров</b><br>Определяне на уморна якост на листов материал<br>след ГКН .....                                                                 | 74   |
| <b>Пламен Петров</b><br>Оксикарбонитриране в атмосфери, получени от течни<br>субстанции, съдържащи метанол, вода и карбамид.....                          | 87   |
| <b>Диян М. Димитров, Свилен Х. Стоянов,<br/>Лазар Панайотов</b><br>Възстановяване на лабораторен стенд за дисциплина<br>Съпротивление на материалите..... | 101  |
| <b>Веселин Михайлов, Диян М. Димитров</b><br>Симулационно моделиране на напрегнатото състояние на<br>мотовилка на ДВГ.....                                | 108  |
| <b>Добромир Гроздев</b><br>Началото на синоптичната метеорология в служба на<br>мореплаването.....                                                        | 114  |

### ЕЛЕКТРОНИКА, АВТОМАТИКА, ЕНЕРГЕТИКА, ЕКОЛОГИЯ

|                                                                                                                                                                                  | Стр. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Илонка Тодорова Лилянова</b><br>Курсова задача по Теоретична електротехника<br>с MATLAB.....                                                                                  | 14   |
| <b>Момчил Тодоров Тачев</b><br>Дизайн за градска среда в България –развитие,<br>проблеми и алтернативи.....                                                                      | 20   |
| <b>Кирил Георгиев, Недка Николова, Розалина Димитрова</b><br>Възможности на семейството гъвкави подходи “AGILE”<br>за подобряване на проектното управление в МСП.....            | 25   |
| <b>Росен П. Спиров, Георги А. Ангелов</b><br>Модифицирана стерео тв система за получаване на<br>бинокулярно зрение и цифрова обработка на<br>изображения.....                    | 32   |
| <b>Паолина Политова</b><br>Методи за управлението на риска, подпомагащи<br>непрекъснатото подобрене на управлението на<br>качеството в МСП.....                                  | 43   |
| <b>Паолина Политова</b><br>Възможности за използване на метода FMEA за<br>непрекъснато подобрене на управлението на<br>качеството в МСП в България.....                          | 47   |
| <b>Зоя Цонева</b><br>Приложение методите за термовизионна диагностика при<br>анализ на ергономичността в дизайна на ръкохватки за<br>пренасяне на бутилки за минерална вода..... | 59   |
| <b>Тодорка Георгиева, Стела Христова</b><br>Иновации в областта на цифровите мобилни<br>комуникационни системи.....                                                              | 79   |
| <b>Ярослав Аргиров</b><br>Изследване и уточняване технологичните особености<br>при вакуумна циментация на зъбни колела<br>от стомана 30ХГТ.....                                  | 83   |
| <b>Цветанка Ковачева</b><br>Размита клъстеризация на данни.....                                                                                                                  | 94   |

**РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ**

проф. д.н. Боян Медникаров  
 проф. д-р Росен Василев  
 доц. д-р Иван Иванов  
 гл.ас. д-р Любомир Камбуров  
 гл.ас. д-р Желязко Николов

**РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ НА БРОЯ**

проф. д.т.н. Руси Русев  
 доц. д-р Иван Иванов  
 гл.ас. д-р Любомир Камбуров  
 гл.ас. д-р Желязко Николов  
 ас. д-р Йордан Бояджиев

**СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ – ВАРНА**

Пощенски адрес: гр.Варна, 9000,  
 ул. "Васил Друмев" № 73  
 Съюз на учените -Варна  
 тел:052/55-22-77

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:**  
 гл.ас. д-р Желязко Николов  
 e-mail: zhelyazko\_nikolov@abv.bg

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.

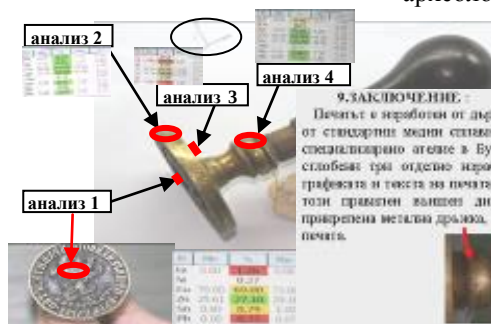
**обновена лаборатория на  
 ТУ-ВАРНА по рентгенов  
 спектрален анализ**

**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"**

1'2015

**9.ЗАКЛЮЧЕНИЕ:**

Печатът е изработен от дървена дръжка и метален корпус състоян от 3 метални части, изработени от стандартни машин стомани, което значи, че не е произведен от заводско-завършен в България, а в специализирано ателие в Букурещ, Виена или Будапеща. Металният корпус е направен, като са сложени три отделни изработени части - основен тяло, което е прясно отливка оформена профилите и текста на печата. По външния диаметър на основното тяло е запечатан пръстен, оформен този пръстен външен диаметър. Отзад към основното тяло е приврзана метална дръжка, в която е монтирана дървената дръжка на печата.

**КОНТАКТИ**

ВАРНА-9010, ул.Студентска-1,ТУ-Варна Тел.: 052/383 631, 052/383 586  
 Факс: 052/302 773 E-mail: rusi.rusev@tu-varna.acad.bg

## ЗА НЯКОИ СРОДНИ ПЛЕМЕНА В ИМПЕРИЯТА ДУНАВСКА БЪЛГАРИЯ ОТ КАВКАЗ ДО ОДЕСОС. МИТЪТ ЗА КОНЧИНАТА НА АСПАРУХ

Димитър Г. Чанев

**Abstract:** The empire Danubian Bulgaria has represented arc from Caucasus to the North by Black Sea and to the South across to the Danube to the Balkan. The Bulgarian's apocryphal manuscript from XI century is a late work who hasn't documentary but mythological character about the death of Asparukh by the end of VII century. If he has killed many ismayills – this is possibly only in connection the permanent "Arab wars" in the Zaucaucasus in the lack of information about war between bulgars and khazars. Iven hiz life has ended in the Ongel his roots are in Great Scythia. The life of Asparukh is glory and honour of area of Cuban, Don, Dnepr, Danube and mostly supreme Bulgarian pride.

**Keywords:** Bulgaria, Asparukh, Kubrat, unogundurs, ugric-finns, avars.

В своя труд „Ролята и културата на прабългарите”, проф. Геза Фехер изтъква значението на прабългарската и старомаджарска култура в изграждането на цивилизацията на Източна Европа. Докторската си титла Геза Фехер получил за разработката на въпроса за местонахождението на маджарството преди навлизането му в Карпатския басейн. („Наименование и територия на Атекузю”, 1913 г.). У него било силно убеждението, че е неизбежен интегралният подход и анализ на унгарско-българските връзки. [4, с. I, II]

Въз основа на 17 годишната си дейност в България, с помощта на редица археологически, етнографски и етнологички данни проф. Фехер е изяснил без съмнения, *„че културата на маджарите е била много близка до прабългарската, че всичко онова, което е известно за прабългарите, отговаря на това, което знаем за маджарите. Еднакъв е бил външният и вътрешният облик на прабългарите и маджарите: носията, фризура, религията, церемониите, военната култура, художествената индустрия, екипировката и пр. Това значи, че старите маджари по култура са стояли много близко до учителя си – прабългарите. Дори до там, че когато маджарите за пръв път изпъкнали на сцената на европейския свят, били наречени с името „онгур” – име, което им дават и досега всички европейски народи – и което означава всъщност самите прабългари – „о н о г у р и т е”. Това се обяснява така, че маджарите по култура приличали на оногурите, т.е. българите, дотолкова, та европейските народи, на първо място славянските им съседи, смятали, че имат работа с българи.”*[4, с. 5, 6]

Независимо защо и от кога – съвременният приемник, носител и продължител на името на хуните са маджарите със съвременен официално название на държавата си *Hungaria*. И не само на името, но и на определен процент от гените им, защото според унгарският археолог Ищван Бона

*„между откритите в неговата страна скелети 20-25 % са с черепи от монголски тип.[8, с. 56]”. Макар и да не е 50+1, посоченият сравнително висок процент, панонската предистория и вероятната военна доминация на хуните сред седемте племена – формирали (х)унгарската нация са може би причината за налагането на визираното им име. Малко по-малък, но от същия порядък е и процентът на скелетите с монголоидни белези в масовия кръгов гроб Девня, според професор Йордан Йорданов от института по антропология при БАН[БНТ, ИСТОРИЯ.BG – 4.11.2013, ПРАБЪЛГАРИТЕ МИТОВЕ И ИСТИНИ]. По-интересното и по-важното, според заключенията на проф. Фехер е, че в източна Европа през ранното средновековие прабългарите и маджарите са с обща идентичност. Дори и с общо название. Но какво още може да бъде казано за унгарците и българите, наричани първоначално оногури? Според автора на статията "Миграцията и завладяването на земя от маджарите" (The Migration and Landtaking of the Magyars), Andras Rona-Tas, професор по алтайски студии и ранна история на унгарците в университета Йозеф Атила, Шегед (Jyzsef Attila University, Szeged), 1996 – "Унгарците принадлежат към Уралското езиково семейство... От друга страна, в първите писмени източници, унгарците се обозначават като турци. В други източници те са назовани Унгри, Хунгари, Угрии, Башикири и даже хуни, Авари и Скити. Известно е обаче, че от 8-ми век насетне унгарците наричат себе маджари... Около 600 години ... те живеели северно от аланите, чието местоживелище е добре документирано. Унгарците живеели между реките Кубан и Дон и Азовско (Меотийско) море. Българите се преместили на запад на четири групи. Първата група е основала Империята на Дунавска България около 678 год... Към края на 7-ми век унгарците се придвижват на запад и се установяват между реките Днепър и долен Дунав, където са живели западните българи. Тази*

територия е наречена от унгарците *Етелкюзю* (*Etelköz* - *Междуречие*), дума която е записана от византийския император Константин Багрянородни (*Constantinos Porphyrogennitos*) през 948 год., когато унгарска делегация посещава Константинопол. На угрофинските езици, *ЕТЕЛ* (*ИТИЛ*) означава река... В средата на 9-ти век, начело на съюза стоял *Леведи*, от тук в гръцки източници се среща названието *Леведия* на този район. Според арабски източници от 870 год. *Леведи* носел титлата *кюндю* и макар че бил законен владетел, той нямал реална власт. Властта на военните командири, членове на рода на *Алмиш-Арпад* (*Almish-Arpad*) постепенно нараствала. Според арабските източници, те носели титлата *jula* или *jila* и контролирали армията и администрацията. От 862 насетне, много писмени източници споменават унгарците живеещи в *Етелкюзю* като участници в много войни в Централна Европа. В 862 год. те се бият в съюз с Моравския владетел *Ростислав* срещу франките. Няколко години преди унгарците да завоеват басейна на запад от *Карпатите*, родът на *Арпад* детронира рода на *Леведи* и концентрира цялата власт в ръцете си.” [9a] Но нима войната на унгарците срещу франките в 862 г. не е показател за българската им съпричастност? Защото от писмото на папа Николай I от май 864 г. до констанския епископ *Соломон* става ясно, че крал *Людвиг Немски* имал намерение да сключи мир с царя на българите и да подчини доброволно или насила *Ростислав* [12, с. 188]. С върховния владетел – царя на българите, а не с техните севернодунавски сънародници – наричани нарицателно „маджари“, е пожелал да сключи мир немският крал – за да подчини Моравския *Ростислав*. Това сведение показва недвусмислено воюващите страни през предходните години, понеже в цитирания месец Май българската армия традиционно е била привеждана в готовност за следващата военна кампания в текущата година. Лингвистично археологически титлата 'кюндю' вероятно означава обвързан с канас/княз-а – 'васален кан', поради наличното 'д' – указващо родителен падеж в българо-руското 'роден' така както и 'г' в сръбското 'роген'. Макар че родителният падеж в руския език се образува граматически с окончанията 'о̀го' и 'ѐго', то няма разлика по същество със сръбското 'оге' в 'роген'. Като друг пример за изпълнение на такава функция и от фонемата 'д' може да бъде посочено името на престолнината на *Тамерлан – Самарканд* (там е и гробницата му). В такъв план името означава *Самар + кан(д/ски)*, т.е. свързан с кана, престолен град. В йерархичен план *кюндю Леведи* не е имал

външнополитическа власт поради подчинената си позиция спрямо канас/княз-а в *Плиска*, а вътрешно политическата организация е поясnil Мишел Руш. Пишейки за обществената организация на маджарите, той е отбелязал, че царят свещеник се наричал *кенде...* На аварския *югур*, който упражнявал военната и административна власт, съответствал така нареченият *джула*. Той ръководел армията и решавал важните съдебни проблеми. Според този автор “през 676 г. е създаден българският каганат”.[8, с. 210, 213] Но не се е аргументирал по отношение годината на създаването. По-важно е становището му, че Дунавска България е каганат – сиреч империя. И посочената от проф. *Andras Rona-Tas* 678 г. като година на основаването на Империята Дунавска България не може да бъде приета безкритично, поради липсата на съответна аргументация. Не господарски тюркют във великия тюркски каганат, а подложени на системно ограбване са били и прикубанските *угиури* и *приуралските угри*. [7, с. 64] Според академичната История на България – през 567-568 г. тюркютският хаган *Истеми* успял последователно да покори *прабългарите*, *хазарите* и *беленджерите*. От това е видно, че хазарите не са тюрк-алтайци. При възникналия в 630-631 г. вътрешен конфликт в Западнотюркския каганат *прабългарите* и сродните им племена от областите край *Азовско* и *Каспийско море* се обединили около вожд на *уногондурите* *Кубрат* от рода *Дуло* и през 632 г. се освободили от тюрките, създавайки военно-племенния съюз *стара велика България*<sup>1</sup>. [5, с. 69] Не застъпване на териториите на две държави имаме около *Азовско море*<sup>2</sup>, а сродно на българите племе, според терминологията в том II на цитираната История на България, са били *угрофините/(х)унгари* – нарекли се по-късно *маджари*, които са се явявали част от населението на старата Велика България, населявали са нейната територия, между реките *Кубан*, *Дон* и *Азовско море*, и неминуемо са носели нейното име. Съдебно-командирската титла *jula*, коментирана и като *джула* в аналогия с названието *Дуло*, показва военно-аристократичната принадлежност на първобългарския род *Дуло* с функционално значение *ВОЖД* – съдия и командир. При това на **командоси – каза(к/х)и** в смисъла на името на северния племенен съюз *Дулу*, за който Л. 411511544

<sup>1</sup> Названието би трябвало да е България! И днес от *Карпатите* до *Волга/Урал*, там където се е разпростирала държавата на кагана (имперска титла) *Кубрат*, произношението е България и българският народ.

<sup>2</sup> В коментираните регион и историческо време има една държава – Велика България на *Кубрат*.

Гумилев пише, че „*имат зад гърба си безкрайните равнини на съвременен Казахстан с храбро и войнствено население*” [7, с. 177]. Без това да са автохтонни тюркют в северозапада на каганата им, който е обхващал и територии от съвременните Украйна и Южна Русия. Знатното название Дуло може да бъде интерпретирано и като д’Уло, сиреч свързан, принадлежащ към Уло. Със значение на Ул = Ур – господар – в евразия по онова време, във връзка с доминантното значение на У – слънце още в древен Шумер. А л и р показват финализация на съществителното име от ал-ски и от ар-ски тип, без промяна в значението. Сходно с Alpe d’Huez /Алп д’юез/ – известната най-слънчева, на слънцето височина в Алпите. Не е сериозно да се мисли, че оттеглилият се от Конските<sup>3</sup>/Българските планини, базирал се на остров Пюки в делтата на р. Дунав<sup>4</sup> [12, с. 78], с количествено ограничената си по териториални причини дружина, Аспарух е успял да разбие с локалната си сила многочислената имперска армия на Константин IV Погонат (Брадати). За да надделее над византийската мощ, кубратовият син навярно е мобилизирал всички налични ресурси, включително дружини от съседните, наречени по-горе сродни племена като анти, алани, савири, частично хазари, (х)унгари и т.н. И това обяснява защо угрите заживяват между Дунав и Днепър в края на 7 век, свързано с победата в 680 г., последвана от териториално разширение и на юг от Дунав, в Малка Скития – Добруджа, в Мизия – до Балкана край Одесос на империята на скитите, казано най-общо по същество, с интеграционно<sup>5</sup> име България. А отново южно от тях, традиционно и логично следва, че са се преселели и част от аланите, с чийто древен език е свързано разчитането на намерените в югоизточните първобългарски земи рунически надписи. По този повод д-р Живко Войников пише, че:

„В сирийската хроника „Седмте езика” на Евсевий Кесарийски, аланите се съобщават сред народите имащи своя писменост, наред с гърци, ивери (грузинци), римляни, арменци, мидийци. В „Пасхалната хроника” на Георги Синкел, от 37-те народа, произлезли от Яфет, имат своя писменост: гърци, амореи (арамеи), алани, римляни, арменци, грузинци, кападокийци, сармати, скити, бастарни (б.а. вероятно бактрийци, тъй като не е известно обитавалите около Дунавската делта бастарни – народ с неясен келто-германски произход, да са имали писменост). [6]“

511511555

<sup>3</sup> В Дагестан

<sup>4</sup> Съплеменници по майчино коляно ли е търсил там?

<sup>5</sup> Интеграционно, защото е било общо възприето като ново начало. С унаследена традиционалност – име, явяващо се вариант на старото – България.

Този автор избягва келтската следа в етногенезата на българите, но Г. Синкел еднозначно е посочил бастарните като писмен етнос, а отбелязвайки местообитанията на последните около Дунавската делта, д-р Войников ги е причислил, волю или неволю, като възможни съюзници, съседи на Аспарух и събратята му. Вероятно става въпрос за още един етноелемент в сложната етногенеза на българския народ, в подкрепа на което са гайдарските традиции при българи и шотландци-келти, а също и редица общи названия в България и келт-иберска Испания – Пирин/Пиринеи, Бургас/Бургос и мн. др. Показателна е следната извадка от статия на доц. И.Т. Иванов: „*Един от малкото и изключително ценни славяно-прабългарски изрази – билингви е открит в солните рудници до с. Басараби (бившето с. Мурфатлар), Северна Добруджа. Той представлява поредица от руни, до които стои написаната на кирилица славянска фраза „длъжен съм”. Досега двама автори, П. Добрев [ПД – 3Ф стр. 91] и д-р Ж. Войников, правят опит да преведат този прабългарски рунен израз, като го четат „беренум уофре”... От своя страна, д-р Ж. Войников много сполучливо оприличава втората дума „уофре” на думата uvaer в съвременния осетински език, който е наследник на най-близкия до прабългарския алански език... Съгласно фонетичната таблица на прабългарските руни ... най-точният и близък до „длъжен съм” превод на „береонум уовре” ще бъде „нося, поемам условие”...“ [96]*

Няма нищо по-естествено от това по традиция в империята Дунавска България да са се говорили различни, етносно обусловени езици<sup>6</sup> – ползвани в словесния арсенал на държавния елит и обогатяващи народностния речник. Но наличието на алани и на рунически надписи – преводими в съпоставка с тяхното наречие, може ли да означава, че именно техният е бил най-близкия до прабългарския език? В този аспект, самият д-р Ж. Войников пише, че: „*В района на Плиска са откривани различни кратки надписи и знаци, върху каменни блокове, керемиди, фрагменти от съдове, върху известната седмлъчева бронзова розета, бълг. аналог на известната “Звезда на маговете”, и др., като най-често се среща знакът IYI. Подобни находки има и от други места влизали в границите на ПБД, напр. “Ситовския надпис” до родопския връх Шутград, надписи от с. Калугерица (Шуменско), Мадара, Бяла, с. Крагуево, манастирските комплекси до Крепча и Равна, от пещера до Тетевен, Шудиково (Черна Гора), в руините на крепостта Слон (Карпатите), и основно в скалния манастирски комплекс Мурфатлар (с. Басараб до Констанца)... Няма единно становище за произхода на тази*

511511555

<sup>6</sup> По своя път от Волга до Дунав хуните помели и смесили всички срещнати племена... Шегите на шута Зенон на банката (на Атила) били смесица от „латински, готски, хунски” (Приск, *История на Византия*) [8, с. 55, 156]

писменост... Р. Рашиев също правилно поставя въпроса, защо няма нито един официален надпис на владетел на руническо писмо, а още от създаването на Българската държава, в употреба влиза гръцкото писмо и гръцкия език, вкл. са известни инвентарни надписи, с гръцки букви и прабългарски думи. Т.е. не може да се говори за пълноценна руническа писмена традиция.[6]“

Тезата, че руническите знаци от местата – изредени в цитираната извадка, не са били азбучно писмо поради твърде големият им брой се отстоява в shtaparov.blog.bg, чрез публикацията ЗАЩО „ПРА-БЪЛГАРСКИТЕ РУНИ СА БИЛИ ЙЕРОГЛФНО, А НЕ АЗБУЧНО ПИСМО. В нея въз основа на това, че древните български „руни“ са били над 700 (според проучванията на д-р Ж. Войников и на руския учен Г. Турчанинов), или поне 136 (според проф. П. Добрев), се пояснява че този брой надхвърлял проверения и утвърден стандарт в науката, според който буквените писмени системи могат да съдържат от 15-20 до 40-45 знака. Много от знаците на протошумерското писмо, което не било азбучно и било предтеча на шумерския клинопис ... много си схождали с древно-българските руни, особено с онези от алански тип и с техните праисторически предшественици, засвидетелствани в „Дунавското писмо“ и най-вече в плочките от Тартария и Градешница. В този смисъл, според мен, посоченият като най-често срещан знак IYI може да бъде идеограмно разчетен като абсолютизация на доминацията на слънцето сред останалите светили на небосклона: въз основа на знака за указване на абсолютна стойност 'I' 'Г' в математиката, започнала в Шумер своето развитие и знака на слънцето 'Y' от откритата в Плиска и вече широко известна у нас „седемлъчна розета,“ / „звезда на маговете“ от Асири – Вавилония и Халдея. Но това не изключва наличието на фонетични съответствия с някои руни-символи, които позволяват изписването на изрази, като този от показателната, разгледана по-горе, билингва.

Анализирайки имената на българските владетели от Именника, открит от руския археограф Андрей Попов, Ст. Чурешки пише, че: „в Боспорските надписи неколкратно е изписано името Аспург, несъмнено намиращо се във връзка с Аспар, Испор, или И(Е)сперих от Именника... Стефан Византийски например съобщава за цяло племе или род от територията на Азовско море, наречено „аспургиани“... Ограждайки територията на появата на това име в документите, може да се заключи, че то е характерно за областта на Северното Черноморие и Северен Кавказ... Според византийските и латинските хроники името на българския владетел е било Аспарух – Св. Теофан Изповедник и Анастасий Библиотекар.[13, с. 66]“ И е достигнал до извода, че „имената на българските князе са свързани със

старата степна традиция, отнасяща се вероятно до Боспорското<sup>7</sup> царство от първите години след Христа...[13, с. 71]“. Мишел Руш пише за римския генерал Аспар, от времето на Атила, че е с алански произход [8, с. 93]. Но това не значи, че майката на Аспар-ух, сина на вожда на уногундурите<sup>8</sup>, е била аланска принцеса, както пише Албина Г. Хайруллина-Валиева[1, с. 114]. Защото тя би могла да е и бурджанка – кидаритска(чдар) българка, кабардино-балкарка<sup>9</sup>, аспургианка, антка, бастарнка от о. Пюки или друга някаква принцеса. Трябва ли да се учудваме тогава защо д-р Ж. Войников отбелязва, че „Р. Рашиев правилно поставя въпроса, защо няма нито един официален надпис на владетел на руническо писмо, а още от създаването на Българската държава, в употреба влиза гръцкото писмо и гръцкия език, вкл. са известни инвентарни надписи, с гръцки букви и прабългарски думи[6]“ Цитираният пример е показателен за контакти и традиции, които неминуемо са съществували още от късната античност между скити, чрез Боспор и свързаните с южния Босфор елински колонистки градове. И поради тази причина гръцката писменост се е явила регионално, понтийско епистолярно средство. А вероятно и близките отношения между византийския император Ираклий и българския владетел Кубрат са повлияли за установяването на практиката да се използва гръцко писмо и гръцки език, вероятно чрез преводачи-секретари<sup>10</sup>. Щом аланската писменост не е била наложена в официална употреба, то и управляващият елит едва ли е бил в мнозинството си алански. Ако нямаше солиден брой антски потомци сред древните българи, щеше ли славянската реч лесно да бъде възприета и наложена чрез книжнината? Че „Античното родово-културно „скити“ и прилагателното „скитски“ са използвани от Лъв VI Филосов, който впрочем прави и формалното сравнение с турките<sup>11</sup>. Българите са наречени „скитски

611511566

<sup>7</sup> Кимерийски (северен) Боспор би трябвало да е име както на съответния град, така и на Керченския проток, свързващ Меотийското езеро/Азовско море с Черно море, по аналогия с южния черноморски Босфор.

<sup>8</sup> Според изписване в ХИБ, п. Никифор[12, с. 77]

<sup>9</sup> Л. Гумильов – балкарците се образуват преди древните тюрки[7, с. 8]

<sup>10</sup> Такива е ползвал Атила. Мизийският римлянин Рустиций бил натоварен с изготвяне на писмата му.[8, с. 156]

<sup>11</sup> Лъв VI Филосов нарича маджарите тюрки и ги отъждествява с българите преди покръстването[12, с. 158(ГИБИ, т. IV, с. 167-172)], но в нарицателен смисъл, а не в етносен. Названието 'тюрк' - силен, здрав – по Л. Гумильов[7, с. 26], вероятно е било твърде престижно в онези времена на силови противопоставяния и индивидуални противоборства, но преди в последствие да бъде свързано с

народ“ от Йоан Камениат... Подчертано сравнение със скитите, и то неколккратно, е направено от прочутия философ и византийски политик Михаил Псел... Теофилакт Охридски определя прародината на българите като „скитски предели“ [13, с. 184] – са само някои от примерите в това отношение, а също и че „Богдан Филов забелязва сходството на скитския зверинен стил с някои орнаменти от българските ръкописи и изобщо със старобългарското изкуство“ [13, с. 185]. В случая не става дума изключително за древните скити, преди нахлуването и заселването в северното причерноморие на масагети, сармати и готи. За ранносредновековното етническо множество в Голяма Скития, което било модифицирано от нахлулите хуни, с вождове от Баламир<sup>12</sup> (б.а. – сочените по негово време като съюзници на хуните ‘българи’ са вероятно непосредствено подчинените му негово племенни евразийски хуни – наречени по името му ‘балгари’ ) до Атила, а също и на савири, авари, бастарни, хазари, при наличие на алани, анти... Дали „иранското“ име на Баламир е в резултат на династичен брак от ираноезичната му майка, или е резултат от вече усложнен етногенезис в племето му? „Твърде рано, вероятно още през III в., хуните били установили контакти с иранския свят, отправяйки се от казахстанските степи на изток от Каспийско море“ [8, с. 64].

Какво от това, че на угрофинските езици ЕТЕЛ (ИТИЛ) означава река, а територията между Днепър и долен Дунав с названието Етелкюзю е интерпретирана от унгарските историци като муждуречие? Това е била българска територия и по-вероятно названието Етелкюзю е първобългарско, със съвсем друго значение, което в последствие може и да е станало синоним на муждуречие. Твърде късния, в 948 г., запис на това название, оповестено от унгарската делегация в Константинопол, не означава непременно, че това название е небългарско. Понеже и самият етноним „маджар“ е възникнал на българска територия, с корени в българска почва. Напълно в съзвучие със становището на историка Стефан Чурешки, че българската народност е „в дъгата между Балкана и Кавказ“ [13, с. 187]. От древното значение на `ма` – земя – по Вл. Цонев [3, с. 47], на `джа` – голям (джик – малък), според ориенталиста д-р ист. Н.

Панайотов и на `ар/ер` – човек, същество – според цитираната статия на проф. Andras Rona-Tas, следва че `маджар` означава голямо земно същество – в смисъл голяма територия, или „човек, етнос от Голямата земя/Голяма Скития“ каквато в същност се е явявала българската територия на север от р. Дунав спрямо тази между р. Дунав и Балкана. Освен от Итил, лексемата Етел в името Етелкюзю, може и по-вероятно произхожда от Атилк, като резултат от известния диалектен преход на `а` в `е` – чад/чедо, Мари/Мери, Манчо/Менча<sup>13</sup>, Дана/Дена и др. А името Атилк най-вероятно означава малкия Атила поради постфикса `к`, в съответствие с `джик` – малък, придаващ на не само български думи, в чийто край е прикачен, много често умалителност, като – ученик, дръвник (част от дърво), тортик(руски) – парче торта, по имената Ванко, Петко, Сашко и др. на персоните за които се отнася. С добавката `узия`, в която `уз`=`у`+`из`, със заместване на `и` от `у` – слънце, в `из` – звезда, по Вл. Цонев [3, с. 47], следва че Атилкузия означава страната на слънчево звездния – малък Атила, както и други автори са отбелязвали за Аспарух; навярно за това, че след Атила той е бил предводителят – успял да разбие имперската армия на ромеите. Традицията да се нарича определена област по името на владетеля ѝ виждаме и в по-късното, вече цитирано, название Леведия – по името на маджарския кюндю Леведи. Поради тази причина Етелкюзю произлиза по-скоро от Атилк(у/е)з, отколкото от „мездуречие“. В съответствие с направеното по-горе лингвистично изследване следва, че титлата джула = джа + у, което замества `а` + ла(постфикс), а значението на думата е голямо слънце/слънчев управник, в съответствие и със значенията на най-(голямо)слънчевите месеци „джуун“ и „джулай“ (на английски). По аналогия с аварската титла „югур“ вероятно джула е кратка форма на джу-ул-а, като `ул` и евразийското `ур` – със значение господар – са билингва. В този смисъл следва да са и диалектните титулни езикови форми Дуло и дюла в значение „свързан с господарството, с командването“. „Бретонската дума *bagad* означава „група“, „съюз“ [8, с. 74], която може да бъде разчетена като „божествена-bag<sup>14</sup> свързаност, принадлежност-ad“.

711511577

<sup>13</sup> Име на съпругата на лидера на ВМРО Ванче Михайлов

<sup>14</sup> Вж. su-varna.org, Културното наследство на Варна 2015, Светлина върху имената Варна, Каварна, Кабакум, Аспарух, възгласа „ура“ и титлата Канасубиги, Димитър Г. Чанев. Също там „кх“ – огън, „х“ – горещ, южен, още „х“ – хоров, слънчев символ от архаично древен Египет; ар – същество, човек, аз – също, но високопоставен, високо стоящ, земна звезда.

експанзионистичния ислямизъм като турски етноним и патроним.

<sup>12</sup> От около 370 г. Баламир (чието име е иранско според М. Руш), Улдин, Харатон, след 412 г. следват Ругила, Октар, Руа, Бледа и Атила. [8, с. 57, 70, 162]



Разпространялата се и на юг от р. Дунав българска държава, след победата в 680 г. е полиетносна, следователно и поли-лингвистична. А в тогавашния ѝ състав, според разгледаните исторически сведения и автори, неминуемо са присъствали и угрофините, без значение от конкретното название на етноса / племената им по онова време. От известното изобилие на гласни и нетърпимостта към струпването на съгласни звукове в думите при угрофинските езици може да се отчете тяхното влияние в съвременните руски и български езици, в отличие от сръбския например. За сравнение съответно Сърбия/Сърбия/Србия, Сръбия – в Македония, крѣчмар(бг)/(крѣчмар – фамилия на сръбски футболист)... но и „Шрбске плесо” в Словакия. В аспекта на гореизложеното не е чудно, че „в угрофинските езици древнобългарските думи са запазени значително по-добре, отколкото в повечето други групи езици (ТОХ звучи като ТОХ, ШЕГОР като СЭГОР и т.н.)”, според проф. Петър Добрев.[11, с. 145]Арабската инвазия в Закавказието през 652/653 г., когато арабите стигат до Ванандар (Балх, Билхар)[10, с. 603], след преодоляването на Дербент, се е стоварила непосредствено върху обитаващите посочения регион - Чдар болкар, Дучи булкар, сувари/сабири/барсили, хазари и опосредствено, с касателство като заплаха, към северозападно разположените спрямо тях Купи болгар. А преди тях и върху азерите от северозападната персийска област Азърбайджан, голяма част от които хипотетично, но логично са се изтеглили на север от Кавказ в Барсилиа. Лингвистично археологически името на хазарите следва да означава южни аз(а/е)ри спрямо българите и другите им сродни племена поради предгласа `х`. Khazar(s) – визирано от юг, на латиница, Pritsak. А самото название аз-ар – земно-звездно същество, което е с високо самочувствие и вероятно с някакви заслуги за името си. В този смисъл, твърде вероятно с местоимението „а(з/с)” – 1 л.ед.ч., българите са били звездно почетени, подобно Ас-парух, след ярката, звездна победа при Онгъла. Но от 651 г. нататък и езичниците болгари, и езичниците хазари, както и всички по-малки етнически групи в северокавказието са били подложени на периодичните атаки на арабските друговеци. В академичната ИСТОРИЯ НА БЪЛГАРИЯ, на основание данните на Теофан и Никифор, които не са били съвременници на събитията е отбелязано, че прабългаро-хазарският конфликт е започнал след 651 г. Хазарите, които обитавали вътрешната част на Верзилия /дн. Дагестан/, покорили Батбаян и подвластните му племена.[5, с. 74] А дали е било точно така? Защото щом

Кубрат е посочен за „*кан на всички българи между Киев и Дербент(по данни от „Гази Барадж тарихи”)*”[10, с. 603]”, тази територия включва и Берсилиа/Верзилия, а обитаващите я хазари са били също в прабългарския племенен съюз. Друг въпрос е по каква причина вождът им е оглавил племенния съюз като каган на един по-късен етап. Според Георги Атанасов в сборника БЪЛГАРИ И ХАЗАРИ, редакция на доц. Цв. Степанов: „*Симптоматично е, че в писмените източници няма изрични сведения, които да регистрират очакваните перманентни военни конфликти по българо-хазарската граница.*”[2, 93]Това че е нямало перманентни военни конфликти не означава, че изобщо не е съществувал такъв, от рода на кой е по-по-най – както между (к/х)ановите, така и между тях и кагана, между етносите или техните групировки, в условията на възникнали противоречия в онова паганско време. До колко ли главната опасност от проявите на жестоко насилствено ислямизиране е туширала болгаро-хазарските противоречия? Дали ислямът щеше да проникне в северокавказието, включително и сред Кара Болгар, както по-късно и във Волжка България – с първа столица Болгар, ако б(о/ъ)лгари и хазари си бяха сътрудничели и обединили военните си усилия за синхронизирано противопоставяне? К(х)аганското възвеличаване и конкурентните различия във владетелските интереси сред едните и другите, унаследените династични проблеми на Аспарух и Бат Баян – приел протекциите на хазарската доминация, а и неминуемо затруднената от големите разстояния комуникация в условията на онези времена, са улеснявали арабската кауза. Тогавя когато Аспарух триумфира край Дунав, огънят на ислямизацията, подпален от намиращите се в подем араби, е горял над владенията му, над главите на сънародниците му северно от Кавказ. Порасналите му самочувствие и стопански възможности, след разгрома на византийците при Онгъла, овладяването на Мизия и постигнатия престижен мирен договор, са му позволили да пренасочи част от военния си ресурс в обратна посока към Закавказието и всичко подопечно, с което е бил свързан и от което не би могъл да се откаже в качеството си на велик владетел. Ако Аспарух е загинал в битка с измаилтяни, според „Българския апокрифен летопис“, то това не са били хазари, а араби. И битката не е била край Дунав, а в Закавказието. Съвсем друг въпрос е дали е загинал там, дали е починал от рани при придвижване към вътрешността на страната си или дори е издъхнал в Онгъла. Но предполагаемото погребение на атрибутите му край Вознесенка, недалеч от тези на баща му край

Малая Перешчепина, на левия бряг на Днепър е показателно за родовата му принадлежност към северното причерноморие. Част от хазарите ще станат мюсюлмани, възможно и и(с/з)маилтяни, като клон на ислямизма, но едва след няколко десетки години и то не за постоянно, когато ще бъдат разгромени от арабите, ще бъдат отхвърлени на север и ще преместят столицата си в делтата на река Волга. Във връзка с тези, макар и на един по-късен етап, събития Пламен Павлов отбелязва, че: „*Враждебното отношение към исляма е мотивирано от тежките арабо-хазарски войни и претърпяното унижение през 737 г. Тогава пълководецът Мерван прониква в сърцето на Хазария, разгромява армията на кагана и го застава да приеме исляма... Само след няколко години хазарите се свързват, а религията на врага е решително отхвърлена*“ [2, с. 119] И още, че: „*Официалното възприемане на юдаизма от хазарския управляващ елит се отнася ... напоследък с нови аргументи – към 861 г.*“ [2, с. 118] Твърде дълго време хазарската версия за гибелта на „Испор цар“ е лансирана в българската история, но тя е налагана като проява на негативно отношение към хазарския юдаизъм и в никакъв случай като обективна оценка. 'Исмаилтяните' са ислямисти, ислямско разклонение, а не юдаисти, нито пък като ислямисти са се наложили над и сред хазарите до 737 г., както е изяснено в по-горе поместения цитат. По този въпрос, съвсем неотдавна, в ИМЕННИК НА БЪЛГАРСКИТЕ КНЯЗЕ (ХАНОВЕ) авторът Стефан Чурешки, завършил Историческия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ и работил като специалист в катедрата по Стара история и тракология, излага своя възглед относно антихазарското становище в нашата историческа наука: „*Най-любопитното сведение в рубриката за Испор е провъзгласяването му за враг на измаилтяните, т.е. на хазарите, които са юдеи. В това отношение Апокрифният летопис не противоречи на казаното от византийските хронисти, останали непреведени през Средните векове, но не среща открито потвърждение в Именника, в който не се споменава за противоборството между юдеите и българите. Апокрифният летопис тук обаче е подкрепен от*

911511599

15 Новосельцев, А.П. Хазарское государство и его роль в истории Восточной Европы и Кавказа, Москва, 1990, с. 148сл.; Плетнева, С. А. Хазары; Москва, 1986; Pritsak, O. The Khazar Kingdom's conversion to Judaism. - Harvard Ukrainian Studies. II, Nr. 3, 1978p. 247f. и особено Zuckerman, C. On The Date of the Khazars' Conversion to Judaism and the Chronology of the Kings of the Rus Oleg and Igor. - Revue des Etudes Byzantines, t. 53 (1995), 241-255.

„*Повест временных лет*“ и от руско-славянската традиция, свидетелстваща за борбата на славяните против „*жидовете*““ [2, с. 30] Само че, както бе пояснено, хазарите в разглеждания исторически период – обхващаш живота и дейността на „цар Испор“ – не са били нито юдеи, нито пък 'исмаилтяни'. Необходим ли е коментар? Като дохристиянски летопис Именникът на българските князе не е творба, тенденциозно подчинена на цели от по-късно време, които са обусловили деформацията на обективната историческа истина в Апокрифа [12, с. 440]. Тази истина, без която няма стойностни знания и свързана с тях достойна за уважение наука! Колкото и да са оскъдни, и отдалечени по време сведенията за кончината на Аспарух, чийто образ заслужено е героизиран в нашето, българско съзнание, то те все пак насочват да бъде търсена корелация със събития около 700-та година, която най-вероятно е била последна в земния му път. Владетел от 701 г. е Тервел. И тъй като по това време южно от Дунав не са коментирани съществени, от историческа гледна точка, събития, то такива обаче е имало перманентно в Прикавказието. И най-важното – град Ismayilli, днес в Република Азербайджан, е в югоизточния край на Кавказ. Недалеч от крепостта Нарын кале, преграждаща широкия само 3 км проход между Каспийско море и Кавказ с конгломерат от 42 км стени, за и около която десетки години са се водили люти битки между араби, хазари и б(о/ъ)лгари. Най-вероятно там Аспарух е водил „войната с измаилтяните“. На възрастта, на която е бил през визираната година, и на най-високата владетелска позиция, която е заемал, „Испор цар“ едва ли е участвал непосредствено в битките. Сведението, че Аспарух е погубен от измаилтяните не означава непременно, че е бил убит в сражение и то в края на земния му път – възможно е неговата гибел да е настъпила вследствие тривиално падане от коня му – поради моментно прилошаване и загуба на съзнание, от промяна в кръвното налягане, микроинфаркт, микроинсулт или каквото и да е. И при това смъртта му да не е настъпила моментално. Доста столетия по-късно, по такъв начин е дошъл краят на Чингиз хан, на приблизително същата възраст, във войната срещу тангутите. Едва ли начинът, по който е настъпил краят на тази емблематична българска личност е толкова съществен, колкото и да е любопитен. По-важно е друго. А именно, че независимо от разликите в съвременните названия, българи, украинци и р(о/у)си (включително волжките татари – нарекли първата си столица Болгар, независимо от несвойственото име, с което били по сталински „украсени“ и

оформилата се по-различна, в резултат на ислямизацията им, култура), в това число и унгарци, хървати<sup>16</sup>, гражданите на Република Македония и др. – по-големи или по-малки рояци от едно начално семейство – сме приемници, приносители и продължители на историческото наследство на Велика България на Кубрат. Колкото и да е отдалечена във времето и колкото и кратко да е просъществувала. Дори БЪЛГАРИНЪТ Аспарух е Кубанско-Донско-Днепърски син, личностен продукт и владетел, включително Дунавски – след 680 г., който (а и народът му) не трябва да бode в очите на руски, украински и унгарски автори<sup>17</sup> като ЧУЖДЕНЕЦ!!! С това, което е постигнал начело на древните севернокавказци, кубанци, мигрирали на югозапад приуралци, подонци, днепровци – основно степни каза(к/х)ски конни войни, и той, и неговите сподвижници са заслужили своето най-достойно място в историческия пантеон както на България, така и на Русия, на Украйна и на Унгария. Разривът между южно-дунавските българи и северно-дунавските им сънародници, с прозвището маджари, най-вероятно настъпва когато княз Борис, започвайки подготовка за покръстването, е прекратил военните действия срещу християнското немско кралство. Покръстването на Борис, преименуван Михаил, с дадения нему от бога народ в годината 6374 [=866], според надпис на колона при с. Балша, Южна Албания[12, с. 189], съпътствано от избиването на 52-та български рода, според Бертинските летописи[12, с. 189,190], как ли би останало без отзвук при маджарите, които продължават войните срещу франките, разселвайки се през Карпатите и с бойни действия сепарират северозападните български земи. Навярно в резултат от провокираното разграничаване, в следствие от християнизацията на юг от Дунав по онова време е станала и подмяната на българообвързания Леведи с

101151151010—

16 Петър Голийски – Народноостното име на хърватите, според легенда, било произлязло от името на Кубрат – Chrobatus.[Цветков, Пламен. Славяни ли са българите? С., 1998, с. 156] [10, с. 531]

<sup>17</sup> Не е ли заглавието „Тюрко-българи и маджари” на унгареца П. Юхас белег за псевдо знания?

Коментирайки руската археоложка Елена Галкина, д-р Ж. Войников определя изводите ѝ за това, че „българите били примитивни тюркоезични номади“, като неверни и тенденциозни[6]. Казано най-мекко.

И д-р Цв. Степанов и проф. С. Станилов подлагат на заслужена критика А.В.Комар, <http://archaeology.kiev.ua/journal/030500/komar.htm> – отрекъл съществуването на Кубратова Велика България и писал, че историята на средновековна България започва в IX в.[2, с. 12, 62, 64]

традиционалиста Арпад – повел маджарите в техния самостоятелен исторически път на изява и съществуване. Около 100 г. по-късно, след този преломен момент, и (х)унгарите „потъват” в морето от християни на Европа. Мишел Руш представя следната хронология: „През 963 г. правнукът на Арпад – Геза се обърнал с молба към папата да му изпрати група мисионери... Покръстването на няколко племенни вожджве се ограничило в рамките на зоната на влияние на Геза... Когато умира, маджарите в голямата си част били все още езичници. Неговият син Вайк ... официално бил покръстен на 26 декември 996 г. ... най-сетне, със съгласието на император Отон III, той бил коронясан от папа Силвестър II. Това е известната корона на свети Ицван (Стефан)”[8, с. 216, 217]. Но запазили лексиката си, с откъсването си от България, за разлика от българите и около 200-те етноса в Русия, включително угрофините, чиито езици са били официализирани славянизирани чрез наложената масово новописмена книжнина.

#### Литература:

1. Албина Г. Хайруллина-Валиева, Древните българи в лингвистичния, културния и исторически контекст на евразийското пространство, „АБАГАР” АД – В. Търново, 2013, стр. 114
2. Българи и хазари през ранното средновековие, ТАНГРА ТанНакРа ИК, София, 2003, стр. 12, 30, 35, 62, 64, 93, 118, 119
3. Владимир Цонев, ДРЕВНИТЕ БЪЛГАРИ, ШУМЕР И ВАВИЛОН, „Литера Прима”, София – 2004, стр. 47
4. Геза Фехер, Ролята и културата на прабългарите, Фототипно издание, Огледало, София, 1997, стр. I, II, 5, 6
5. ДИМИТЪР АНГЕЛОВ, ..., ИСТОРИЯ НА БЪЛГАРИЯ, т. 2, Първа българска държава, ИБАН, София, 1981, стр. 69, 74
6. Живко Войников, [www.bulgari-istoria-2010.com](http://www.bulgari-istoria-2010.com), Предглаголическата руническа българска писменост
7. Лев Гумилев, ДРЕВНИТЕ ТЮРКИ Великият тюркски хаганат, София, 2007, Геза – 11, стр. 8, 26, 64, 177
8. Мишел Руш, АТИЛА Номадското нашествие, РИВА, София, 2010, стр. 55, 57, 70, 93, 156, 162, 192, 210, 213, 216, 217
9. Иван Танев Иванов <http://protobulgarians.com>
- а) Исторически връзки между българската област ОНОГУРИЯ и държавата УНГАРИЯ
- б) Разчитане на прабългарския надпис – билингва от с. БАСАРАБ – СЕВЕРНА ДОБРУДЖА
10. Петър Голийски, БЪЛГАРИТЕ В КАВКАЗ И АРМЕНИЯ (II – X ВЕК), ТАНГРА ТанНакРа ИК, София, 2006, стр. 531, 603
11. Петър Добрев, ПРЕОТКРИВАНЕТО НА ПРАБЪЛГАРСКИЯ КАЛЕНДАР, ИКК „Славика – РМ”, 1994, стр. 145
12. Петър Петров, Васил Гюзелев, Христоматия по история на България, том 1, Наука и изкуство, София, 1978, стр. 78, 158, 188, 189, 190, 440
13. Стефан Чурешки, Именник на българските князе(ханове), Сиела Норма АД, София, 2012, стр. 66, 184, 185, 187

инж. Димитър Георгиев Чанев,  
GSM 0889194480,  
e-mail: d.chanev@abv.bg

## ОСНОВНИ ПРОБЛЕМИ ПРИ РАЦИОНАЛИЗИРАНЕ НА МАРШРУТНАТА МРЕЖА НА ОБЩЕСТВЕНИЯ ТРАНСПОРТ В ГРАДОВЕТЕ

### BASIC PROBLEM IN RATIONALIZATION OF PUBLIC TRANSPORT NETWORK IN CITIES

Емил М. Маджарски

**Resume:** The report proposes an approach for streamlining based on shortening routes and to travel by transfer to and from the so-called quarters

**Keywords:** Public transport, route network

В последните 20 – 25 години в много от окръжните градове на страната се наблюдава промяна в производствено-техническата и социално-битовата среда. Тази промяна се изразява в:

- различен темп на развитие или упадък на отделните населени места;
- развитие, преструктуриране или закриване на цели производствени зони в отделни райони на градовете;
- обезлюдяване или развитие на нови жилищни квартали и др.

Транспортното обслужване на населението на тези градове се характеризира с:

- остарял и амортизиран автобусен и тролейбусен парк при хроничен недостиг на средства;
- навлизана на частни превозвачи за масов градски транспорт, в отделни случаи дублиращи се в определени отсечки и невъзможност от синхронизация на движението им;
- развитие на индивидуалния, таксиметровия и допълнителния транспорт в някои от градовете.

Всичко това наложи общинските власти да извършват оценка и рационализиране на маршрутните мрежи на градовете в условията на ограничени финансови ресурси и конкуренция при запазване на качеството на обслужване на пътниците. В последните години редица окръжни градове – Пловдив, Пазарджик, Казанлък, Русе, Шумен, Стара Загора и др. правят опити за рационализиране на маршрутната мрежа, но резултатите не са положителни. Това се дължи на два основни проблема – липсва информационна основа за транспортните потребности, както и на

наложени през годините градоустройствени решения.

Оценката и изменението на една градска маршрутна схема е необходимо да се основава на задълбочени статистически проучвания на:

- пътникопотоци – мощност и неравномерност;
- транспортни потенциали – обемът на зараждащите се пътувания в даден район и обемът на завършващите в него, като транспортните потенциали се определят от подвижността на населението, броя на жителите на района и икономическата му активност;
- пътническите кореспонденции между отделните транспортни райони;
- неудовлетворени транспортни потребности между районите;
- финансови и технически възможности и дългосрочни перспективи за развитие на населените места.

За получаване на тази информация е възможно да се приложат различни методи: отчетно-статистически (билетен), табличен, анкетен, талонен и окомерен. Посочените методи са трудоемки, а прилагането им по отделни или група линии на частни превозвачи – са неприложими, което прави изходната информация относително недостоверна. Най-подходящ за кардинално решаване на въпросите с маршрутната мрежа е провеждане на анкета, но не ограничена, а обхващаща пътуванията на цялото население на градовете. Информацията от въпросите на анкетата ще позволи да се получат данни освен за кореспонденциите между районите, а също и за автомобилните, велосипедните и

пешеходни пътувания. Не става ясно защо общините възлагачи разработването на транспортни планове и в частност на маршрутна мрежа на градовете не изискват използването на този метод.

Възможностите за вземане на решения се ограничават и от исторически наложени градоустройствени решения и съществуващата маршрутна и транспортна мрежа.

С цел да повишат броя на населението в периода на 80-те години редица окръжни градове обявиха, т.е. присъединиха някои села и ги направиха квартали. Типични примери са гр.Шумен с кварталите Макак, Дивдядово, Мътница, Стара Загора с градски автобуси до Минерални бани, до с.Колена и др. Тези села, сега квартали са на разстояние от 5 до 25 км от реалните граници на градовете. В резултат на това линиите на градския автобусен транспорт бяха удължени и формират съществуващата и до сега маршрутна мрежа (Фиг.1). В основната част от окръжните градове линиите на масовия транспорт са диаметрални - започват от т.н. “квартал” (т.А и т.Д) минават по републиканската пътна мрежа (АВ и CD) за да достигнат до реалните граници на града и през неговия център завършват в подобен “квартал” разположен от другата страна. По основните градски трасета на маршрутната мрежа се дублират автобусни и тролейбусни маршрути, а през целия град преминават и т.н. ”градски” маршрути, обслужващи диаметрално разположени извън града селища.

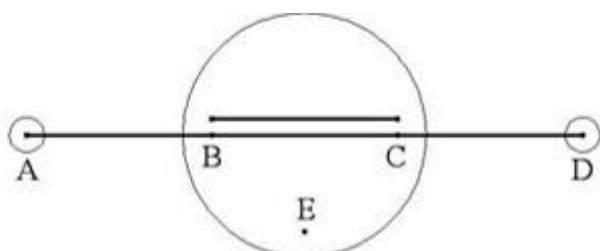
Общата дължина на подобни линии е около 25 км, от които по републиканската пътна мрежа се падат около 50 %, без слизане и качване на пътници. Характерът на подобни линии е крайградски и градски, като в подходите към града напълването на автобусите е с ниски стойности, а в централните части скокообразно нараства и се отчита неколккратно увеличение на мощността на пътничопотока. Прави впечатление и разпределението на пътничопотоците във времето, при което има пътничопоток към и от града само в сутрешните и вечерни часове, докато в градската част независимо от часовете

разлики пътничопотока е относително постоянен.

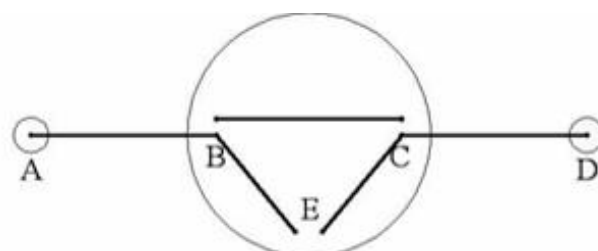
Движението извън пределите на града от една страна увеличава разходите на превозвачите за извършване на всеки курс, без да се увеличават приходите при приетата практика за обслужване на пътниците с билети продавани в автобусите. Това увеличава времето за оборот и при наличния брой превозни средства се повишават интервалите на движение в градската част на градовете до степен, която превишава времето за чакане на пътниците и те се отказват от пътуване с обществен транспорт.

Съществуващите маршрутни мрежи с комбинация на градски и междуселищни линии, минаващи заедно покрай градския център довежда до високо ниво на обслужване на пътниците в града за сметка на влошени интереси на превозвачите в резултат на конкуренция за пътници. Размива се границата между градски и междуселищни маршрути, при което качеството на превоза за двата вида транспорт се изравнява за сметка на влошени икономически показатели. В резултат на преброявания на пътничопотоци по маршрутите в тези градове се установи нерационално използване на предоставената превозна възможност, което донякъде се дължи на дублирането на двата вида маршрути в градската зона. Съществуващите градски маршрутни линии имат капацитет да усвоят целия транспортен градски потенциал, без да се очаква влошаване на качеството на транспортното обслужване.

Междуселищните маршрути могат да се рационализират в посока тяхното скъсяване в градската им част (фиг.2), като това ще доведе до прекачване на малка част от пътниците. Маршрутите на всички междуселищни линии от градския транспорт трябва да бъдат с начална станция автогарата (т.Е) като в частта им до централната градска част и автогарата маршрутите не се променят. Така тези маршрути от диаметрални трябва да станат радиални. Намаляването на дължината на градските маршрути, т.е. на времето за оборот ще позволи намаляване на интервалите на движение, респективно времето за чакане на пътниците, както и ще намали празния пробег на подвижния състав.



Фиг. 1 Съществуващи маршрути



Фиг. 2 Рационализирани маршрути

За рационализиране на маршрутната мрежа на масовия транспорт в окръжните градове е необходимо:

- Провеждане на анкетно проучване на цялото население за определяне на транспортните потребности.

- Пълно разграничаване на междуселищните и градските линии, при което междуселищните да не дублират градските, което ще доведе до:

- повишаване регулярността на движение, намаляване на интервалите на движение на превозните средства, както и времето за чакане на пътниците;

- повишаване на коефициента на използването на пътниковместимостта и съответно ще се подобрят икономическите показатели;

- дава се възможност по междуселищните линии, които са с малък пътнически поток да се използват превозни средства с малка пътниковместимост.

Прилагането на този подход за рационализиране на маршрутната мрежа на обществен транспорт ще позволи икономия на средства и ще повиши качеството на транспортно обслужване на населението.

#### За контакти:

доцент, д-р Емил М. Маджарски  
Технически университет – София,  
Транспортен факултет,  
катедра “Двигатели, автомобилна  
техника и транспорт”

София 1000, бул.Кл.Охридски 8  
Технически университет  
Транспортен факултет, бл.9, каб.9243  
e-mail: [majarski@tu-sofia.bg](mailto:majarski@tu-sofia.bg)  
0888-51-98-01, 02/965-23-08

## КУРСОВА ЗАДАЧА ПО ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОТЕХНИКА С MATLAB ELECTRICAL ENGINEERING COURSEWORK MATLAB PROBLEM

Илонка Тодорова Лилянова

**Abstract:** In the paper are presented the advantages using the programming environment MATLAB solving problems in the electrical engineering courseworks for Bachelor. There are given concrete examples for stationary harmonic resumes analysis in linear electrical circuit with MATLAB.

The use of MATLAB creates the students habits and the opportunities for further use of the programming environment when solving different problems on the subjects in their later years and for scientific and engineering research. made.

**Keywords:** Electrical Circuit, Electrical Engineering, Education and Training.

### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Теоретичната електротехника (ТЕ) като дисциплина, стояща във фундамента на инженерното образование трябва да използва съвременни методи. Все по-широкото разпространение и приложение на компютърната техника в последните години в различни области на живота предполага и използването и в такава класическа дисциплина като теоретичната електротехника, чиито основни закони са формулирани преди повече от век [1].

Използването на широко разпространената програмна система MATLAB предлага възможности за изчисления, аналитични преобразувания и висококачествена визуализация (графично представяне) на резултатите. Благодарение на вградения програмен език от високо ниво системата може да бъде приспособена към изискванията на всеки потребител при разработването на конкретни приложни програми.

Съгласно учебната програма студентите от специалностите ЕЕ, ЕСЕО, ВЕИ, ЕТ и др., с образователна степен бакалавър, които решават курсова работа по ТЕ изучават в текущото обучение дисциплината MATLAB. Оказва се, че използването на тази програмна система в обучението по ТЕ разширява кръгозора и възможностите на студентите за практически приложения и същевременно осъществява непосредствена връзка между обучаващите дисциплини. Осигурява се възможност да се

намали времето за решаването на математическите проблеми, за сметка на което се увеличава чувствително времето за усвояване на електротехниката. Не е без значение фактът, че в Техническият университет Варна е налична лицензирана версия.

Включването на MATLAB в обучението по ТЕ е възможно да се осъществи в три варианта.

Първият е свързан с използване на програмната система само за изчисляване т.е. използват се обичайните класически математически операции и се решават системи уравнения, което не винаги може да бъде направено с обикновен калкулатор или с използване програма като математическите програми MATHCAD, MAPLE и др. Достатъчно големи възможности за изчисляване има и EXCEL [2].

Вторият подход предвижда да се използва програма, направена на MATLAB, при която се въвеждат стойностите - входните данни. Програмата сама смята, т.е. решението не може да се види, но тогава всеки би могъл да я използва, както при специализираната програма PSPICE и др., при които като се начертае веригата, програмата я изчислява.

Третият вариант, описан в статията, е чрез използването на подходящо разработена програма, позволяваща решаването на определена задача от курсовата работа. Прилага се класически метод за анализ от ТЕ. Достига се до резултат, ако студентът притежава необходимото ниво на знания от електротехниката. Използването на MATLAB

цели да се намали до минимум времето за изчисляване и резултатът да не се влияе от математически грешки, а само от грешки в електротехниката.

Курсовата работа по ТЕ-1ч. за студентите от специалностите ЕЕ, ЕСЕО, ВЕИ, ЕТ включва темите: ”Стационарни режими в линейни електрически вериги при постоянен ток” и „Стационарни хармонични режими в линейни електрически вериги”[3]. Методите за анализ изискват решаването на система уравнения с реални или комплексни числа съответно, което затруднява и забавя студентите, особено при по-сложна структура на електрическата верига. Тъй като във втората тема на курсовата работа изчисленията се извършват с комплексни числа и затрудненията са доста повече, примерът за решаване на задача по ТЕ с използване на MATLAB е посветен на този проблем.

## II. АНАЛИЗ

### 2.1. ФУНКЦИИ И ОПЕРАТОРИ ОТ MATLAB, ИЗПОЛЗВАНИ В ПРОГРАМАТА ЗА КУРСОВАТА ЗАДАЧА

Системата MATLAB е едновременно операционна среда и език за програмиране. На езика MATLAB могат да бъдат написани програми за многократно използване, които се оформят във вид на М-файлове[4,5,6].

Схемата на решаване на курсовата задача със средствата на MATLAB се изобразява с понятни математически изрази, близки към традиционните формули, свързващи величините.

Използва се М-файл, в който е описано решаването на конкретна електрическа верига, който е илюстративен и демонстрационен - може да се види решението. Студентът, създава такъв М-файл, като корегира илюстративния и го записва с друго име, в съответствие с номера на варианта му.

Най-често срещаният символ е %, което означава коментар и указва коя величина каква е, да се корегира или въведе. Да се запише ново име на файла е първият коментар. Той не се извежда на екрана при изпълнение на програмата.

Операторът **setstr** ('текст') извежда текст - съобщения, указания на екрана при изпълнение на програмата, които поясняват резултатите.

Начинът на описание на електрическите величини и закони е близък до този в MATLAB. Съпротивлението  $R_1$  се записва като R1, индуктивността  $L_1$  като L1, капацитетът  $C_1$  като C1, ефективната стойност на източника като E или Eef. Токовете с I1 или i1.

Функцията **conj(x)** – комплексно спрегната стойност се използва за генерираната мощност при баланса за комплексните мощности.

Функцията **abs(x)**- абсолютна стойност (модул) се използва за определяне на ефективната стойност.

Съпътстващата функция **angle(h)** изчислява фазовия ъгъл т.е. аргумента на комплексното число.

Използва се логическия оператор **if**, за да се генерира вътрешна проверка при записване на капацитивното съпротивление, за да не се стигне до деление с 0.

Решаването на системата уравнения се осъществява с използване на обратната матрица.

Функцията **plot** изчертава графиките.

Командата за управление на осите е **axis**. Изчертаването на мрежа става с **grid**.

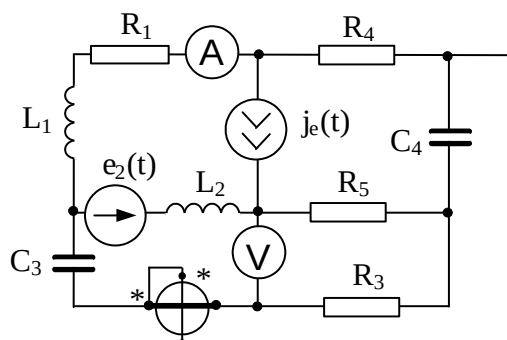
Функциите за нанасяне на надписи върху графиките са **xlabel**, **ylabel**, **title**, **legend**.

### 2.2. ИЛЮСТРАЦИОНЕН ПРИМЕР

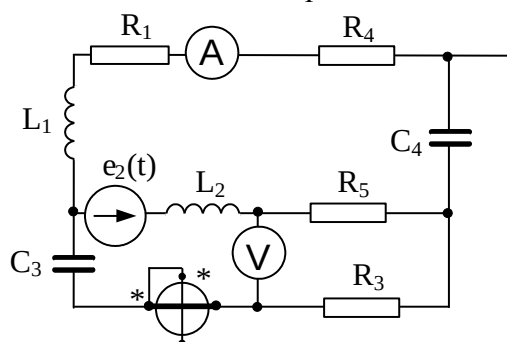
За веригата показана на фиг.1 са зададени:  $R_1 = 15\Omega$ ,  $R_3 = 8\Omega$ ,  $R_4 = 18\Omega$ ,  $R_5 = 20\Omega$ ,  $L_1 = 15mH$ ,  $L_2 = 10mH$ ,  $C_3 = 48\mu F$ ,  $C_4 = 48\mu F$ . За източника  $e(t)$  е зададена ефективната стойност  $E = 20V$  и началната фаза  $\Psi_E = 20^\circ$ . Честотата е  $f = 160Hz$ . [3]

Трябва да се изчислят ефективните и моментните стойности на клоновите токове, входен импеданс след пасивиране на източника на ток. Да се направи баланс на мощностите. Да се определят показанията на уредите. Да се начертае графиката за токовете.



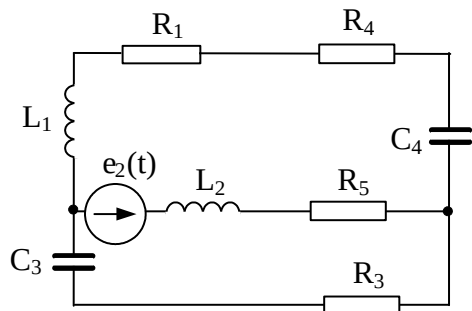


Фиг. 1. Примерна схема на електрическа верига



Фиг. 2. Схема на електрическата верига след пасивиране източника на ток

След пасивиране на източника на ток се получава схемата, показана на фиг.2. След премахване на амперметъра, волтметъра и ватметъра се получава веригата от фиг.3, която трябва да се анализира.



Фиг. 3. Схема на електрическата верига без измервателните уреди

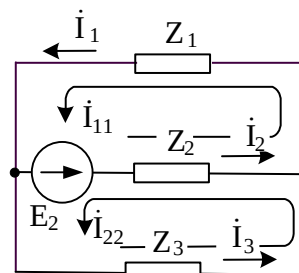
Студентите работят с предварително разработена „работеща“ програма – илюстрационен файл, която редактират със собствените електротехнически данни, като променят името на програмата, за да съхранят своите данни. Целта е не само да се спести време за въвеждане на данните. Спестяват се времето, необходимо за програмиране и рутинните изчисления, тъй като в тази област познанията на студентите са различни.

По-важните елементи в програмата са:

т.А. Въвеждане на честотата и

параметрите на елементите

Предложената програма започва с въвеждане на честотата, с която трябва да се изчислява. Могат да въведат до 7 вида стойности за съпротивления на резисторите, за индуктивностите на бобините, за капацитетите на кондензаторите. Участието на студента е да редактира въведените примерни числени стойности, като ги замени със съответните данни на собствения вариант.



Фиг. 4. Заместваща схема с комплекси

Най-напред студентите въвеждат числените стойности на параметрите на пасивните елементи, в реда, подсказан от програмата:

%Въведете стойности за съпротивленията на резисторите в омове:

R1=15

R2=0

R3=8

R4=18

R5=20

R6=0

R7=0

%Въведете стойности за индуктивностите на бобините в хенри [H]:

L1=15e-3

L2=10e-3

L3=0

L4=0

L5=0

L6=0

L7=0

%Въведете ст-ти за капацитетите на кондензаторите във фаради [F]:

C1=0

C2=0

C3=48e-6

C4=48e-6

C5=0

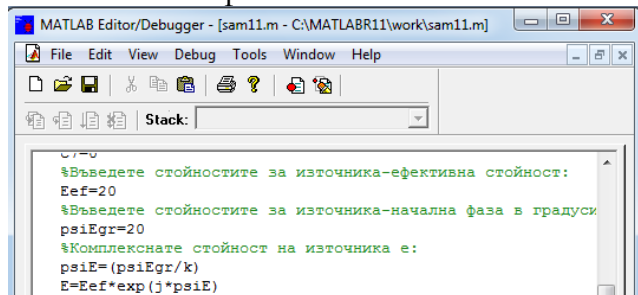
C6=0

C7=0

т.Б. Въвеждане стойностите за

източниците на енергия.

Въвеждат се: ефективна стойност и начална фаза в градуси, тъй като се използва преобразуване на градусите в радиани, както е в система СИ - фиг.5.



Фиг.5.Въвеждане на източника  
т.В.Изчисляване на индуктивните и капацитивните съпротивления

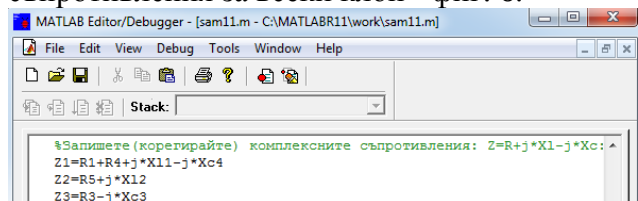
Програмата изчислява индуктивните и капацитивните съпротивления, като при изчисляване на капацитивните съпротивления се генерира вътрешна проверка за стойността на капацитета дали е 0, за да не се достигне до деление с 0.

```

%Индуктивните съпротивления са:
Xl1=om*L1
Xl2=om*L2
.....
%Капацитивните съпротивления са:
if C1==0;
Xc1=0;
else
Xc1=(1/(om*C1))
end
.....

```

Студентите трябва да запишат комплексните съпротивления за всеки клон - фиг. 6:



Фиг.6.Въвеждане на комплексните  
съпротивления

т.Г.Записване на системата уравнения по метод с контурните токове

Има възможност програмата да се направи така че, студентът да избере по кой метод да намери комплексните образи на токовете - по метод с контурните токове или метод с възловите потенциали. В разглеждания пример се прилага метод с контурните токове. За заместващата схема студентът трябва да запише системата

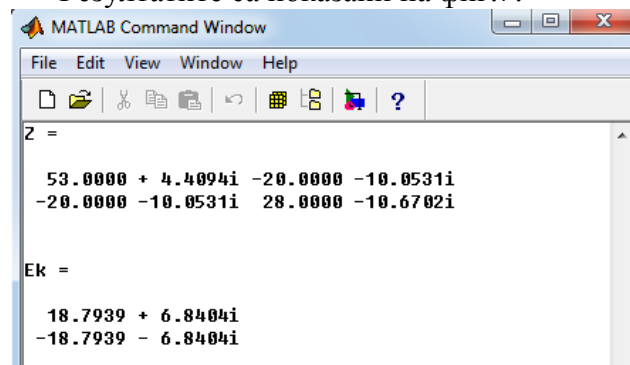
уравнения и да ги подреди по индексите(както по правилото на Крамер). Въвежда се матрицата [7] от контурни съпротивления и контурни е.д.н. за схемата, показана на фиг.4:

```

%Въведете (коригирайте) матрицата от контурните съпротивления:
Z=[ (Z1+Z2) (-Z2) ;
    (-Z2) (Z2+Z3) ]
%Въведете (коригирайте) матрицата от контурните е.д.н.:
Ek=[ E; -E]

```

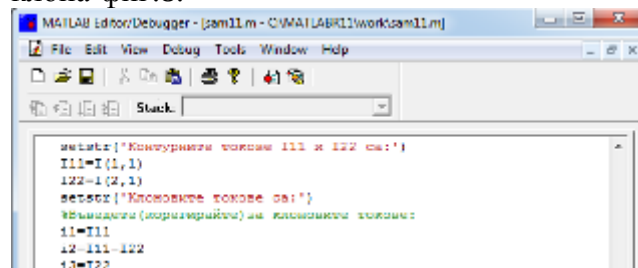
Резултатите са показани на фиг.7.



Фиг. 7. Резултати за матриците на  
съпротивленията и на е.д.н.

т.Д. Намиране числените стойности за контурните и клоновите токове

Решава се системата уравнения числено. Контурните токове се записват съобразно елементите на матрицата стълб. Клоновите токове се получават чрез алгебрично сумиране на контурните токове в клон-фиг.8.



Фиг.8. Намиране на токовете  
т.Е. Проверка баланса на мощностите

Чрез баланса на мощностите се проверява верността на токовете и на знанията на студентите по електротехника:

```

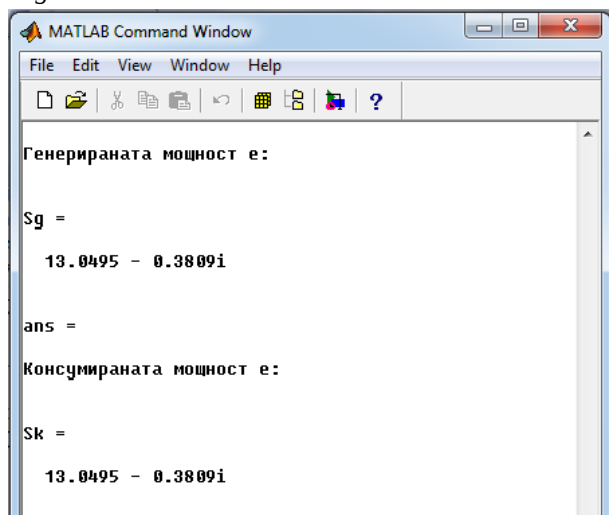
%За генерираната мощност коригирайте индекса на тока:
setstr('Генерираната мощност е:')
Sg=E*conj(i2)
% Консумираната мощност е:
setstr('Консумираната мощност е:')

```

```
Sk=Z1*(abs(i1))^2+Z2*(abs(i2))^2+Z3*(abs(i3))^2
```

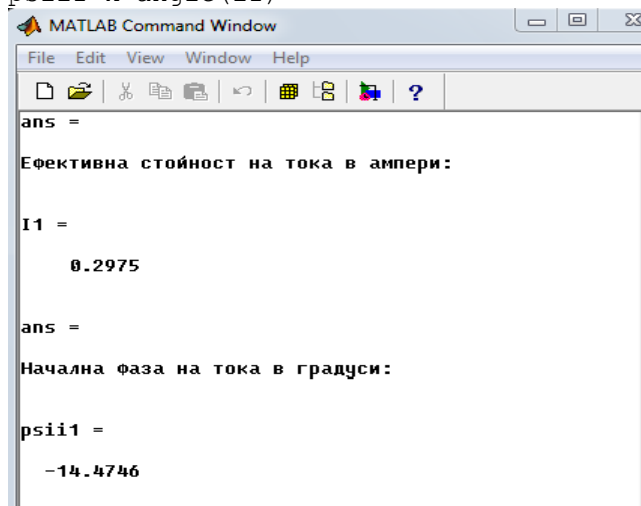
Исходните резултати за баланса на мощностите са показани на фиг.9:

$$S_{gen} = S_{con} = (13,0495 + j0,3809)VA$$



Фиг. 9. Резултати за баланса на мощностите  
т.Ж.Записване на ефективните и моментните стойности за токовете

Извеждат се на екрана ефективните и моментните стойности на търсените токове-фиг.10.



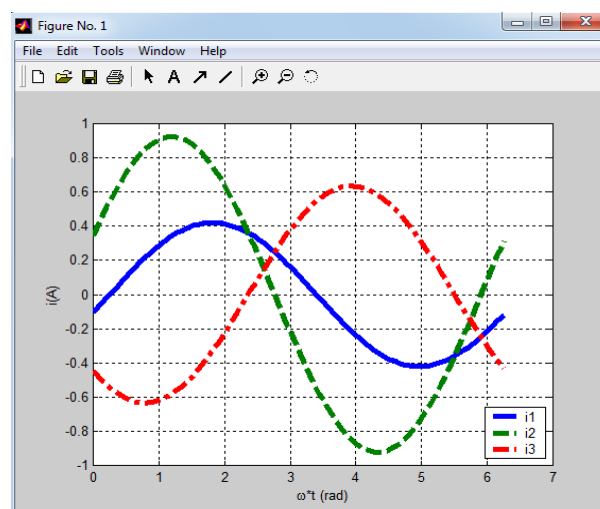
Фиг. 10. Резултати за клоновите токове  
Исходните резултати за токовете съгласно изчисленията са:

$$i_1(t) = I_1 \sqrt{2} \sin(\omega t + \psi_{i_1}) = 0.298 \sqrt{2} \sin(\omega t - 14.47^\circ) A$$

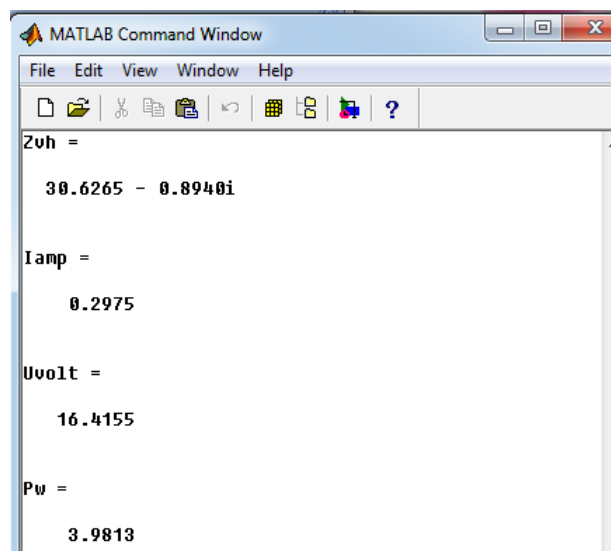
$$\begin{aligned} i_2(t) &= I_2 \sqrt{2} \sin(\omega t + \psi_{i_2}) = 0,653 \sqrt{2} \sin(\omega t + 21,67^\circ) A \\ i_3(t) &= I_3 \sqrt{2} \sin(\omega t + \psi_{i_3}) = 0,448 \sqrt{2} \sin(\omega t - 135,29^\circ) A \end{aligned}$$

т.3.Визуализация на токовете

Изчертават се времевите диаграми-графиките на токовете – фиг.11.



Фиг. 11. Времеви диаграми за токовете



Фиг. 12. Входен импеданс и показания на уредите

В програмата могат да бъдат включени задачите за намиране на входния импеданс и определяне показанията на уредите. За дадената задача съгласно фиг.12 се получава :

- За входния импеданс:

$$Z_{vh} = (30,6265 - j0.8940)\Omega$$

- За показанието на амперметъра :  
 $I_{amp} = 0,2975A$
- За показанието на волтметъра:  
 $U_{volt} = 16,4155V$
- За показанието на ватметъра:  
 $P_W = 3,9813W$

### 2.3.ПРОВЕРКА НИВОТО НА КОМПЕТЕНТНОСТ НА СТУДЕНТИТЕ

При работата си с програмата студентите трябва да заместват в основните единици на система СИ. Трябва да могат да направят верен буквен запис по съответния метод и вярно да го пренесат в програмата на MATLAB.

Студентите трябва да следят за симетричността на матрицата на съпротивленията, не само като стойности, но и знак.

От визуализацията на резултатите може да се потвърди, че първи закон на Кирхоф важи за моментните стойности на токовете  $i_1(t) + i_2(t) = i_3(t)$  и да се анализира дефазирането на токовете.

### III. ИЗВОДИ

Поясненията в предлаганата програма може да са по-подробни или по-кратки в зависимост от нивото на познания и компетентност на студентите. В програмата може да се предложи избор по кой начин да работи студента: метод с контурните токове или метод с възловите потенциали, или и по двата да се реши.

Подобни програми могат да се реализират и за други теми от курсовата работа.

Използването на MATLAB при решаване на задачи по ТЕ позволява да се анализират за кратко време вериги със сложна структура и голям брой източници.

Предложеният илюстративен пример дава възможност да се анализират по-сложни електрически вериги с индуктивни връзки след еквивалентното преобразуване на индуктивната връзка.

Използвайки MATLAB студентите могат да изследват:

- влиянието на различните параметри или честота за настройване веригата в резонанс;

-промяната на параметър на консуматор за настройване в режим на максимално отдавана активна мощност от консуматора.

-проверка на ток по теоремата на Тевенен.

**Предимства.** Решаването на задачи с използване на MATLAB е много удачно особено при дистанционно обучение.

Избягват се нежелани случайни грешки при (преписване) пренасяне на резултатите и заместване.

Включването на MATLAB при решаване на задачи по теоретична електротехника създава у студентите навици и възможности за бързо и ефективно по-нататъшно прилагане на програмната система при решаване на различни задачи от дисциплините, изучавани в следващите курсове, както и при научни и инженерни изследвания.

### Използвана литература:

- [1]Бутырин П.А.,Шакирзянов Ф.Н., Моделирование знаний по теоретической электротехнике, Электричество 9, 2013,с.61-62
- [2]Ермолаев Ю.В. Применение компьютерных технологий при изучении электротехнических дисциплин// Успехи современного естествознания 5 – 2005, с. 28-29
- [3]Лилянова И.,Пенова Р., Ръководство за курсова работа по Теоретична електротехника, ч. 1, Варна, 2012.
- [4]Потемкин В.Г., П.И.Рудаков, "Matlab5 для студентов", Москва,1999
- [5]Новгородцев А.,Расчет электрических цепей в MATLAB,Питер,2004
- [6]Тончев Й.,MATLAB, Преобразувания, изчисления, визуализация, София, 2007.
- [7]БрандинскиК., Ж.Георгиев, В.Младенов, Р.Станчева, Теоретична електротехника,ч.1,2008,Кинг,София

### За контакти:

Илонка Лилянова  
Технически университет - ВАРНА, кат. „Теоретична и измервателна електротехника”  
9010, Варна, ул."Студентска" № 1  
e-mail:[ililyanova@gmail.com](mailto:ililyanova@gmail.com)

## ДИЗАЙН ЗА ГРАДСКА СРЕДА В БЪЛГАРИЯ –РАЗВИТИЕ, ПРОБЛЕМИ И АЛТЕРНАТИВИ

Момчил Тодоров Тачев

**Abstract:** Autor researchs Bulagria's city design trends, according to latest examples in major cityies. On the basis of analysis, conclusions are made for the urban design concepts and problems. The poor control, low quality and unprofessional design decisions prove to be serious problem. The necessity from new type of spacialists –urban designers emarges . With respect to solving this problems, a few different conclusions are made regarding the design production for urban spaces.

**Key words:** City design, playgrounds, municipality campains, design standart

### 1. Въведение.

На границата между XX и XXI век в серия от статии се опитаме да фокусирахме вниманието върху проблемите на терминологичния апарат, актуални тогава тенденции и аспекти от дизайна за градска среда [1]. Сега от дистанцията на времето би било интересно да се направи аналогично проучване с цел да се отчетат промени, положителни примери и практики. Ретроспекция на изминалия период и сравнение с настоящата ситуация както и анализ на променените акценти в тази област би спомогнала да се очертаят възможни пътища за преодоляване на неизбежните недостатъци. Тъй като в предишни публикации терминологичния аспект на проблема вече е бил разискван [1], в настоящото изследване той няма да бъде анализиран. След огромните израсходвани средства и множеството реализирани проекти за последните 15 години по отношение на дизайнерските обекти за градска среда се отбелязва напредък. Разработват се нови и съвременни площадки за игра, комуникационни и автоматизирани устройства за услуги, заслони, модулни преградни и рекламни съоръжения. По отношение на естетически качества и решения на проблемите в различните градове на страната се наблюдават различни подходи, степени на развитие и адекватност на съвременните тенденции. Въпреки неоспоримия напредък, може да се обобщи че твърде често проектите не отговарят на нивото на високите стандарти на дизайнерска продукция в други страни от Европейски съюз. Причините за тази обобщена констатация са много и разнопосочни, което

налага анализ както на някой организационни особености при реализации на проектите, нормативната база, така и на детайли от същността на конкретни съоръжения.

### 2. Изложение.

Съвременния начин на живот в нашата страна ни изправя пред ескалираща концентрация на населението в големите градове. Въпреки демографската катастрофа градовете на България се увеличават с значителни темпове. Поради силния финансов интерес жилища се строят на всяка възможна свободна площ в централните зони на градовете. Регулацията на този процес от страна на местни и централни органи на властта може да се характеризира като формалната или напълно липсваща. Старите нормативни документи изглежда не са адекватни на съвременните проблеми, а нови регулаторни и ограничителни правила не са в интерес на строителния бизнес, затова вероятно не се и приемат. Като резултат се отчита струпване на жители и работещи в централните градски зони, което води до множество нови проблеми и нужди, непознати преди години. В този случай ролята на дизайнера на градска среда е незаменяема и задължителна. За съжаление този факт, добре известен в по-успешно развиващи се държави от западна Европа е тотално игнориран в нашата страна. Все още в общините не е възприета идеята и европейската практика урбанистичните проекти засягащи града да се консултират или със специално подготвен специалист – дизайнер на градска среда или от колектив съставен от архитект и инженер-дизайнер. Тази методическа и организационна разлика всъщност води до сериозни проблеми при

реализациите на съпътстващи и допълващи съоръжения, конструкции и др. елементи от мебелировката и екипировката за урбанистична среда. Въпреки сериозната подготовка повечето архитекти и строителни техници, запълнили в момента тази професионална ниша, нямат нужната художествено - проектантска подготовка необходима за адекватното решение на подобни съоръжения в детайл, както и въображението за решението на целия комплекс от различни проблеми свързани с такъв продукт. Най-често се копират вече създадени дизайнерски разработки като се опростяват за да се намалят производствените разходи. А в глобален мащаб се забелязва засилващ се процес на взаимопроникване и сливане на дизайна и архитектурата. Това явление се отчита най-силно в определени “гранични” точки, в места на иманентно препокриване на сферите им на действие. От друга страна точно там възникват и се проявяват много от новите тенденции. Взаимопроникването на двете дисциплини се доказва и от продуктът на творческата дейност на съвременните дизайнери на градска среда. Друга важна тенденция, която с налага в световен мащаб е създаване на допълнителни „изкуствени“ зони за отдих, игра и изобщо пешеходни зони [2]. В нашата страна напротив се наблюдава вече недостиг на подобни площи поради вече споменатото пресищане със сгради на централните квартали. От друга страна прави впечатление, че в нашата страна комплексите и съоръженията за градска среда страдат от една страна от плагиатство, кампанийност, сякаш копиране на принципи и концепции създадени за други урбанистични условия и среда и хронична незавършеност и недоизпипване по отношение на детайла. Масово се регистрира и липса на последваща поддръжка на съоръженията. Причините за това са много и ще бъде трудно да се обхванат в рамките на това изследване, но основните проблеми еса свързани с методиката и практиката за изпълнение на проекти, финансирането и липсата на реална конкуренция при одобрение на дизайна на проектите. Фокусирайки вниманието си върху състоянието на пространствения дизайн за

градска среда на Варна, в предишни изследвания бе отбелязана масовата евтина и нискокачествена продукция, монополизираща централните градски площи. Въпреки тази оценка към принципите на формообразуването, съществуват примери, даващи основание да се посочат и разгледат някои емблематични тенденции и принципи. За разлика от предишни периоди ( преди 10-15г.) сега периодично се подеват кампании чийто фокус са облагородяването и конкретни територии, оптимизирани на конкретни съоръжения и системи свързани с функционирането на градската среда. Последните стъпки в тази посока в град Варна се наблюдават по отношение на площадки за игра и спирки за обществен транспорт. Стъпките в тази област са похвални и отдавна бяха крайно наложителни. Въпросът е дали при една толкова мащабна и вероятно ангажирала значителен финансов ресурс програма каквато бе пълното преобразяване на площадките за игра беше отговорено по най-добрия начин на нуждите на жителите на града от различни възрасти? С цел преминаване от твърде общото в по-голяма степен на конкретика би било уместно да се разгледат резултатите при конкретни примери. На пресечката на улица „Дубровник“ и „Георги Бакалов“ се намираше детска площадка с няколко пейки, която бе средище за игра на деца от различни възрасти, както и на отдих и контакт на възрастни хора от квартала. По новата програма за осъвременяване на площадките за игра в града обектът бе променен до неузнаваемост (фиг.1). Променен бе планът, дизайнът но и бе ограничена възрастовата група на потребителите.

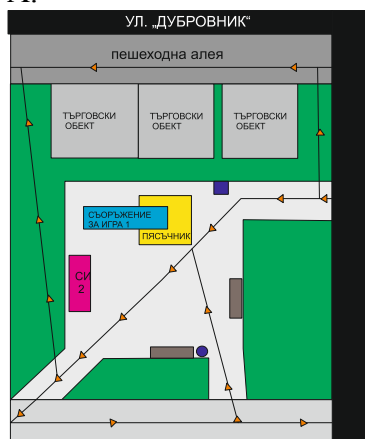


Фиг. 1 Общ изглед към новата площадка ( 10. 2015г.) при пресечната на ул. „ Дубровник“ и „Георги Бакалов“ (фотография на автора)



При инцидентен разговор с представители на фирмата изпълнител от тях бе изказано становище, че всички промени са били наложителни и регламентирани от наредба номер 1 от 12 януари 2009г. за условията и реда за устройството и безопасността на площадките за игра на МРРБ; МВР и ДАЗЗД. Съответния документ състоящ се от 75 страници [3] действително пространно специфицира много и детайлни аспекти от изискванията към проектите за площадки за игра. И макар формално те в по-голямата си част да са изпълнени, може да се обобщи че същевременно новата организация и концепция ограничава пешеходните зони нахвърляйки връзките между тях и ограничавайки достъпа (фиг.2). По този начин пешеходците са принудени да излизат на пътното платно на ул. „Георги Бакалов“ поради отсъствието на тротоар и да се придвижват по асфалтовата настилка до достигане на тротоарния участък по протежението на ул. „Дубровник“. Подобен тип ергономично проектиране не е приемливо за XXI век. По отношение на детайлите на игровите съоръжения, оградната конструкция и настилки се констатира чувствителен напредък спрямо предишното състояние.

А.



Фиг. 2. Схема на движението на пешеходци при по-стария (А) и при новия вариант на организация наложени от дизайна на площадката за игра.

Определено може да се твърди че е налице значително приближаване до европейските норми по отношение на дизайна на детска

среда. Неприятно впечатление правят дребни детайли, които са или недообмислени в зародиш или набързо произведени в последния момент (фиг. 3).



Фиг. 3. Некой от детайлите от важни функционални елементи са проектирани и изпълнени елементарно, и непрофесионално (фотография на автора).

Тук следва да се направи извода, че липсата на творческа интерпретация и адаптиране на един иначе не лош по концепция замисъл води до незадоволителни и опасни резултати. Отново се подчертава необходимостта от подготвени специалисти в тази област – дизайнери на оборудване за градска среда, а не само строителни техници или архитекти. Друго възможно обяснение може да се корени и в недостатъчно запознаване с конкретиката на всяка една площадка – релеф, особености на почвата, водоотичане, пешеходни зони и маршрути, интензитет на трафика и паркирането. Съвсем отделен е въпроса, че поради кампанийността на този проект (не само при конкретния но и при други съседни обекти в района) по много показатели те значително се разминават не само от изискванията на наредбата (фиг. 4), но и на елементарни норми за изпълнение (фиг.5). Например при посочената вече площадка за игра има видимо разминаване между изискваните от наредбата и по-точно чл. 11. Ал.4 (Д.В. бр.69 от 2015г.) „Разстоянието от долната повърхност на оградата до прилежащата настилка е до 0,11 m.“. Реалните разстояния са различни и варират от 0,24 до 0,12 (фиг. 4).



Фиг. 4. Реалните разстояния между оградната конструкция и настилка.



Фиг. 5. При други примери е налице директно некачествена работа, очевидно несанкционирана от органите за контрол.

От друга страна в центъра на град Варна в последните години бяха изпълнени редица проекти целящи естетизирани на градската среда. Поставиха се модулни цветарници, интересни в пластично отношение пейки от ламарина, нови цветни настилки и някои конструкции с декоративна функция.



Фиг. 6. Град Варна – заслон-стойка за велосипеди, поразяващ със монолитното си звучене и тежък във визуално отношение обем.

Същевременно озадачават някои абсурдно необмислени обекти, напълно изключващи възможна намеса на професионалист дизайнер при проектирането им (фиг.6). Въпреки неоспоримите подобрения и положителни нови моменти, които бяха отбелязани в гр. Варна липсва модерна визия към историческите паметници на града. Те засега са оставени или без интерес (което е странно пред вид ориентирания към туризма местен бизнес), правят се незначителни козметични усилия или пък се разрушават от комерсиални подбуди за да се изградят нови доходоносни постройки с посредствени архитектурни качества. Същевременно в други градове на страната има примери за по-адекватно и съвременно отношение към дизайна на обекти от градската среда. Подобен пример е проекта за оформление на историческата и пешеходната зона около „Джумая Джамя“ в Пловдив, както и информационни съоръжения свързани със археологическите паметници в централната част на града. Съвременни и адекватни на необходимостите и стила дизайнерски решения могат да се посочат и в други градове.



Фиг. 7. Примери от централната градска зона на гр. Пловдив след 2012г. (фотография на автора).

В ергономичен и урбанистичен план може да се заключи, че липсва мащабност и визия за бъдещето т.е. реално търсене на решение на проблемите независимо дали мерките биха били популярни или не. Транспортната система, улиците са все така тесни, а се разрешава строителство без да се осигуряват открити паркинг места. В резултат намаляват пешеходните зони и участъци за отдих, без да са непременно детски площадки. В Бургас



например общинските структури прилага последните тенденции в световен план по отношение на облекчаване транспортната структура – въведена е система за ползване на обществени велосипеди в централната градска зона. В тази посока се работи в големи туристически центрове като Париж, Марсилия, Палма Де Майорка и др..



Фиг.8. А- Атоматизиран панел за продажба на билети и информация за велосипеден транспорт на град Марсилия; Франция;  
Б – стойанка за велосипеди и технологичен модул – Палма де Майорка;

## 2. Изводи:

1. Наблюдава се положителна тенденция към разработване на нови съоръжения, комплекси и системи: съвременни площадки за игра, комуникационни и автоматизирани устройства за услуги, заслони, модулни преградни и рекламни конструкции.

2. По отношение на естетически качества и решения на проблемите в различните градове на страната се наблюдават различни подходи, степени на развитие и адекватност на съвременните тенденции. Въпреки неоспоримия напредък, може да се обобщи че твърде често проектите не отговарят на нивото на високите стандарти на дизайнерска продукция в други страни от Европейския съюз. Причините за тази обобщена констатация са много и разнопосочни.

2.1. Очевидна е необходимостта от подготвени специалисти в областта на дизайна за градска среда, а не само строителни техници или архитекти при осъществяването на подобни инфраструктурни проекти.

2.2. Друга причина е и недостатъчно запознаване с конкретиката на всеки обект,

недобросъвестност при изпълнението и занижен контрол.

3. Старите нормативни документи изглежда не са адекватни на съвременните проблеми, а нови регулаторни и ограничителни правила не са в интерес на строителния бизнес, затова вероятно не се и приемат. Като резултат се отчита струпване на жители и работещи в централните градски зони, което води до множество нови проблеми и нужди, непознати преди години. Очевидна е необходимостта от радикални мерки ориентирани към бъдещето а не само козметични пропагандни кампании.

## Литература:

1. Тачев. М; „СЪВРЕМЕННИ ТЕНДЕНЦИИ В ЕКСТЕРИОРНИЯ ДИЗАЙН НА ГРАД ВАРНА“ ; Конференция “Месец на науката - Варна 2000”, Съюз на учените – гр. Варна; 2 – 27 октомври 2000 г.
2. Ando; N. “A Form Analysis Of Japanese Pedestrian Decks And European Plazas”; Journal of Industrial Design and Engineering Graphics ; Volume 10; Special Issue 2015; Papes of the International Conference on Engineering Graphics and Design - ICEGD 2015 11-13 June 2015; Section 4; Industrial Design and graphic Design; p.9 -14; SORGING; Romania; ISSN 1843 – 3766; Online version: ISSN 2344 – 4681; ISSN –L 1843 – 3766
3. Наредба номер 1 от 12 януари 2009г. за условията и реда за устройството и безопасността на площадките за игра на МРРБ; МВР и ДАЗЗД.
4. „АКТУАЛНИ ТЕНДЕНЦИИ ПРИ БЪЛГАРСКИЯ ДИЗАЙН ЗА ГРАДА В КОНТЕКСТА НА МНОГООБРАЗИЕТО НА АРХИТЕКТУРНАТА СРЕДА”; “Известия на съюза на учените гр. Варна” 2012; - Варна ; 2012г.
5. Булев, Т. (1990г.), “Дизайн на градската среда”, ”Техника”, С.,
6. Делчев, С. (1993), ”Основи на промишления дизайн в архитектурата” Техника, С.
7. Иванова, Н. (1988) “Дизайн за градската среда”. БАН С.

## За контакти:

9010 Варна, ул. “Студентска”1  
Технически университет -Варна

Гл. ас. д-р Момчил Тачев  
e-mail: m\_tachev@abv.bg

## ВЪЗМОЖНОСТИ НА СЕМЕЙСТВОТО ГЪВКАВИ ПОДХОДИ “AGILE” ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ПРОЕКТНОТО УПРАВЛЕНИЕ В МСП

Кирил Георгиев, Недка Николова, Розалина Димитрова

**Abstract:** Настоящата статия обобщава резултатите от изследванията за идентифициране на възможностите за прилагане на семейството гъвкави подходи AGILE в проектното управление на МСП в България. Анализират се същността, съдържателните характеристики, концептуалния модел и технологията на тяхното реализиране. Особено място е отделено на добрите практики като подхода SCRUM и KANBAN в управлението на проекти при разработването на софтуер. Основната хипотеза на авторите е, че семейството подходи AGILE е ефективен инструмент за подобряване на проектното управление в МСП, когато се налага бърза реакция на чести промени. Със своя методически инструментариум семейството подходи AGILE дава възможност за развитие и усъвършенстване на проектния управление и повишаване на конкурентоспособността на МСП.

**Key words:** AGILE, SCRUM, KANBAN, LEAN, управление на проекти, малки и средни предприятия МСП

### 1. Въведение

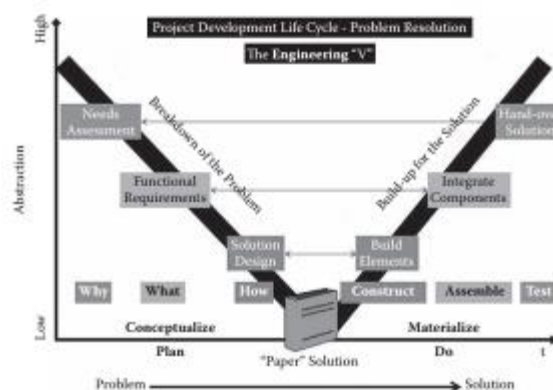
Проектът е начинание, което изисква нов тип организация и мобилизиране на всички ресурси за постигането на предварително зададени и уникални цели и задачи в рамките на ограничен бюджет и срок. От тук се извеждат и основните характеристики на всеки проект: неповторимост, ограничение във времето и ресурсите, осъществяване в условия на динамика и несигурност/риск. Класическият подход за изпълнение на проекти е последователен, „водопаден“ (Waterfall) или „преминаващ през поредица от врати/порти“ (Stage-gate) процес, който е подходящ при стабилна и предсказуема среда [5]. МСП се нуждаят от нови инструменти, повишаващи ефективността на проектното управление, когато се налага бърза реакция на чести промени в динамична рискова среда. За подобряване и ускоряване на проектния процес в последно време се използват семейство нови гъвкави подходи-т.н. AGILE-подходи, вкл. SCRUM, KANBAN и LEAN [3].

### 2. Особенности на проектното управление

Управлението на един проект се различава от класическото фирмено управление/мениджмънт [4],[5].

Всеки проект включва някаква промяна, която предизвиква различни реакции-от еуфория до съпротива, от скептицизъм до засилен мотивация. Това налага проектният мениджмънт да посреща и разрешава множество предизвикателства.

Всеки проект решава някакъв проблем. Правят се изследвания и се търси решение, което се концептуализира, след което се материализира. Това може да се изобрази чрез класическия V-образен жизнен цикъл [ 4 ].



Фиг.1.Проектът като решаване на проблем[4]

Всеки проект е ограничен във времето. Сроковете притискат изпълнителите да приключват работите в зададените срокове, което се отразява негативно на обхвата и качеството.

Обикновено проектът съдържа нещо уникално/неповторимо и води до иновации-въвеждане на нови машини и/или технологии, разработване на нови продукти/софтуер/услуги, излизане на нови пазари и т.н. Това затруднява изпълнението и изисква добиване на ново знание.

Обикновено проектът е доста сложно, комплексно мероприятие - изисква съгласуване, сътрудничество и коопериране

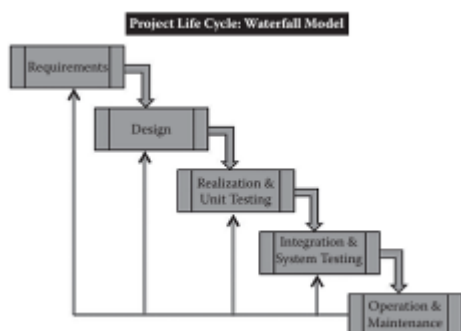
между различно мислещи хора и организации с различни цели (дори различни държави). Поради необходимостта от пълно мобилизиране на разнородни и обемни ресурси за постигане на уникални цели в ограничено време, всеки проект съдържа значителен риск, който трябва да се избегне, прехвърли, намали или да се приеме. Тези особености на проектното управление се проявяват с особена сила при МСП в България.

### 3. Системен подход при управление на проектите

Той е заложен при разработване на общите изисквания за управление на проекти в БДС-ISO 21500: 2012. Неговото приложение предполага използването на т.н. процедури „отгоре-надолу“ и/или „отдолу-нагоре“ (top-down-top), изследването на алтернативи за избор на най-добрата, поддръждане на дейностите във фази и напредване/постигане на целите като решаване на проблеми [ 5 ].

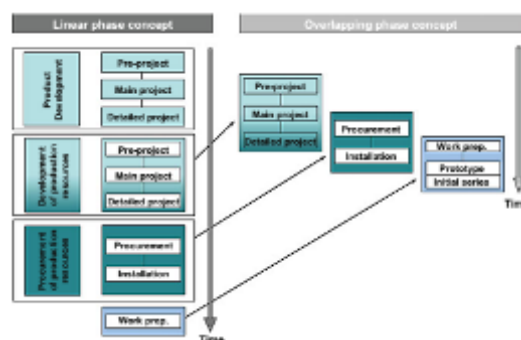
### 4. Жизнен цикъл на проекта ЖЦП

Подобно на жив организъм проектът се развива във времето, като преминава през различни фази. Типичните фази са: инициране, планиране, изпълнение, контролиране и приключване. Класическият модел на ЖЦП- т.н. „водопаден“ модел предполага изпълнение чрез последователно постигане на предварително определени резултати/цели/задачи (deliverables).



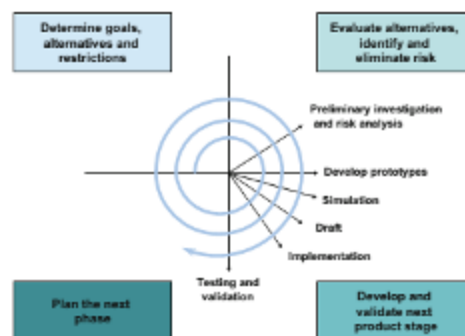
Фиг.2. „Водопаден“ модел на ЖЦП [4]

За ускоряване на изпълнението се прилага паралелен (частично или напълно) подход в различни варианти- например т.н. модел „с припокриване/застъпване“ на фазите [ 5 ]:

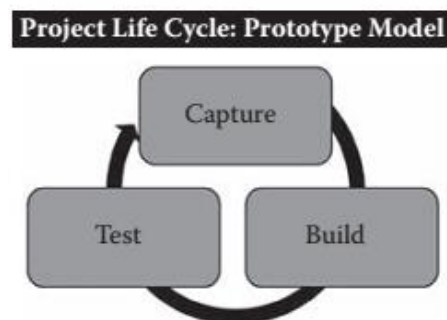


Фиг.3 Модел „със застъпване“ на ЖЦП [5]

Възможно е също циклично повторение на фазите с нарастване на резултата – т.н. „спирален“ модел [5] или т.н. „прототипен“ модел [ 4 ]:

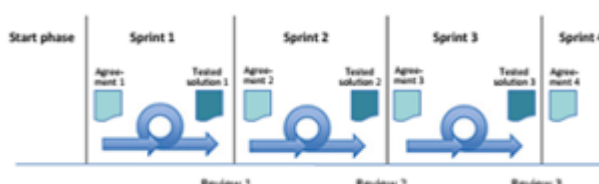


Фиг.4. „Спирален“ модел на ЖЦП [5]



Фиг.5. „Прототипен“ модел на ЖЦП [4]

Един от най-съвременните начини за управление на проектите представлява семейството на т.н.гъвкави (Agile) подходи, което досега се прилага за ИКТ (фиг.6)



Фиг.6. „Гъвкав“ (agile) модел на ЖЦП [5]

Съществуват благоприятни условия гъвките подходи да се разпространят/внедрят в практиката на проектното управление на МСП извън сферата на ИКТ.

## 5. Концепция и базови понятия на семейството гъвки подходи AGILE

Семейството гъвки (agile) подходи за разработка е неформален сбор от методи и техники за управление на проекти за разработка на продукти- основно на софтуер. В основата на гъвката методология стои идеята, че разработката на продуктите е динамичен процес, в който дългосрочното планиране има ограничена ефективност.

Гъвката методология намира особено широко приложение в разработката на продукти, където чрез бързото и многократно създаване на прототипи, производителите имат възможност да получат обратна връзка от клиентите и да адаптират разработката към непрекъснато променящите се изисквания.

Към този момент най-голямо приложение гъвката методология е намерила в ИКТ.

Гъвката методология за разработка на софтуер се състои от група методи при създаването на софтуер, базирани на повтарящо се/ итеративно и постепенно разработване. Софтуерните спецификации и решения се развиват поетапно чрез сътрудничество между самоорганизиращи се екипи, съставени от хора с различни функции. Гъвката методология насърчава адаптивно планиране, еволюираща разработка и доставяне на софтуера, времево-разпределен итеративен подход и поощрява бързото и гъвкаво реагиране на промени. Това е концептуална рамка, която насърчава взаимодействията между разработчици и клиенти през цялото времетраене на разработката на софтуерните проекти.

Така наречените леки, гъвки методи за разработка на софтуер се развиват в средата на 90-те години като реакция срещу тежките традиционни „методи на водопада”, които са критикувани за употребата на силен контрол, правила, микро-управление и прекалено последователен подход на разработване.

През февруари 2001 г. 17 разработчици на софтуер се срещат в курорта Snowbird,

Юта,САЩ, за да обсъдят гъвките методи за разработка. Те публикуват Манифест на гъвките методологии The Agile Manifesto [3], който дефинира подходите, сега известни като гъвки (agile) методи за разработка на софтуер. Част от авторите на манифеста създават The Agile Alliance - неправителствена организация, която насърчава разработката на софтуер в съответствие с принципите на манифеста. The Agile Manifesto се основава на дванадесет принципа [3]:

1. Удовлетворение на клиентите чрез бърза доставка на полезен софтуер;
2. Промяна в спецификациите е възможна, дори и в късните фази на проекта;
3. Често предоставяне на работещ софтуер (в периоди от седмици, а не месеци);
4. Работещият софтуер е основната мярка за напредък;
5. Устойчиво развитие, което успява да поддържа постоянно темпо;
6. Тясно, ежедневно сътрудничество между бизнес служители и разработчици;
7. Разговорите лице в лице са най-добрата форма на комуникация (съвместна локация);
8. Проектите се изграждат около мотивирани хора, на които се има доверие;
9. Непрекъснато внимание към техническо съвършенство и добър дизайн;
10. Простота - изкуството максимално количество работа да бъде пропусната без ущърб на качеството, е от съществено значение;
11. Самоорганизиращи се екипи;
12. Редовна адаптация към променящи се обстоятелства;

Между 2001 г. и 2010 г. редица индивидуални разработчици и групи правят допълнения и подобрения към този Манифест.

Гъвките методи за разработване разделят задачите на малки стъпки с минимално планиране, без да засягат дългосрочното планиране на проекта. Итерациите (етапите) стават в кратки срокове (timeboxes), които обикновено траят от една до четири седмици. През всяка итерация екипът, съставен от хора с различни функции, работи по всяка една от функциите: планиране, анализ на изискванията, проектиране, разработка,

тестване и проверка при приемане. В края на итерацията работещият продукт/софтуер се представя пред заинтересованите страни, вкл. клиентите. Така се намалява цялостния риск и проектът може да бъде адаптиран бързо към промени. Една итерация може да не добавя достатъчно функционалност, за да обоснове пускане на пазара, но целта е да получим работещо решение (с минимални грешки) в края на всяка итерация. За да се завърши даден софтуер или функционалност, могат да бъдат нужни множество итерации.

Независимо какви средства (езици, системи) за програмиране се използват, всеки екип включва представител на клиента. Той се назначава от заинтересованите страни и действа от тяхно име, като има личен ангажимент да бъде на разположение на разработчиците за отговори на въпроси, възникнали по време на дадена итерация. В края на всяка итерация, заинтересованите страни и представителят на клиента преглеждат заедно напредъка на проекта и оценяват приоритетите с оглед оптимизиране на възвращаемостта на инвестициите (ROI) и съобразяване с нуждите на клиента и целите на производителя.

Обединяващи за всички гъвкави методи за разработка са ежедневните срещи относно напредъка на проекта или т.н. стенд-ъп (stand-ups) срещи. По време на тези срещи, членовете на екипа докладват пред всички какво са направили предишния ден, какво възнамеряват да правят днес и има ли нещо, което ги възпрепятства да завършат задачите си.

Специфични инструменти и техники, като например непрекъснатата интеграция, автоматизирани xUnit тестове, програмиране по двойки, разработка чрез тестове (test-driven development), шаблони за дизайн (design patterns), дизайн според областта (domain-driven design), преработка на код (code refactoring) и други техники, често се използват за подобряване на качеството и повишаване на гъвкавостта на проекта.

В гъвкавите методологии за разработка на софтуер се използват т.н. информационни радиатори (напр. дъска с листчета) – те онагледяват физически прогреса на проекта на видно място в офиса, където всички могат

да го видят. Могат да бъдат използвани светлинни и други индикатори, информиращи екипа за текущото състояние на проекта.

## **6. Сравнение с други методологии**

Съществуващите методи за разработване на проекти варират от „адаптивни“ през „формални“ до „планиращи“ методи [4], [5].

Гъвкавите (Agile) методи/подходи попадат в „адаптивната“ част на този спектър. Всички адаптивни методи залагат на бързо приспособяване към променящата се реалност без детайлно анализиране и планиране на по-далечното бъдеще. Когато нуждите на един проект се променят, адаптивният екип също се настройва съответно на новите реалности. За разлика от тях планиращите методи за разработване се фокусират върху детайлното анализиране и планиране на бъдещето и справяне с предвидимите рискове. В идеалния случай, един планиращ екип може да даде точен списък на функционалностите и задачите, планирани в целия ход на процеса на разработка. Планиращите методи разчитат на пълен ефективен предварителен анализ и ако той се окаже погрешен, проектът може да изпита съществени затруднения и да промени посоката си на развитие. За разлика от адаптивните и планиращите методи, формалните методи прилагат информационната теория и широк спектър от подходи за формална проверка за коректност. Един формален метод цели доказването на коректност с определена степен на детерминизъм. Някои формални методи са базирани на проверка за непротиворечивост на модела и намират контра-примери в случаите, когато непротиворечивостта не може да бъде доказана. Гъвкавите методи могат да прилагат формални методи с висока степен на строгост [5].

Естествено, че адаптивните и планиращите методи могат да се комбинират при разработване на проекти.

## **7. Кратък преглед на основните гъвкави подходи**

### **7.1. Скръм (Scrum)**

Scrum е подход, използван при изготвяне и управление на големи проекти. Той е разработен с цел дългосрочното планиране на

изработването на даден продукт да бъде значимо улеснено. За разлика от типичния мениджмънт чрез контрол и командване, при Scrum се набляга на обратната връзка и се дава повече власт на хората, вършещи „черната работа“.

### 7.2. Канбан (Kanban)

Канбан е подход за управление на интелектуални дейности с наблягане на доставката/завършването точно на време, без същевременно членовете на екипа да са пренатоварени. Името произлиза от японски и буквално преведено означава „сигнална карта“. Подходът, както е формулиран от Дейвид Андерсън [1], е преход към постепенен, еволюционен процес. Използва система за ограничаване на текущата работа като основен механизъм, за да разкрива системно операционни проблеми и да стимулира взаимопомощта, с цел непрекъснато подобряване на системата.

### 7.3. Леан (Lean) или пестеливо (оскъдно) разработване

Терминът „Lean- софтуер разработване“ произлиза от едноименната книга, написана от Мери и Том Попендийк [3]. Подходът използва традиционните Lean принципи в модифициран формат, както и набор от 22 инструмента и ги сравнява с гъвкавите практики.

### 7.4. Екстремно XP програмиране

Екстремното програмиране (Extreme Programming - XP) е друг вид методология за създаване на софтуер. Основната цел на XP е да редуцира цената на проект, ако се наложи дадена промяна. Оттук се прави извода, че XP е методология, подходяща да се използва при проекти, които имат често променящи се изисквания и при които по-стандартни методологии (като Waterfall модела например) не са оптимални за постигане на голяма производителност; подходяща е при проекти, които включват нови технологии или непредвидими проблеми, свързани с имплементацията; използва се също така при по-малки и по-лесни за реализация проекти с неофициални методи; добра технология за проекти, изискващи/включващи изследване.

## 8. Подходът SCRUM по-подробно

SCRUM представлява итеративна гъвкава рамка за управление на проекти. Той е създаден през 1987г., като името произлиза от думата scrummage - “спорна топка” (англ.). Идеята е взимствана от играта „Ръгби“, в която след кратки прекъсвания за нарушения играта се рестартира отначало. Макар че подходът SCRUM е първоначално предложен за управление на проектите за разработване на продукти, той става все по-приложим при управлението на софтуерни проекти и може да бъде използван за да задвижва екипи за софтуерна поддръжка или като общ подход за проектен / програмен мениджмънт. Тази методология е променила възприятията за типичното управление на проекти, като ясно показва предимствата на гъвкавите пред последователните водопадни или „твърди“ методологии.

SCRUM-процесът се състои от отделни итерации, наречени „спринтове“ с продължителност от една до четири седмици. В края на всеки спринт, екипът създава работеща версия на прототип на продукта, която включва всички готови задачи от backlog-a.

SCRUM е разработен за тези фирми, чиято верига на стойността (изобразяваща процеса от началото до края на продукта и всяка стъпка, на която се добавя стойност) прави дългосрочното планиране на продукта доста трудно, когато изискванията към продукта се променят много бързо и често. За разлика от типичния мениджмънт чрез централизирано ръководене и контрол, тук се набляга на обратната връзка и се дава повече власт/права в ръцете на хората, които извършват операциите по процесите. Елементите, изграждащи подхода, се състоят от собственик на продукта (product owner) или гласът на клиента, SCRUM – ръководител, срещан още като “господар” (master) и разработващия екип (team). Дейностите на този екип са в неразривна връзка и зависещи една спрямо друга.

Собственикът на продукта е лицето, което организира приоритизиране на задачите, на база изискванията на клиента. Тъй като за екипа е важно, кои задачи са спешни за изпълнение и кои търпят отлагане във

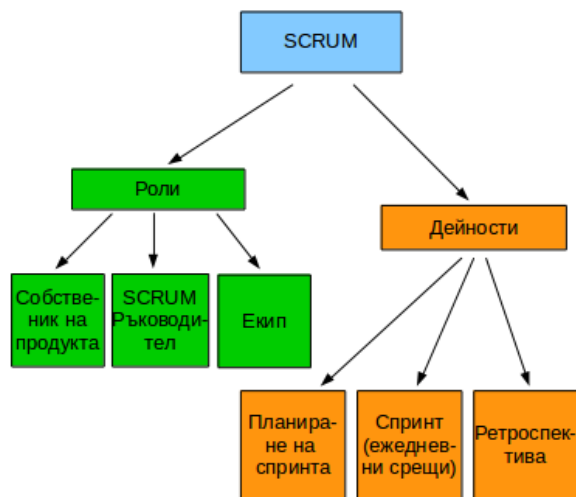


времето, приоритизирането е базова дейност при изграждане на един (софтуерен или друг) проект.

SCRUM – ръководителят е “гръбнака” на екипа. Той е отговорен за това, хората в екипа да изпълняват своите дейности спрямо поставените цели и в съответствие с методологията SCRUM.

Разработващият екип извършва така наречената “черна работа” – например анализира, разработва, тества и внедрява дадено приложение. Състои се от 3 до 9 души, които имат различни, но сходни умения и отговорности.

SCRUM процесът се състои от отделни итерации, наречени спринтове, които могат да имат продължителност от една до четири седмици. За това време, екипът създава завършени части от даден продукт. В края на всеки спринт, екипът разполага с работеща версия на продукта, която включва всички готови задачи, които са били предварително приоритизирани.



Фиг. 7 Характерни роли и дейности при SCRUM

Характерни за всеки спринт са ежедневно повтарящите се срещи, които са в рамките от 5 до 15 минути. На тези срещи се правят анализи на изминалия ден и планират действия за текущия.

Ключов принцип на SCRUM е това, че още в самото начало на проекта се приема, че изискванията няма как да са пълни, ясни и

напълно разбрани. Промените от страна на клиента са очаквани. SCRUM се фокусира върху способността на екипа да доставя бързи решения и да е готов да отговори бързо на неочакваните промени. Това е положителна черта за SCRUM, защото резките промени не могат да бъдат добре осъществени с традиционните методи.

## 9. Състояние и перспективи за приложение на подхода SCRUM в българските фирми

В България приложението на подхода SCRUM е ограничено, но набира все по-голяма популярност. Може да бъде дадена аналогия с жизнения цикъл на продукта, където подходът заема място в началото на етапа “Растеж” от своето развитие. Голяма част от фирмите извън сектора на ИКТ не го познават, в някои организации (предимно в ИКТ) подхода е в процес на обмисляне, в други на изпробване, а в трети на използване от дълго време.

Филиалите на чуждестранните (ИКТ и др.) фирми у нас отдавна използват SCRUM в своята дейност. Пример за българска фирма, прилагаща подхода SCRUM е Webventure.Ltd, занимаваща се с ИТ – консултинг повече от десет години. Фокусирайки силите си в задоволяване на вкусовете и предпочитанията на своите клиенти, организацията базира своята дейност на “гъвките” методи за управление. Използвайки стандартни подходи, не може да бъде осъзната нуждата на отделния клиент. Фирмата възприема себе си, не като доставчик на услуги, а като партньор на своите клиенти. За повече от десет години опит, в изработка на големи и малки проекти, фирмата прилага принципите на гъвкавото разработване, като това ѝ дава възможност да реагират адекватно на външната среда.

Осъществено от нас пилотно/непредставително анкетно проучване показва, че МСП, разработващи нови продукти или внедряващи нови технологии например в хранителната, мебелната, облекло и обувки и др. индустрии, са склонни да изпробват/използват подхода SCRUM, като по този начин отчетат по –добре изискванията на клиентите.

## 10. Заключение

(1)Класическите подходи за управление на проекти (водопаден и др.) не работят добре в условията на бързи промени в средата, промени в изискванията на клиентите.

(2)Семейството гъвкави AGILE подходи като SCRUM, KANBAN и др. апробирани предимно в областта на софтуерни проекти, създават добри условия за проектно управление в динамични условия и риск.

(3)Съществуват благоприятни възможности българските МСП да използват в своята практика гъвкавите подходи за проектно управление (особено SCRUM), с което полесно ще преодолеят затрудненията поради бързите промени в средата и ще повишат своята конкурентоспособност.

### За контакти:

9010 Варна, ул. “Студентска”1  
Технически университет - Варна

доц. Кирил Георгиев  
e-mail: kirilvg@gmail.com

Розалина Димитрова  
e-mail: joanica@abv.bg

## Литература:

- [1] Хенрик Книберг & Матиас Скарин, Канбан и Скръм - как да вземем най-доброто и от двете, C4Media Inc. (издателство на InfoQ.com.), 2010
- [2] Alan Moran, Managing Agile Strategy-Implementation, Organisation and People, Springer, 2015
- [3] Charles G. Cobb The Project manager’s guide to mastering agile- Principles and Practices for an Adaptive Approach, Wiley, 2015
- [4] Claude H. Maley, Project Management Concepts, Methods, and Techniques, CRC Press, 2012
- [5] Juorg Kuster etall, Project Management Handbook, Springer, 2015 .

# МОДИФИЦИРАНА СТЕРЕО ТВ СИСТЕМА ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА БИНОКУЛЯРНО ЗРЕНИЕ И ЦИФРОВА ОБРАБОТКА НА ИЗОБРАЖЕНИЯ

## MODIFIED STEREO TV SYSTEM FOR OBTAINING BINOCULAR VISION AND DIGITAL IMAGE PROCESSING

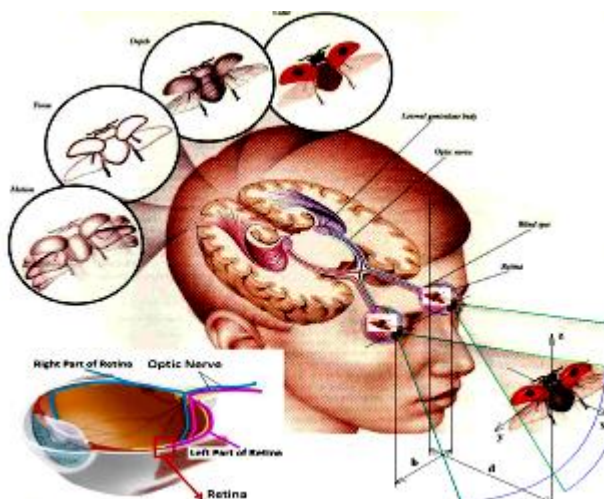
Росен П. Спиров, Георги А. Ангелов

**Резюме:** Статията представя разработка на бинокулярен модел за стерео зрение на база двойка стерео ТВИС и FPGA за цифрова обработка и съвместяване на изображения и откриване на обекти при динамични условия в реално време.

**Ключови думи:** обработка на изображения, откриване на обекти, FPGA, стерео изображения, роботика

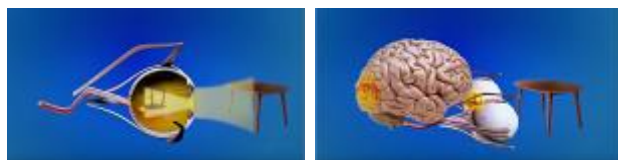
### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Анатомията на зрителния апарат на човека е обект за фундаментални изследвания от векове. В научната литература съществуват множество модели, представящи зрителната система на човека / фиг.1/.



Фиг.1.Схема на зрителната система на човека

Функционирането ѝ и днес поставя много въпроси. Анатомията на човешкото око разкрива начина и пътя на възприемане на зрителната информация, нейната обработка, анализиране и интерпретация [1].



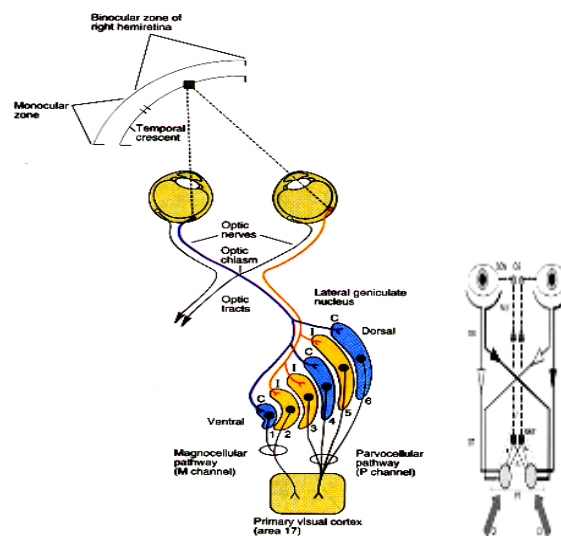
Фиг.2. Анатомия на зрителния тракт при човека

Човешкото око възприема зрителната информация като преобразува зрителните образи чрез ретината. в потоци нервни-токови импулси, предавани чрез снопа на зрителния нерв към съответните дялове



Фиг.3. Анатомия на ретината и преобразуване на зрителната информация

Обзорът е индивидуално визуално пространство с лява и дясна част. За всяка част от него отговаря за един неврон и това е неговата невронна приемна област. Зрителните сигнали от ретината достигат областта от мозъка LGN [6].

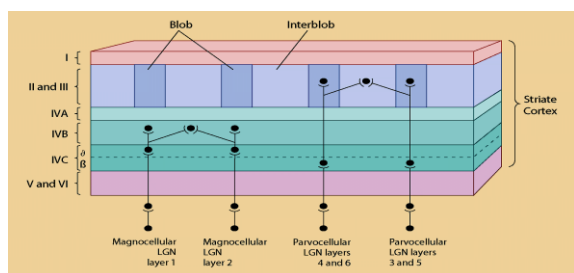


Фиг.4.Зрителен тракт и система за адаптация на очите

Тази област се състои от 6 нива, като. Вътрешните са 2 *magnocellular* и външни 4 нива- *parvocellular*. Междуслойното ниво *interlaminar* е изградено от други малки клетки - *koniocellular*. Тези слоеве приемат

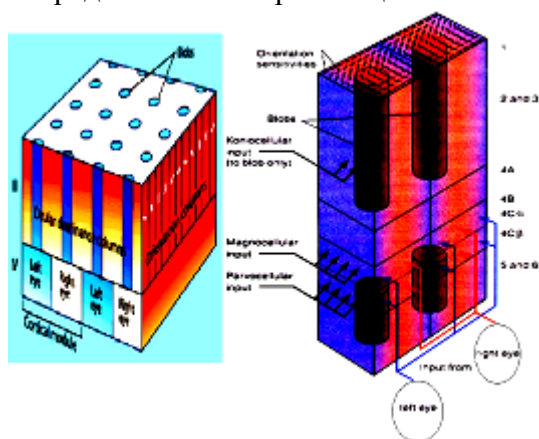
входната информация от различните типове ганглийни клетки на ретината.

Процеса на въвеждане на информация от всяко око протича с редуване към различните по вид слоеве. Първият кортиков синапсис на неврона пренася визуалната информация в средния дял на тилната лобална част на мозъка в т. н. Brodman-ова карта.



Фиг.5 Функциониране на кортиковия дял

Отделянето на М и Р пътища се извършва в кортекса. Аксоните от двата региона се терминират в слой 4 на гънките на кортекса, ако (а) терминални зони на аксоните в този слой има разклонение на всеки един и (б) Р-пътят повличащ 2-рия синапсис пренасящ информация в по-външните слоеве 2 и 3. Невроните с еднаква селективна способност се групират в колонии, според доминиращото око и предпочетената ориентация.



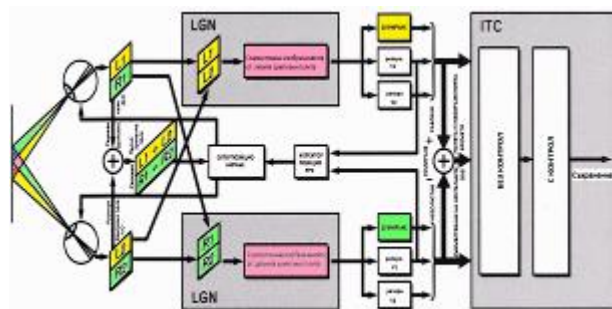
Фиг.6. Организация на Кортиковите модули

Ориентацията на колоните регулярно се пресича от блобовете. Кортиковите модули съдържат пълен набор ориентири за двете очи.

## II. Анализ и модел на бинокулярния тракт

Сензорните елементи на електронните видео системи са обикновено видео камери, които пресъздават функцията на човешките очи, а

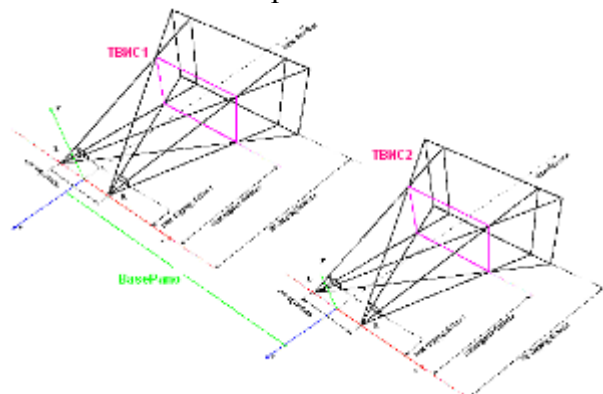
градивните блокове в определена степен имитират функцията на зрителния тракт на човека [5]. Предложената реализация на бинокулярна ТВ система следва представения бинокуларен модел на зрителния тракт на човека, представен с блок-схемата на фиг.5.



Фиг.7 Блок-схема на бинокуларен модел

На практика това представлява сдвоена двойка следящи ТВ измервателни системи с обща база и база за ляво и дясно визуално пространство.

Всяка двойка ТВИС осъществява измерване на параметрите на относителното движение на обектите спрямо себе си с помощта на стереометоди в получените изображения от двата датчика по разположението на обектите в растрите им и в последствие спрямо другата двойка стерео ТВИС анонсирайки различни стерео точки в бинокулярна система за наблюдение и контрол.

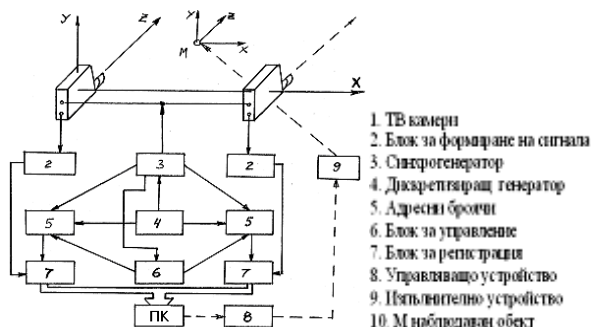


Фиг.8 Формиране на панорамно визуално поле на бинокулярната ТВИС

## III. ТЕХНИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ

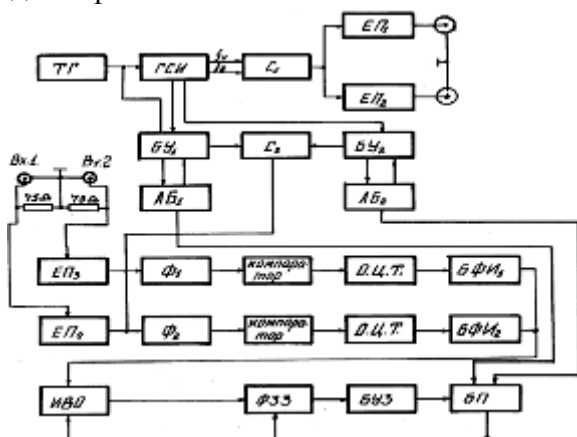
Блок-схемата на едната двойка стерео ТВИС [4], има вида от фиг.9.





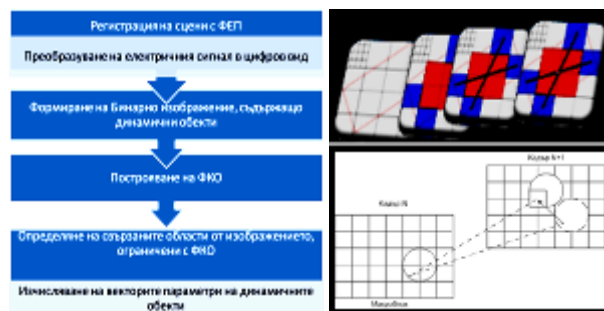
Фиг.9. Стерео ТВИС с автоматично позициониране

Синтезираната разширена блок-схема има вида от фиг. 10.



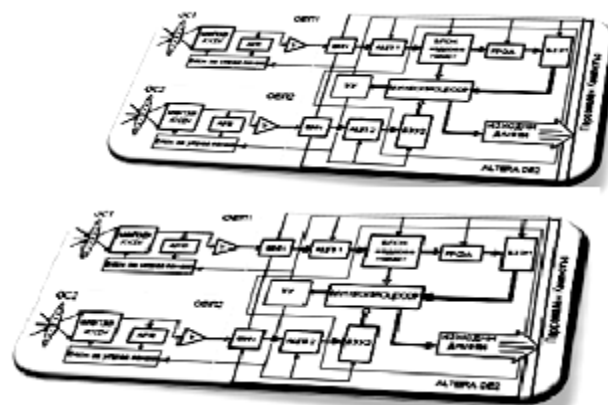
Фиг.10 Разширена блокова схема на ТВИС

Тактовият генератор /ТГ/ осигурява тактови импулси към синхронизатора и адресните броячи по хоризонтални и вертикали. Следващият блок е генератора на синхронизирани импулси /ГСИ/. В изхода му се получават сигнали за синхронизиране на двете видеокамери и импулси за управление на адресните броячи. Следва блок за селектиране на отчетите за запис и обмен на информация с ПК. В следващото стъпало се формират РСИ. В третото стъпало от редовата и полукадровата честота се получава сигнал четност на полукадъра и се формират ПКСИ. Суматорът създава комплексния синхро импулс SYNC. Логиката за селектиране на наблюдавания обект маркира попадане на елементи от изображението му в няколко от редовете на ТВ разивка, като от поредицата отчети за запис се извежда един. От маркерите на обекта се определят координатите му и се следи изменението им. Блокът за формиране на защитна зона съдържа схеми за закъснение, формиране на защитна зона и възстановяване. Алгоритъмът на работа застъпва няколко етапа [3] на цифрова обработка на изображенията, представени схематично на фиг.11.



Фиг. 11. Алгоритъм

Тези етапи на обработки анонсират архитектурата на цифровото FPGA устройство и изчисляването на параметрите на динамичните обекти.



Фиг. 12. Блок-схема на бинокулярната видео система

От ОЕП видеосигналите се преобразуват в цифров вид. От изхода на АЦП 2 кода се записва в буферно запамятаващо устройство (БЗУ2), а от изхода на АЦП1 цифровия сигнал се подава и записва в блока на кадровата памет, запомнящ  $N$  кадри. За постигане на висока скорост на обработка на данните от изображенията е необходимо извършване на паралелни изчисления в реално време [2]. Затова е използван ресурса на FPGA и периферията на борда Altera De2.

#### IV. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И РЕЗУЛТАТИ

Интересно е, да се определят пределните граници на отдалеченост и скоростта на динамичния обект. Това може да се осъществи с отчитане ъгъла на наблюдение на ОЕП и относителната отдалеченост:

$$W_0 = 2L - \operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

Минималното и максимално възможни разстояния са:

$$L_{\min} = \frac{W_0 f}{W_m}; \quad L_{\max} = \frac{W_0 f W_p}{W_m}$$

(2)

Отделяне на динамичен обект в сцената на наблюдение в присъствие на фонов шум:

$$X = \frac{X_{об} K_{сш}}{1 + K_{сш}} + \frac{X_{ц}}{1 + K_{сш}}$$

(3)

Използва се методика за определяне на  $K_{сш}$ , която:

1. Поелементно се сумират стойностите на пикселите :

$$\sum_{i=1}^m S_Y^i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}; \quad \sum_{i=1}^n S_X^i = \sum_{j=1}^m \hat{x}_{ij}$$

(4)

2. Формират се подинтервали, с промяна в последователността.

3. Определя се прагова стойност за сигнала.

4. Определят се средни стойности за сигнала и шума:

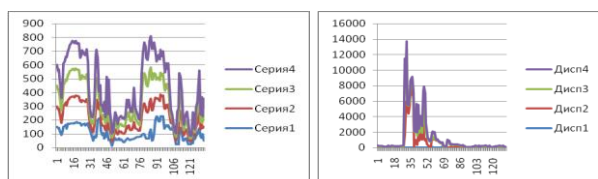
$$S_{сигнал}^X = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K S^X \geq S_N, \quad S_{шум}^X = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K S^X \geq S_{ш} \quad (5)$$

5. Определя се:

$$K_{сш} = \frac{K_{сш}^X + K_{сш}^Y}{2} = \frac{1}{2} \left[ \frac{S_{сигнал}^X}{S_{шум}^X} + \frac{S_{сигнал}^Y}{S_{шум}^Y} \right]$$

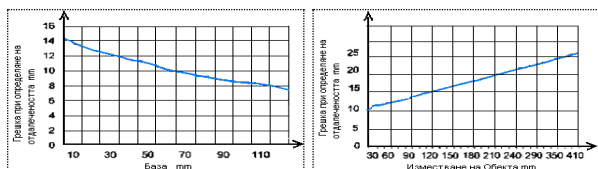
(6)

Еlegantно решение за увеличаване на стойността на  $K_{сш}$  е използване на филтъра на Калман. От фиг.13 се вижда наличие на динамичен обект в изображението при пикетите в графиките на стойностите на яркостта и дисперсията.



Фиг.13 Яркостта  $E(n)$  и дисперсията  $\sigma(n)$  за пикселите

Експерименталните данни са предоставят възможност да се направи анализ на пространствените координати на обекта и да се определи грешката при изчисляването на отдалечеността в зависимост от големините съответно на всяка от базите и отместването  $\Delta x$ , изобразени на фиг.14.



Фиг.14 Грешка при определяне на отдалечеността на обект от базата и от отместването  $\Delta x$

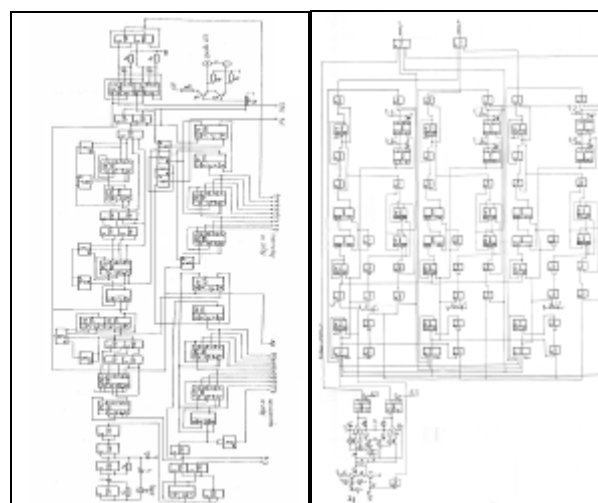
След обработката с филтъра на Калман грешката при определяне на координатите на центъра на обекта се получава по-малка от 6%.

Таблица 11. Експериментални резултати

| Вероятност за откриване |           | Вероятност за лъжлива тревога |           |
|-------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| Статич.фон              | Динам.фон | Статич.фон                    | Динам.фон |
| 0,98                    | 0,98      | 0,12                          | 0,19      |

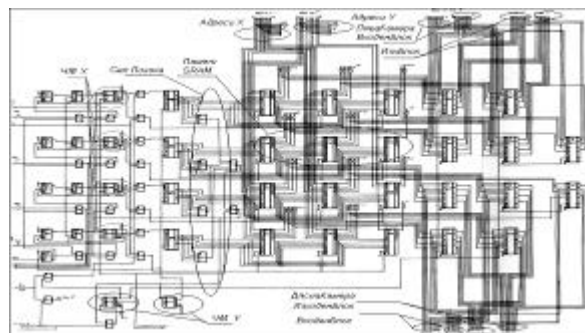
Прави впечатление че дълбочинната информативност на изображенията повишава способността за откриване на динамични обекти при динамичен фон и уверено спада вероятността за лъжлива тревога, близка вече в порядъка на статичния фон.

Всяка от двойките ТВИС на биноклярната видео система съдържа набор от входен, изходен и цифров блок за първична обработка на изображенията и калибриране на всяка ТВИС, представени с ел.схеми от следващите фигури.



Фиг.15 Изходен блок

Фиг.16 Входен блок



Фиг.17 Управляващ блок

Записът на информацията за пикселите в стереокадъра се основава на разделянето му на четен полукадър и нечетен отместен в зависимост от базата на ТВИС, респективно за другата ТВИС. Съвместяването на получените двойки стерео кадри се реализира постфактум с цифрова обработка на изображенията по пиксели за левите полукадри и десните съответно, отчитайки общата база между двете стерео ТВИС. Така полученото биноклярно визуално изображение съдържа дълбочинна информативност в перспекцията на панорамно реално обкръжаващо пространство, на базата на поэтапно съвместяване обзора на 4 ТВ камери.



**V. Заключение**

1. Предложения бинокулярен стерео модел с модифицирана стерео ТВИС е реализиран успешно.
2. Анализа на полученото първо бинокулярно визуално изображение показва панорамна информативност на изображението в дълбочина и създава визуална перспекция за реалност на наблюдаваните обекти.
3. Постигнато е съществено разширяване на динамичния диапазон на работа на оптоелектронните преобразуватели. Това чувствително повишава вероятността за откриване на обекти при динамичен фон.

Предстои следващ 2-ри етап на довършване и усъвършенстване на представената бинокулярната ТВИС, връзката и режимите на работа на FPGA борда Altera DE2, особено при съвместяване на получените двойки стерео кадри и по следващите цифрови обработки за интерпретирането им по представения анатомичен модел.

Разработката предоставя различни възможности за бъдещи допълнителни изследвания, развойна дейност и множество приложения.

**Литература:**

- [1] Alexander S.T, Adaptive Signal Processings Theory and Applications, N.Y.: Springer-Verlag 2006
- [2] Jentz B, J. Rotem, FPGA coprocessors to optimize high-performance digital video surveillance systems, 2006.
- [3] Limb J.O, J. A. Murphy, Measuring the speed of moving objects from television signals // IEEE Trans.-1975.-Vol. COM 23.-№4.-P.411-414
- [4] Мамиев Г .В. Стереотелевизионные устройства отображения информации- М: Радио и связь 2005
- [5] Быков Р.Е., Гуревич СБ. Анализ и обработка объемных изображений. М.: Радио и связь 2004.

- [6] Спиров Р, Грънчарова Н, Ангелов Г „Адаптивна Стерео ТВИС Система с FPGA“, “Метрология и Метрологично Осигуряване”, Созопол. 13-17.09.2014, ISSN 1313-9126.

**За контакти:**

д-р инж. Росен П. Спиров,  
ОУЛ по Електроника, ТУ-Варна,  
9010, Варна  
ул. Студентска № 1, 606Е,  
e-mail: [rosexel@abv.bg](mailto:rosexel@abv.bg)

Георги А. Ангелов  
ТУ-Варна, кат.ЕТМ, ФЕ,  
9010, Варна, ул. Студентска № 1,  
e-mail: [valledy@abv.bg](mailto:valledy@abv.bg)

## МОДЕЛИРАНЕ НА НАПРЕГНАТОТО СЪСТОЯНИЕ НА ВИБРОИЗОЛАТОР „PERKINS PRIMA 65”

Христо Христов, Исмаил Мехмедов

**Abstract:** Mounts Perkins Prima 65 is modeled using Solid Works 2012. Results are for stress and deformation of Vibroinsulator load with forces obtained experimentally at engine speed of rotation of the crankshaft 2500 rpm and load to the braking torque 100 Nm. Is analyzed anpregnatoto condition of the rubber element of the Mounts .  
**Key words:** vibroinsulator, modeling, stress, deformation

### 1. Въведение

Съвременните средства за моделиране разрешават сравнително бързо да се направи първоначална проверка на дизайна за наличие на евентуално преоразмеряване, за недостатъчна якост и да се потърсят възможни решения за оптимизиране на конструкцията. Подобен тип задачи, касаещи моделирани поведението на неметални еластични елементи са разгледани в [1,2, 3, 4]. Извършено е моделиране на деформационния процес на еластичния елемент на виброизолатор Perkins Prima 65 чрез COSMOSXPres на програмата Solid Works.

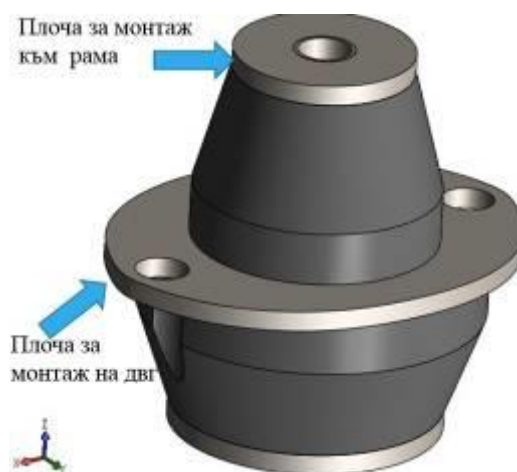
### 2. Изложение

Едно от най-важните изисквания за комфортен транспорт е минимизация на вибрациите, породени в процеса на експлоатация на автомобилните средства. За изпълнение на тези изисквания е необходимо от една страна разработване на методи и модели за числено изследване на вибрационното състояние на автомобила с възможност за отчитане на всички възбудители на вибрации, а също така и за отчитане на връзката между тях.

На базата за изследване на вибрационното състояние на двигателя с отчитане на връзката между отделните източници на вибрации е извършено прогнозно пресмятане на нивата на вибрациите. Целта на настоящото изследване е чрез сравняване на прогнозните числени резултати с такива от експериментални изследвания да се провери адекватността на разработения подход за моделиране поведението на виброизолатора. Това е предпоставка първоначални

теоретични изследвания преди създаването на нова конструкция виброизолатор, отговарящ достатъчно ефективно на експлоатационните условия и в зависимост от приоритетните нива на натоварване по различните геометрични направления, да се създаде такъв виброизолатор, който освен да отговаря на характеристиката на натоварване на материала и да позволи приблизително еднакво напрегнато състояние по съответните оси.

Обект на изследването е виброизолатор Perkins Prima 65, чийто общ вид е показан на фиг. 1. Посочени са и монтажните повърхнини.



Фиг. 1 Общ вид

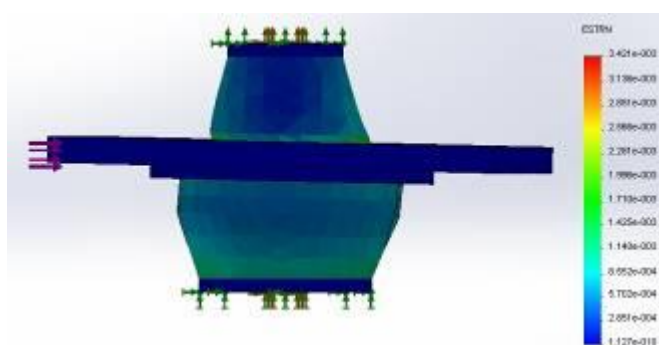
За нуждите на изследването са формулирани следните задачи:

- Създаване крайноелементно моделиране на конструкцията на виброизолатора.

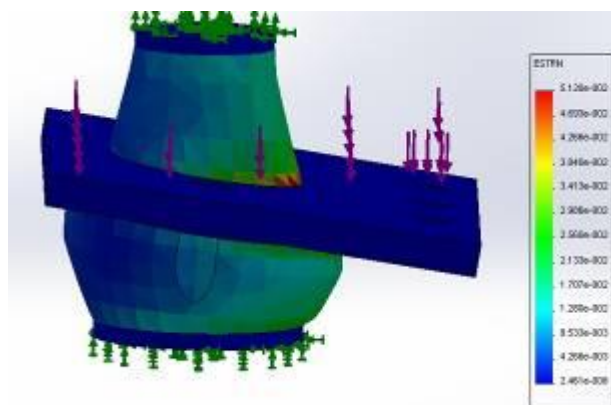
- Разработване на методика за оценка на свободните общи и местни вибрации.
- Разработване на методика за прогнозна оценка на общите и местни вибрации на автомобила възбудени от работата на двигателя.

Вследствие на получените резултати моделът на виброизолатора е натоварен чрез програмния продукт SolidWorks [5] с получените максимални натоварвания след изчисленията за всяка ос.

Прието е оста X да минава по дължината на двигателя, а оста Z е вертикална. Двигателят е закрепен в 3 точки – съответно чрез 2 задни виброизолатора, разположени напречно на двигателя и един челен от същия вид. Поради симетричното им разположение спрямо двигателя, разгледан е само единият от задните виброизолатори. Поради спецификата на натоварване и окачването на двигателя, задният виброизолатор е изследван по ос X и ос Z, предният – само по ос X. Деформационното състояние на виброизолаторите е илюстрирано по-долу, както следва: на фиг. 2 е посочена картината на деформациите на заден виброизолатор с натоварване по оста X, а на фиг.3 – деформацията по оста Z. Трябва да се отбележи, че резултатите от компютърната симулация са посочени във вида относителна деформация.

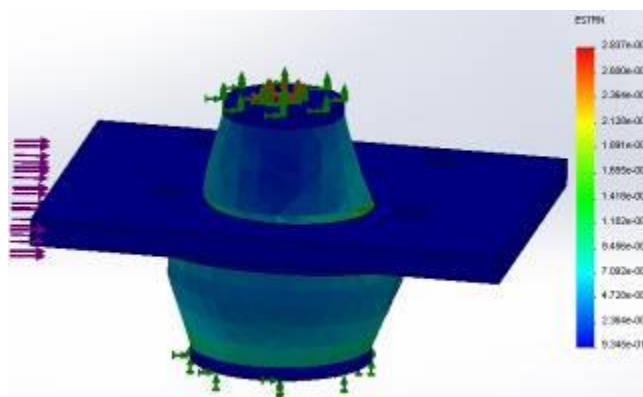


Фиг. 2. Деформации на заден виброизолатор по ос X



Фиг. 3. Деформации на заден виброизолатор по ос Z

При извършване на симулацията по ос Z е отчетено и влиянието на теглото на двигателя, което от своя страна е разпределено между трите опорни точки за монтаж на двигателя и това много ясно се подчертава във изображението на фигура 3. На фиг. 4 е показана картината на изменение на деформациите само по оста X.



Фиг. 4. Деформации на преден виброизолатор по ос X

След направеното моделиране на състоянието на виброизолаторите при съответните натоварвания, бяха визуализирани зоните с най-голяма деформация. Там респективно може да се очакват и най-големите напрежения. На базата на извършената компютърна симулация, могат да се направят и някои изводи, посочени по-долу.

### 3. Изводи

Най-голяма деформация има в зоната за монтаж на плочата към двигателя

Сравнението на прогнозните числени резултати с резултатите от експериментите показва, че е потвърдена адекватността на разработения модел.

Този подход ни дава основание да считаме, че използвания начин на моделиране може да се използва за предварителни изследвания при проектиране на нова конструкция виброизолатор, при който количеството и формата на използвания гумен материал да бъде до нивото, осигуряващо еднаква напрегнато състояние по различните оси на натоварване.

### За контакти:

9010 Варна, ул. “Студентска”1  
Технически университет -Варна

доц. д-р инж. Христо Христов,  
e-mail: [hristo.hristov@tu-varna.bg](mailto:hristo.hristov@tu-varna.bg)

инж. Исмаил Мехмедов,  
e-mail: [injittt@abv.bg](mailto:injittt@abv.bg)

### Литература:

1. Ангелов И.В. Виброизолатори. Каталог конструкции и характеристики. София, ТУ, 1993, 143 с.
2. <http://link.springer.com/>.
3. W. B. Shangguan, Engine mounts and powertrain mounting systems: a review, Journal of Vehicle Design, 49 (4) (2009).
4. Ангелов И.В., Б.Г. Овчаров. Вибрации и шум в транспортните средства. София, Техника, 1985.
5. Григоров Б., [Р. Митрев](#), SolidWorks: Практическо ръководство, Перфект консулт, 2008, ISBN: 9789545650529

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НАТОВАРВАНЕТО ВЪВ ВИБРОИЗОЛАТОР PERKINS PRIMA 65

Христо Христов, Исмаил Мехмедов, Веселин Михайлов

**Abstract:** The automotive comfort depends by the level of noise and vibrations. Different engines need different vibroinsulators with capacity to carry necessary load and to decrease vibrations. With new methodics and actual measurement devices are tested Vibroinsulators Perkins Prima 65, when the engine works with 2500 rpm and 100 Nm brake moment. They are determined the forces in a back engine vibroinsulator on longitudinal and vertical axis. The force in the central front vibroinsulator is determined on the long axis only. Graphics are drawn for the force values and damping capacity when the engine stops.

**Key words:** Vibroinsulator, Force measurement, Damping

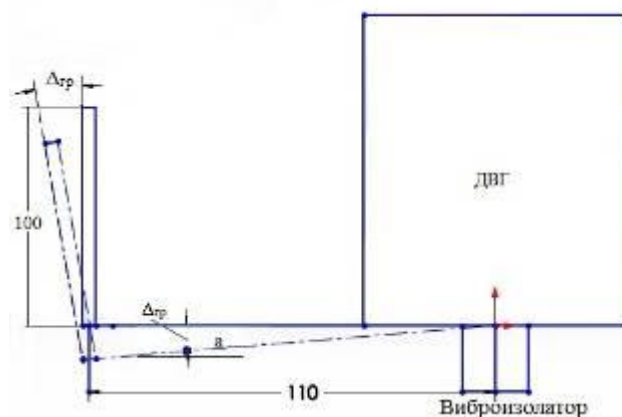
### 1. Въведение

Международната организация на труда, е въвела нови правила [2] за работата на Класификационните организации чрез въвеждане на клас „комфорт“ на автомобилния транспорт в зависимост от нивата на вибрациите в купето на автомобила предавани към водача и пътниците. Непрекъснатото повишаване на мощностите на автомобилите води до потребност от разработване на методи за оценка на тяхното вибрационно състояние. За изпълнение на тези изисквания е необходимо да се конструират виброизолатори, отговарящи оптимално, както на понасяното натоварване, така и определяне на техните демпфиращи качества. Актуално е изследването на вибрационното състояние на автомобила с възможност за отчитане на всички възбудители на вибрации, както и възможността за отчитане на връзката между тях. Твърде често се извършват лабораторни тестове на виброизолатори [1] за определяне техния коефициент на демпфиране. Според нас за работата на виброизолатора може да се съди по-точно при провеждане на експерименти с работещ двигател или провеждане на натурни изследвания. За целта са необходими както подходящи средства за измерване, събиране на данни, обработка и анализ на резултатите, така и апробирана методика за изследвания.

### 2. Общи условия за експерименталното изследване

На фиг.1. е показан общия вид на виброизолатор „Perkins Prima 65“ като са посочени и монтажните му повърхнини. Той

се състои от гумен елемент с вградена вътрешна втулка и присъединителни плочи към рамата и към двигателя. Във връзка с представения проблем, основната ни цел е разработване на модел и методика за съвременно изследване на общите и местни вибрации на автомобила, получени от експлоатацията на двигател с вътрешно горене. Изследването е проведено в Научно-изследователска лаборатория към катедра „Транспортна техника и технологии“ на Технически университет – Варна. Двигателят е с триточково закрепване, показано на фиг.2, с един преден централен и два задни странични виброизолатори, симетрично разположени спрямо двигателя. Силите във виброизолаторите са определени посредством тензо-метрични греди, монтирани по примерната схема, показана на фиг.3. Характерно за този начин на определяне на силите е това, че тензопреобразувателите се поставят сравнително лесно и се вижда непосредствено тяхното състояние.



Фиг. 3. Схема на измерване деформациите



Използвани са тензопреобразуватели BF350-3AA70-F-X1-V2 със съпротивление  $R=348,7\pm 0,1 \ \Omega$ , база с размери  $7,3\times 4,2$  мм и „К-фактор“  $2,0\pm 0,1$ [3]. За снемане и обработване на експерименталните резултати бяха използвани монтажна шина и 4 канален измерителен модул 9237 NI със следните параметри: максимална честота на дискретизация  $50 \text{ kS/s}$  за всеки канал; 24-bit резолюция; възможност за свързване на половин и пълен мост; работен диапазон  $-40^0$  C до  $70^0$  C. За целта бе използван и съответния софтуер LabView.

### 3. Експериментално определяне големината на силите във виброизолатора

Силата върху тензометричната гредка се определя по зависимостта

$$F = \frac{\varepsilon \cdot E \cdot b \cdot h^2}{2 \cdot 6 \cdot L[N]}, \quad (1)$$

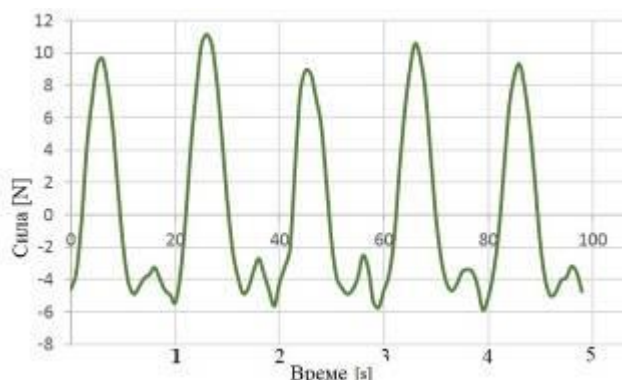
където  $E$  - модул на еластичност на гредката;  $b$  – ширина на гредката;  $L$  – разстояние от средата на измерителната база на датчика до зоната на закрепване на гредката;  $h$  - дебелина на гредката;  $\varepsilon$  – относителна деформация.

Твърдата връзка между рамата и тензометричната гредка позволява чрез измерване деформацията на гредката и определяне на силата  $F$ , която я предизвиква, пропорционално да определим силата  $F_v$ , действаща във виброизолатора по зависимостта

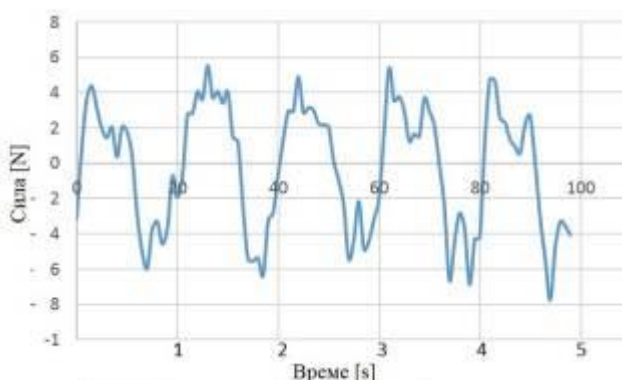
$$F_v = F \frac{\tan(\alpha)}{\tan(\beta)}, \quad (2)$$

където  $\alpha$  е означен ъгъл на завъртане на тензометричната гредка, а с  $\beta$  – ъгъл на отклонение на рамата. Силите в задните виброизолатори са определени при условия, че тензометричната гредка е монтирана на разстояние 100 мм от средата на двигателя и височина до измерителната база на тензопреобразувателя 80 мм, а тези в предния централен съответно 110 мм от челната повърхнина и на височина 100 мм. Експерименталните изследвания са проведени при скорост на въртене на вала на двигателя  $2500 \text{ min}^{-1}$  и натоварване от спиратката 100 [Nm]. След съответна обработката на сметите резултатите се получават следните графични

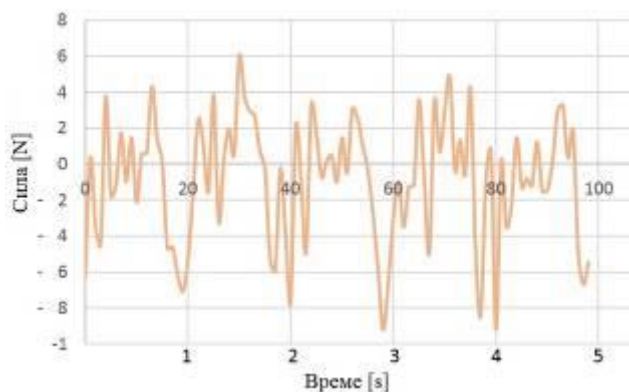
изображения за стойностите на силите във виброизолаторите. Прието е условно означение на осите, по които са направени измервания, както следва: по ос  $X$  се измерва деформацията напречно на двигателя, а по ос  $Z$  - деформацията по вертикала. Резултатите за силите върху заден виброизолатор са посочени на фиг. 4 по ос  $X$  и на фиг. 5 – по ос  $Z$ .



Фиг. 4. Натоварване по ос  $X$  на заден виброизолатор



Фиг. 5. Натоварване по ос  $Z$  на заден виброизолатор



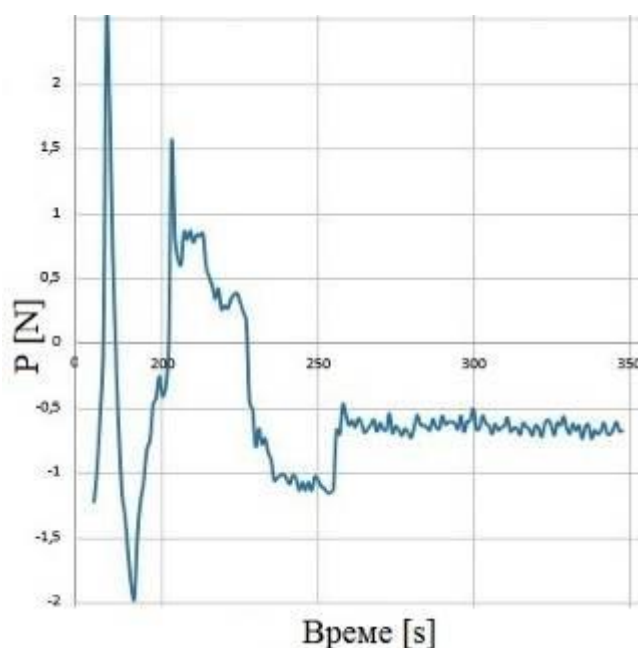
Фиг. 6. Натоварване по ос  $X$  на преден виброизолатор



Относно изследването на силите в централния преден виброизолатор бе решено да се извърши измерване само по ос X, тъй като това беше съществено натоварване. Резултатите от измерванията за него са показани на фиг. 6. Всички резултати са обобщени по долу.

| Виброизолатор - ос | Натоварване [N] |
|--------------------|-----------------|
| заден - по ос X    | 30              |
| заден - по ос Z    | 458             |
| преден – по ос X   | 20              |

В хода на експеримента бе снета и графиката, илюстрираща демпфиращата способност на виброизолатора при прекратяване на горивния процес на двигателя. Тя е посочена на фиг.7.



Фиг. 7 Гасяща способност на виброизолатора

На базата на горепосочените резултати може да се направят следните изводи.

#### 4. Изводи:

1. Създадена е методика за експериментално изследване на силите във виброизолатор при експлоатационно натоварване на двигателя с вътрешно горене.

2. Определени са силите във виброизолатор „Perkins Prima 65“ при скорост на въртене на колянвия вал  $2500 \text{ min}^{-1}$  и спирачен момент 100 Nm.
3. Посредством резултатите за силите във виброизолатора е илюстрирана неговата демпфираща способност.
4. На базата на направените експерименти може да се изследват нови конструкции виброизолатори.

#### Литература:

1. Ангелов И.В. Виброизолатори. Каталог конструкции и характеристики. София, ТУ, 1993, 143 с.
2. <http://link.springer.com/>.
3. W. B. Shangguan, Engine mounts and powertrain mounting systems: a review, *Journal of Vehicle Design*, 49 (4) (2009).
4. Григоров Б., Б.Г. Овчаров. Вибрации и шум в транспортните средства. София, Техника, 1985.
5. Полихронов Г., И.Ангелов, Д.Кожухаров Метод и изследване на динамичната характеристика и демпфиращите качества на виброизолатори, НС «ВМЕИ Ленин- 83» - 12-14.10.1983г.-София
6. L. R., Wang, J.-C. and Lu, Z. H. and Hagiwara, I.(2007). Finite element based parameter estimations for characteristic simulation model of hydraulically damped rubber mount for vehicle engine. Proc. I MECH Part D, J. Automobile Engineering 221, 10, 1273–1286.
6. Jeffrey Y. Weyon. LabVIEW PROGRAMMING, DATA ACQUISITION AND ANALYSIS 2008.

#### За контакти:

9010 Варна, ул. “Студентска”1  
Технически университет -Варна

доц., д-р инж. Христо Христов,  
e-mail: hristo.hristov@tu-varna.bg

инж. Исмаил Мехмедов  
e-mail: injittt@abv.bg

**МЕТОДИ ЗА УПРАВЛЕНИЕТО НА РИСКА, ПОДПОМАГАЩИ НЕПРЕКЪСНАТОТО  
ПОДОБРЕНИЕ НА УПРАВЛЕНИЕТО НА КАЧЕСТВОТО В МСП**  
RISK MANAGEMENT METHODS, LEADING TO CONTINUAL IMPROVEMENT OF  
QUALITY IN SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES

**Паолина Политова**

**Резюме:** Съществуват множество методи за управление на риска, част от тях са препоръчани от стандарта БДС EN ISO 31010:2011 за употреба в различни ситуации. Поради голямата свързаност между управлението на риска и управлението на качеството е възможно част от тях да се прехвърлят и успешно да се използват за непрекъснато подобрене на дейността на организациите. Подбраните методи са сравнително лесни за внедряване и затова са подходящи за употреба от МСП. В настоящата статия ще бъдат предложени няколко метода, чието използване от ръководствата на МСП би могло да доведе до непрекъснато подобрене на качеството на дейността на организацията.

**Ключови думи:** HACCP, HAZOP, FMEA, риск, управление на качеството, управление на риска

**Keywords:** HACCP, HAZOP, FMEA, risk, risk management, quality management

## **I. Въведение**

Рискът, съществуващ във всички дейности на организациите, директно влияе на представянето на предприятията. Това определя нуждата да бъде управляван. Важността на модерното управление на риска, което включва холистичният подход, е широко възприето във всички сфери на индустрията. Въпреки това множество пречки влияят на Малките и средни предприятия (МСП) да въведат принципите за управление на риска в организациите с холистична перспектива. В резултат на това МСП често не предприемат активни действия за управление на рискове, което влияе негативно върху тяхната ефективност. За да се подобри успеваемостта на МСП, особено имайки предвид тяхното влияние върху устойчивото развитие на регионалната икономика, в настоящото изследване се предлага модел на управление на риска, който значително ще намали излагането на риск на МСП, като осигури устойчивост и конкурентоспособност.

## **II. Управление на риска**

Рискът се определя от нивото на несигурност, тъй като то влияе на постигането на организационните цели. Това определя необходимостта за структуриран организационен процес, при който рисковете са управлявани ефективно. Ръководствата на МСП, като цяло, трябва да се заемат с идентификацията на подходящ подход за

класификация и оценка на рисковете за постигане на оптимални резултати.

Един добре развит процес за управление на риска, обикновено се състои от няколко основни стъпки. Първата е свързана с планиране на процеса, формиращо основата, където се определят целите и задачите, които ще бъдат използвани при измерването на адекватността. Следва идентификация, основана на количествени и качествени техники за определяне на рисковете. Оценката на рисковете се извършва на различните организационни нива, в зависимост от честотата на възникване и значимостта им. Това подпомага приоритизирането на рисковите фактори и определянето на важността им за организацията. Изборът на опции за минимизиране на риска обхваща следващата стъпка от процеса. Трябва да се вземат информирани решения, свързани с различните варианти за реакция като избягване на риска, приемане на риска, трансфер на риска и минимизиране на риска. При последната стъпка, мониторинга, се измерва ефективността на процеса, обхванат от рамката на управление, като се вземе под внимание постоянно променящата се вътрешна и външна организационна среда и последствия от нея върху дейностите на организацията.

Приносът на МСП към икономиката на България, може да бъде приблизително

изчислена на около 22%[3]. Въпреки, че големите предприятия изграят главна роля при определяне на приноса към БВП, МСП осигуряват голяма част от делът на заетите лица – приблизително 75% или 1 500 000 души[1].

Североизточният район на планиране е на четвърто място спрямо дял на осигуряване на заетост от МСП в страната с 12,3%. Предприятията имат предимно положителен изглед за развитие със изпреварващ прираст на приходите или поне съпоставим с прираста на разходите [1].

Анализите показват, че липсата на бизнес умения сред предприемачите е основен недостатък, което показва нуждата от допълнително обучение на собствениците на МСП. Това също така е и един от факторите пречещи на растежа на МСП [2] Липсата на основни бизнес умения сред управителите и собствениците на МСП определя нуждата от развитието и използването на управленски механизми за определяне значимостта на рисковите събития в МСП, като по този начин се допринася за тяхната устойчивост.

Процесът на управление на риска се състои от следните подпроцеси, съгласно БДС EN ISO 31000:2011[4]:

**Стъпка 1: Обмен на информация и консултиране** – обменът на информация и консултирането с вътрешните и външните заинтересовани страни трябва да се осъществява на всички етапи от процеса на управление на риска. Затова планове за тази дейност е необходимо да се изготвят на ранен етап. Обикновено екипът възприема съвещателния подход.

**Стъпка 2 Установяване на обстоятелствата** – организацията трябва ясно да изрази своите цели, да определи вътрешните и външни параметри, които трябва да бъдат отчетени при управление на риска, да се определи областта на приложение и критериите за риск.

**Стъпка 3 Оценяване на риска** – оценяването на риска е цялостният процес на идентификация, анализ и преценяване на риска.

**Стъпка 3.1 Идентификация на риска** – идентификацията на риска включва определянето на източниците

на риск, областите на въздействие, събитията, както и техните причини и потенциални последствия.

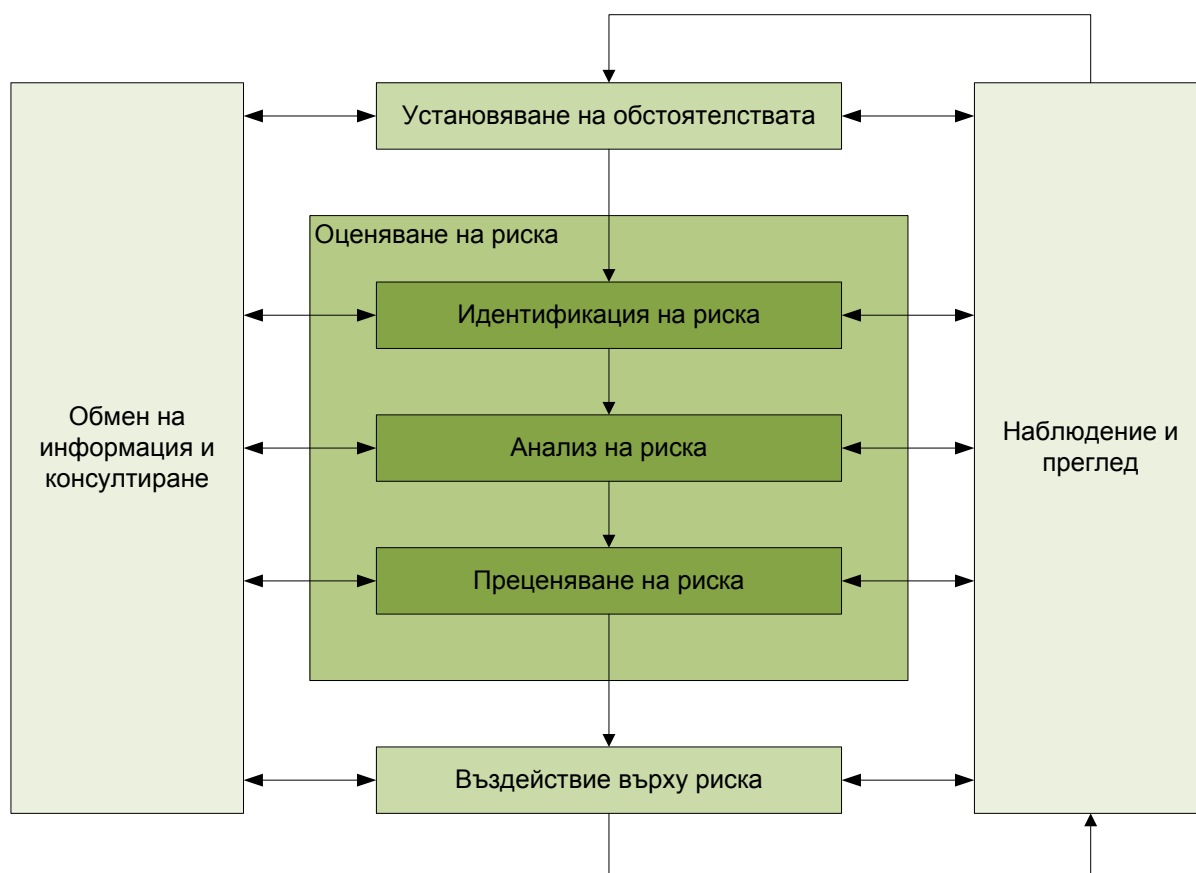
**Стъпка 3.2 Анализ на риска** – включва отчитането на причините и източниците на риск, на техните положителни и отрицателни последствия и на възможността тези последствия да настъпят. Трябва да бъдат идентифицирани и факторите, които влияят върху последствията и тяхната възможност.

**Стъпка 3.3 Преценяване на риска** – включва сравняването на нивото на риска, определено по време на процеса на анализ на риска с критериите за риска, разработени по време на установяване на обстоятелствата. На базата на това сравнение е възможно да се проучи необходимостта от въздействие върху риска.

**Стъпка 4. Въздействие върху риска** – включва избор и внедряване на една или повече възможности за изменение на риска. Възможностите за въздействие върху риска не са непременно взаимно изключващи се или подходящи за всякакви обстоятелства. Те могат да включват:

- a) Избягване на риска чрез решение да не се започва или продължава дейността, която поражда риск;
- b) Поемане или нарастване на даден риск с цел да се постигне благоприятна възможност;
- c) Премахване на източника на риск;
- d) Изменение на възможността;
- e) Изменение на последствията;
- f) Споделяне на риска с друга или други страни;
- g) Поддържане на риска, основано на аргументиран избор.

**Стъпка 5 Наблюдение и преглед** – наблюдението и прегледът трябва да бъдат планирани като част от процеса за управление на риска и да включват контрол или редовно наблюдение. Контролът може да бъде периодичен или според конкретният случай.



Фигура 1 Процес на управление на риска

Източник: БДС EN ISO 31000:2011[4]

### III. Подходящи методи за управление на риска, водещи до непрекъснато подобрене на качеството в МСП

Имайки предвид особеностите на управлението на риска може да бъдат избрани няколко метода, които са особено подходящи за използване на управленско ниво в МСП, така че да се подпомогне непрекъснатото подобрене на качеството:

- Анализ на сценариите
- Анализ на появяването на дефекти и на последствията от тях – FMEA
- Многокритериен анализ на решенията

На ниво производство биха били подходящи следните методи:

- Анализ на появяването на дефекти и на последствията от тях – FMEA – подходящ е за почти всички видове производствени дейности;
- Анализ на опасностите и контрол на критичните точки (НАССР) –

подходящ е предимно за хранително-вкусовата промишленост;

- Оценяване на рисковете за околната среда – производства, при които съществува опасност от замърсяване на околната среда;
- Изследване на опасностите и работоспособността (HAZOP) – при оценяване на безопасността на работното място

### III. Изводи:

1. Използването на предложените методи ще осигури количествените данни, на базата на които ще могат да се взимат обосновани решения за необходимите действия за подобрене на СУК;
2. Всички предложени методи позволяват ранжиране на рисковете, като по този начин може лесно да се

определят най-значимите от тях, за които трябва да се предприемат превантивни действия;

3. Методите са сравнително лесни за използване, след кратко обучение, от неспециалисти, което ще улесни внедряването им в МСП;

**Използвана литература:**

- [1] Изпълнителна агенция за насърчаване на малките и средните предприятия, Анализ на състоянието и факторите за развитие на МСП в България : 2012-2013г., София, 2013г., ИАНМСП
- [2] Изпълнителна агенция за насърчаване на малките и средните предприятия, Изследване на предприемачеството и перспективите за развитие на иновациите в МСП: 2012-2013г., София, 2013г., ИАНМСП
- [3] Министерство на икономиката и енергетиката, Годишен доклад за състоянието на МСП в България, специално издание, София, 2006, Министерство на икономиката и енергетиката.
- [4] Международна организация по стандартизация, БДС EN ISO 31 000:2011 Управление на риска. Принципи и указания., 2011, София, БИС

**За контакт:**

инж. Паолина Политова  
Технически университет- Варна, кат. ИМ  
Варна, 9010,  
Ул. Студентска №1  
e-mail: paolina.politova@mail.bg

## ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА МЕТОДА FMEA ЗА НЕПРЕКЪСНАТО ПОДОБРЕНИЕ НА УПРАВЛЕНИЕТО НА КАЧЕСТВОТО В МСП В БЪЛГАРИЯ POSSIBLE IMPLEMENTATION OF THE FMEA METHODOLOGY

Паолина Политова

**Резюме:** В настоящата статия ще бъдат разгледани възможностите за използване на методиката FMEA за непрекъснато подобрене на управлението на качеството в МСП в България. FMEA има широко приложение при управлението на риска, което от своя страна води до подобрене на качеството на дейността. Сравнително лесният начин на внедряване на метода и малката необходимост от ресурси обуславят особената му приложимост от МСП. Правилното използване на FMEA може да доведе до значително понижаване на рисковете и съответно повишаване на качеството на организациите.

**Ключови думи:** FMEA, непрекъснато подобрене, риск, управление на качеството, управление на риска

**Keywords:** continual improvement, FMEA, risk, risk management, quality management

### I. Въведение

FMEA е превантивен метод за осигуряване на качеството на продуктите/услугите и процесите, който се основава на намаляване на ефекта от грешките чрез систематичния им анализ с цел откриване на причините, които ги поражда.

FMEA анализ може да се прилага във всички случаи, когато е признат за целесъобразен при предотвратяването или отстраняване на грешки и несъвършенства на продукта/услугата и/или процеса.

FMEA анализ е целесъобразно да се провежда, в случаите когато:

- Дълбочината на Ишикава диаграма е над три нива,

- Невъзможност за ранжиране влиянието на отделните фактори по диаграмата.

FMEA анализ се препоръчва да се прилага при:

- Нови продукти/услуги или изменение условията на експлоатация им, изискванията на клиента, при модернизация на технологичните процеси и др.

- приемането на решения по отношение на несъответстваща продукция в икономически обосновани случаи;

- разработка на документи (фирмени стандарти) и други документи,

### II. Описание на метода

Методиката на FMEA по своята същност представлява технология за анализ на

възможностите за възникване на дефекти (грешки) и тяхното влияние върху крайния потребител. FMEA се провежда при проектиране на продукти и процеси с цел намаляване (ограничаване) на риска от допускане на потенциални дефекти при потребителя[5].

FMEA анализа позволява да се намалят загубите и да се ограничи риска за възникване на потенциални дефекти. Също така FMEA позволява да се определят дефектите, обуславящи най-голям риск при потребителя, да се определят потенциалните причини за тях и да се разработят коригиращи мероприятия за тяхното отстраняване, както и причините за тяхното проявяване и по този начин предотвратяване на загубите.

Най-често FMEA анализа се провежда за нови продукти или процеси. FMEA анализа на продукт разглежда рисковете, които възникват при външния потребител, а FMEA анализа на процес – при вътрешния потребител. FMEA анализ на процеси може да се провежда за[5]:

- Производствени процеси;
- Процеси за управление;
- Процеса на експлоатация на продукта от потребителите.

#### 1. FMEA анализ на продукт

FMEA анализът е основно средство за анализ и оценяване на риска при управление и осигуряване на качеството на произвежданите изделия, отговарящи на поставените



изисквания от пазара, регионалните и международни стандарти.

FMEA анализ на продукт може да се провежда както за разработващ се така и за съществуващ.

На етапа “доработка на продукта” преди утвърждаването или при усъвършенстване на съществуващия, FMEA анализа решава следните задачи[5]:

- Определяне на “слабите” места на продукта и приемането на мерки по тяхното отстраняване;
- Получаване на сведения за риска от отказ на алтернативните и предложени варианти на продукта;
- Доработване на продукта до най-приемлив вариант от гледна точка на технология, удобство за обслужване, надеждност и др.
- Намаляване на скъпоструващи експерименти

## **2. FMEA анализ на производствен процес**

Провеждането на FMEA анализ започва от етапа на техническа подготовка на производството и завършва до монтажа на производственото оборудване. Цел на FMEA анализ на процеса на производство се явява осигуряване изпълнението на всички изисквания по качеството на планирания процес на производство и събирането по пътя на внасянето на изменения в плана на процеса за технологични действия с повишен риск.

На етапа на разработка на производствения процес преди неговия пуск или при неговото усъвършенстване FMEA анализа решава следните задачи[5]:

- Откриване на “слабите” места на технологичните процеси и приемане на мерки по тяхното отстраняване при планиране на производствения процес;
- Приемане на решения за пригодността на предложени и алтернативните процеси и оборудване при разработка на технологичните процеси;
- Доработка на технологичния процес до най-приемлив вариант от различните гледни точки, а именно надеждност, безопасност на труда (персонала), откриване на потенциално дефектни технологични операции и др.;

- Подготовка на непрекъснатото производство при определените условия на производство и технологично оборудване.

## **3. FMEA анализ на процеси на управление**

Цел на този вид анализ се явява осигуряване качеството на изпълнение на планирания бизнес-процес. Откриването в хода на анализа на потенциални причини за дефекти и несъответствия ще позволят макар и на “чернова” да се определи защо системата е неустойчива. Дефинираните коригиращи мероприятия задължително трябва да предвиждат внедряване на статистически методи за регулиране, на първо място за тези операции, за които е определен повишен риск.

## **4. FMEA анализ на процеса на експлоатация на продукта от потребителите**

FMEA анализ на този процес е удобно да се провежда на етапа на разработване на концепция за продукта преди провеждането на FMEA анализ на продукт.

Цел на анализа се явяват откриването на потенциалните дефекти (грешки) на продуктите, предизвикващи най-голям риск за потребителите и внасянето на изменения в характеристиките, които биха позволили снижаването на този риск. Този анализ служи за формиране на изисквания към характеристиките на продукта, обезпечаващи безопасността и удовлетвореността на потребителя, т.е. подготовка на изходни данни както за процеса на разработване, така и за последващия FMEA анализ[5].

Етапи на провеждане на FMEA анализ  
FMEA анализа включва три основни етапа:

- Избор на обект за анализ и построяване на компонентен, структурен, функционален и поток модел на обекта за анализ;
- Изследване на модела
- Разработване на предложени по усъвършенстването на обекта за анализ.

## 5. Оценка на риска

### ➤ Определяне на потенциалните грешки

Определят се **потенциалните грешки** за всеки елемент на модела на обекта. Тези грешки обикновено са свързани с неизпълнение на неговото функционално предназначение (разрушаване, загуба на характеристики и свойства и др.), с неправилно изпълнение на неговите функции (недостатъчно качество, ниска производителност и др.) или с вредни за елемента функции.

### ➤ Определяне на потенциалните причини за грешките

За тяхното определяне може да се използва диаграмата на Ишикава, която се построява за всяка една функция на обекта, свързана с появяването на грешките.

При определянето на потенциалните причини за грешките следва да се има предвид, че повечето реални системи не следват простия модел Причина-Ефект. Една причина може да има много на брой ефекти. Комбинация от причини може да води до един или много на брой ефекти. Причините могат сами да имат причини и ефектите могат да имат последващи ефекти.

### ➤ Определяне на потенциалните последствия от грешките

Потенциалните последствия от грешките се изразяват в не осигуряване на изходните характеристики и свойства на продукта или процеса. Това на практика води до неудовлетворяване на изискванията на крайния потребител и до невъзможност на продукта/процеса да изпълнява своето функционално предназначение.

### ➤ Определяне на възможностите за контрол на проявяване на грешките

Определя се възможността за откриване на грешката преди настъпването на последствията, в резултат на предвидените мероприятия за контрол, диагностика и др.

### ➤ Определяне на параметъра за честота на възникване на грешката (P)

Параметърът (P) представлява експертна оценка по десетобалната система на вероятността за появяване на всяка една причина за грешката, предвид на досегашните мероприятия за предотвратяване. Най-висока оценка се поставя в случаите, когато

честотата на проявяване на грешката е по-голяма от 25%[5].

Приема се, че грешката и причините за грешката не се откриват преди продукта да достигне до клиента.

Значимостта на грешките не влиза в оценката.

### ➤ Определяне на параметъра на значимост на последствията от грешките за потребителя (I)

Параметърът (I) представлява експертна оценка по десетобалната система на влиянието на грешките върху клиента, с оглед на предварителните мероприятия за ограничаване на тяхното въздействие. Най-висока оценка се поставя в случаите, когато обекта не е в състояние да изпълнява своето функционално предназначение[5].

Оценката е независима от вероятността за появяване и откриване на грешките.

### ➤ Определяне на параметъра за вероятността за откриване на грешката (D)

Параметърът (D) представлява експертна оценка по десетобалната система на вероятността за откриване на грешките, преди продукта да е достигнал до клиента е независимо от тяхното проявяване и значимост. Най-висока оценка се поставя за т. нар. “скрити дефекти”, които не могат да бъдат открити преди настъпване на последствията[5].

### ➤ Определяне на рисковото число RPN

Чрез рисковото приоритетно число (RPN) се определя размера на риска – той показва съотношението между причините за възникване на дефекта. Каквато е стойността на RPN, такъв е и риска.

Стойността на RPN се определя като произведение на коефициентите за проявяване (P), значимост (I) и откриваемост (D) на грешките:

$$RPN = P * I * D$$

Това пресмятане се провежда за всички причини за грешките.

Рисковите приоритетни числа се явяват изходен пункт при определяне на последователността на предстоящите за провеждане подобряващи мероприятия за минимизиране на риска. Грешката с най-високо рисково приоритетно число  $RPN \geq$

(100..120) подлежи на отстраняване в първата фаза на FMEA анализа.

Освен това трябва, независимо от RPN, да се разглеждат също поотделно:

- Висока стойност на “P”: Грешката се проявява често. Такава грешка трябва да се открива с предимство (своевременно);

- Висока стойност на “I”: Очакваното неудовлетворение от страна на клиентите е особено голямо. Трябва да се обмислят промени в концепцията;

- Висока стойност на “D”: Трябва да се обърне внимание на потенциално слабите места.

### **III. Възможности за използване на методиката FMEA за непрекъснато подобрене на качеството на МСП**

Собствениците на МСП в СИР на България не са достатъчно добре запознати с начините за оценяване на рисковите фактори, които влияят на бизнес средата, в която работят. Те не приоритизират рисковите фактори, спрямо тяхната значимост и вероятност, което води до предприемането на неефективни контролни действия за управление на тези рискове. Реализирането на тези рискове води до негативни последици за засегнатите фирми, което се вижда от сравнително високият процент (35 до 50%) на фалирали МСП в Р. България[1], както и в големият процент на собственици на предприятия, които се страхуват да не изпаднат в несъстоятелност (от 43 до 68%)[2,3,4]

Приноса на МСП към регионалната икономика не трябва да се пренебрегва. Изследванията показват, че МСП, особено в Западна Европа и Япония, са основен фактор, допринасящ за развитието на регионите. Също същото би трябвало да е вярно и за българските МСП. Те се развиват в много и разнообразни сфери на бизнеса, но се нуждаят от по-добра институционална подкрепа. България е приела редица документи, които имат отношение към стимулиране на предприемачеството, но няма единен документ или единна стратегия за консолидиране на различните инициативи в това отношение [4].

Развитието на гъвкав интегриран модел за управление на риска, изграден според нуждите на МСП ще помогне при разработването на успешни нормативни документи. Също така МСП ще могат по-лесно да идентифицират и управляват техните рискови характеристики. Тази система ще доведе до подобряването на управлението на МСП, както и до събирането и анализът на специфична за МСП информация, която подпомага създаването на ефективни политики за МСП.

Методът FMEA е особено подходящ да се използва за изграждането на тази интегрирана система за управление поради следните причини:

- Осигуряването на качествена и количествена информация за методите за анализ, позволява да се взимат обективни и обосновани решения, касаещи управлението на качеството в МСП;

- Дава информация за причините за отказите и последствията от тях за системата като цяло, което улеснява определянето на коригиращи и превантивни действия;

- Дава възможност да се състави база данни на видовете откази, което от своя страна улеснява специалистите по УК да разработят процедури, за тяхното избягване.

### **IV. Изводи**

1. Методът FMEA е подходящ за използване при вземане на управленски решения, базирани на оценката на риска;

2. Методът е сравнително лесен за внедряване в дейността на организациите, което го прави особено подходящ за МСП;

3. Необходимите ресурси за внедряване на метода, при правилното му използване, не са извън възможностите на по-голяма част от МСП в България

4. На базата на изложените изводи се предлага разработването на модел на система за управление на риска, базирана на метода FMEA, която да осигури непрекъснатото подобрене на СУК на МСП. Обосновано е използването на метода FMEA на управленско ниво, като на производствено ниво се препоръчва използването на спомагателни методи.

#### **Използвана литература:**

[1] Национален статистически институт, Демографско развитие на малките и средни предприятия в България през периода 1995-2001г., 2002, София, Национален статистически институт

[2] Изпълнителна агенция за насърчаване на малките и средните предприятия, Анализ на състоянието и факторите за развитие на МСП в България : 2011-2012г., София, 2012г., ИАНМСП

[3] Изпълнителна агенция за насърчаване на малките и средните предприятия, Анализ на състоянието и факторите за развитие на МСП в България : 2012-2013г., София, 2013г., ИАНМСП

[4] Изпълнителна агенция за насърчаване на малките и средните предприятия, Изследване на предприемачеството и перспективите за развитие на иновациите в МСП: 2012-2013г., София, 2013г., ИАНМСП

[5] Международна организация по стандартизация, БДС EN ISO 31 000:2011 Управление на риска. Принципи и указания., 2011, София, БИС

#### **За контакт:**

инж. Паолина Политова  
Технически университет- Варна,  
кат. ИМ  
Варна, 9010,  
ул. Студентска, №1  
e-mail: paolina.politova@mail.bg

**АНАЛИЗ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ВЪВЕЖДАНЕ НА „ЕДИННА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ПОТОКА ОТ ТОВАРНИ АВТОМОБИЛИ В ГРАД ВАРНА**  
**ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES FOR INTRODUCING**  
**"SINGLE USER GUIDE FOR MANAGING THE FLOW OF TRUCKS IN VARNA"**

**Здравко Свиленов**

**Abstract:** The supply of grain freight cars in the port of Varna is associated with a great loss of time, stay trucks, large tudnosti the approach of lorries delay their crossing points for sampling and checking the quality of the grain. The design and construction of a unified management system of goods and supplies in the region of Varna will lead to avoidance of complicated transport situation in the region and normal movement of trucks to ports.

**Key words:** cargo flow, ports, grain cargoes, system, road junction.

## **1. Въведение**

Зърнените товари за морските пристанища на България са основен обем от товарооборота и е необходимо да се подходи стратегически и управленски за изграждане на съвременни транспортни системи у тяхното гладко функциониране в заобикалящата я градска среда. Организирането на доставките на зърнени товари с автомобили в района на пристанищата на град Варна е свързано с много непредвидени трудности, увеличен престой, големи трудности при подхода на натоварените товарни автомобили, голямо забавяне при тяхното преминаване през пунктовете за вземане на проби и проверка качество на зърното.

Пристанитещата обработващи насипни зърнени товари разположени в чертите на град Варна са:

Пристанище “Варна Изток”

Пристанище “ПЧМВ Варна”

Пристанище “Одесос”

Зърнените товари доставяни за пристанищата задължително премнават през пунктове за вземане на проби разположени в участъка на Аспарухов мост от страната на централната част на град Варна. Друг участък за проверка на качеството на доставяното зърно за пристанищата е разположен до входа на „Сухото пристанище”- складов район на пристанище „Варна Изток” [8]. Посочените два участъка с разположените на тях пунктове за вземане на проби и за окачествяване на

доставяното зърно с камиони обслужват товарите с направление Пристанище Варна Изток и Пристанище Одесос. Обслужването на пристигащите зърнени товари за пристанище „ПЧМВ” Варна е организирано в собствен пункт за проверка качеството на доставяното зърно. Пункта е разположен в близост до входа на пристанище „ПЧМВ” Варна на разстояние 150 метра преди входа на пристанището[10]. Приемането на атомобилите в пунктовете за проверка качеството на зърното е организирано на принципа, първи по време първи по право.

Организацията при работата на пунктовете за вземане на проби води до увеличаване на времето за престой на натоварените камиони със зърно в посочените райони. Изискванията за окачествяване на зърнените товари са задължителни за всички доставчици, това води до струпване на автомобили в участъка преди пункта за вземане на проби. Големият брой камиони изчакващи в района на товарен портал-2 на Пристанище Варна-Изток за разтоварване води до допълнително струпване на камиони в района, това положение е много голям проблем за град Варна от години.

## **2. Изследване и определяне на възможностите за промени при транспорта на зърнени товари за пристанищата в района на град Варна с автомобили.**

Усложненото придвижване на камионите в този район се получава от местоположението на основният товарен

портал на Пристанище Варна-Изток товарен портал-2. Посоченият вход на пристанището е в близост до подхода за Аспарухов мост и в близост до централната част на град Варна. Изграденият голям пътен възел на Аспарухов мост е с много пътни ръкави в непосредствена близост до товарен портал-2 на пристанище Варна- Изток допълнително усложнява автомобилното движение. Проблем за чакащите автомобили в този участък ескалира и от това, че движението на опашката се извършва неритмично. Неритмично е движението на камионите защото те оформят и опашка в опашката на камионите чакащи за различни кейови места. Получават се ситуации, при които имаме чакащи камиони за определен кораб, но в същото време кораба е спрял за обработка и се спира и затруднява придвижването на други камиони чакащи за други кораби с активна обработка, защото всички са подредени в обща опашка. В такива моменти се получават тапи на пътя и това води до блокиране на движението в подходите на моста. Проблем за района е изчакването, в разглеждания район няма подходяща площ и възможност да се оформят ясно изразени опашки за изчакване за всяка отделна точка на разтоварване в пристанището.

Водачите на камионите, чакащи на опашка пред входа на пристанището могат да се информират от информационното табло разположено и монтирано на 100 метра преди входа на пристанище Варна Изток, товарен портал 2. Информационното табло показва информация за броя кораби на кей и каква стока се товари, фирмите доставящи зърнени товари за кораба, така също и приемат ли се камиони за разтоварване в момента или не [8]. Информационното табло не дава информация колко камиона има влезли на кей в пристанището чакащи за разтоварване. На таблото има монтирани лампи с мигащи зелена и червена светлини срещу всяко корабно място. Когато свети зелената светлина, следователно могат да влизат камиони за разтоварване на съответното корабно място, а ако свети червената светлина, следователно е забранено влизането на камиони за разтоварване на посоченото корабно място.

Липсата на информация в различните етапи на опашката води до желанието на шофьорите да се приближат по- близо до входа на пристанището и да получават. Допълнителна информация шофьорите получават от колегите си, от лица представляващи собственика на стоката, спедитора на кораба, като и информация от система „някой каза”.

**Целите на изследването са:** да се анализира транспортната схема и да се предложи вариант за решение на проблема; да се облекчи района от струпане на камиони; да се намали замърсяването с изгорели газове и финни прахови частици в централната част на Варна; да се реализира единна система за управление на товаропотока за Пристанище „Варна Изток, Пристанище „Одесос” и Пристанище „ПЧМВ”.

Проектирането и изграждането на единна системата за управление на товари и доставки в района на град Варна ще доведе до избягване на усложнените транспортни ситуации в района и нормално придвижване на товарните камиони до пристанищата[12].

За постигане на целите е необходимо да се решат следните **задачи:**

- Да проведе изследване на текущата ситуация в района;

- Чрез получените резултати от изследването да се направи отценка на съществуващата транспортна схема- доставка на зърнени товари с автомобили за пристанищата в град Варна;

- Да се направи анализ на възможностите за разработване и въвеждане на „Единна система за управление на потока от товарни автомобили в град Варна” /ЕСУПТАВ/.

За проектиране на работеща единна система за управление на товаропотока са въведени ограничения в обхвата на **изследването :**

- да се спазят изискванията по приемане на стоката;

- да се избегне ситуация от струпане на голямо количество чакащи автомобили в района на пътен възел Аспарухов мост;

- да се оформят подредени опашки по направления и точки за разтоварване;



- да няма изпрварващи се автомобили в участъка на пътен възел Аспарухов мост;

- да се изнесе основното количество чакащи автомобили извън района на пътния възел и се оформят стоянки за чакащи автомобили в покрайнините на град Варна;

- да се даде реална възможност на община Варна да получава такси от преминаването на извънгабаритни товари през пътищата на град Варна;

- да се намали безконтролното движение на претоварени товарни автомобили по пътищата на град Варна.

Решаването на проблема с трафика на товарни автомобили превозващи зърнени товари и замърсяването на въздуха е възможно по два начина:

1/ Изграждане на „Единна система за управление на потока от товарни автомобили в град Варна” /ЕСУПТАВ/.

2/ Да се направи реорганизация на пристанищата разположени в чертите на град Варна [2]./ Пристанище „Варна Изток”, Пристанище „ПЧМВ Варна”, Пристанище „Одесос”/ в тях да се спре обслужването на насипни товари /зърнени и други/, да се пренасочат към пристанищата в близост до град Варна /Пристанище Варна Запад, Пристанище Леспорт, Пристанище Балчик/.

Управлението на потока от товарни автомобили с направление пристанищата в района на град Варна е възможно чрез изграждане на пунктове за контрол на трафика на всички входни точки на град Варна. Пунктовете се разполагат единствено на входовете на град Варна през който е основният трафик на товарни автомобили в посока към град Варна. Те ще имат контролни функции за регулиране на товаро- потока от автомобили и по този начин ще се избегне безразборното струпване на автомобили в района на Аспарухов мост. Всеки контролен пункт ще издава входящ билет със следната информация за автомобила, брутното тегло на композицията след претегляне, записване вида на товара, точка на разтоварване, изпращач и получател на стоката, таксата наложена и събрана на всеки автомобил над 10 тона влизащ в град Варна. Влизането на товарни автомобили в град Варна ще става единствено през входните контролни

пунктове, непреминалите товарни автомобили през контролните пунктове ще се санкционират.

**Например** таксите могат да се определят по следните критерии:

За всички автомобили влизащи в град Варна с бруто маса над 10 тона 1 /един/ лев за всеки един автомобил.

При констатиране на претоварване може да се приложи следната **примерна скала**:

от 40 до 45 тона се дължи такса допълнително от 0,50 лева за всеки изминат километър до точката на ратоварване;

от 45 до 50 тона 1,00 лев на км

от 50 до 55 тона 2,00 лева на км

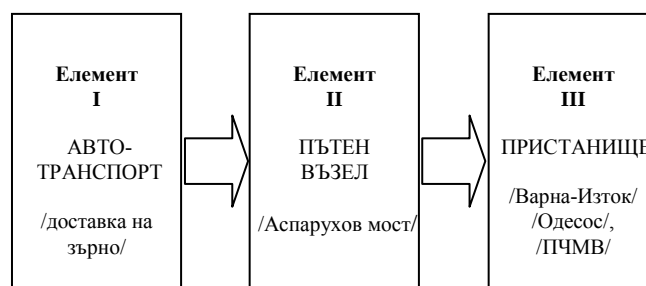
от 55 до 60 тона 4,00 лева на км

над 60 тона се заплаща допълнителна такса, техническа оценка на пътните участъци способни да поемат натоварване- такса 100 лева за съставяне и обследване на разрешителното за придвижване и 5,00 лева на км, и по 1,00 лев допълнително за всеки тон над 60 тона бруто на товарната композиция за всеки изминат километър в чартите на град Варна.

- такса се дължи и за времето на престой на автомобила в чертите на град Варна до напускането на автомобила през някой от контролните пунктове, до 4 часа без такса, след 4 часа престой в чертите на град Варна по 1 лев за всеки започнат час.

*Въвеждането* и събирането на такси ще доведе до намаляване броя на претоварените автомобили и ще намали времето на техният престой в град Варна.

Анализът на планираната ситема за управление на товаропотока показва, че върху правилното функциониране на цялата ситема влияят следните елементи на фиг. № 1[6].



Фиг. №1 Схема на елементите на транспортната система

**Елемент I** от системата представлява потока от пристигащи автомобили натоварени със зърно (пшеница, царевица, ечемик, слънчоглед, рапица).

**Елемент II** от системата представлява пътен възел Аспарухов мост.

**Елемент III** от системата представлява пристанище „Варна-Изток”, пристанище „Одесос” и пристанище „ПЧМВ”.

Фактори влияещи за гладката работа на системата са:

- Брой на корабите застанали на кей места за обработка.
- Вместимост на корабите застанали на кей за обработка.
- Видове зърно за товарене.
- Количество товар на склад в магазини в района на пристанищата.
- Брой точки на товарене.
- Капацитет на товарните съоръжения на пристанищата.
- Метрологичната обстановка в района на пристанищата- дъжд, силен вятър, висока влажност на въздуха, мъгла и други.
- Неравномерност на пристигане и отпътуване на автомобилите.

Планирането на количествата за доставка с автомобили за всеки кораб е предвидено с голяма точност и заложен запас над планираното количество с цел гарантиране на необходимите количества за натоварване на кораба.

Проблем с пристигащият товаропоток има в случаите когато:

- има големи кораби на кейовите места
- има много на брой малки кораби едновременно за обработка
- има големи и малки кораби за обработка

В тези случай броят на пристигащите товарни камиони е много голям, защото всеки един от износителите на стоката разполага с определено време за натоварване на своя кораб. Всяко забавяне при товарните работи от страна на доставчиците на стока води до просрочване на това време и следва да се заплаща такса от износителя след изпадне на кораба в демюрейдж, съгласно наредбите. Допълнително може да се усложни ситуацията в случай, че имаме спиране на товарните работи поради, технически аварии,

честа смяна на товарният план на кораба, влошаване на метрологичното време особено през есенните и зимните месеци.

Облекчение на транспортната ситуация в настоящият момент, така също и през изминалите години се постига на база нарушение на наредбата за товарните превози от автомобилните превозвачи. Има информация, че доставяните товари с автомобили в повече от случаите, над 70- 80% от автомобилите доставящи товари на пристанище са били претоварени. Ситуацията разгледана по този начин дава предимство на износителят на стоката, защото имаме по-малко на брой транспортни средства доставящи по- голямо количество стока. По информация на пристанището всички натоварени камиони присигнали на пристанище може да се разделят в няколко групи в зависимост от претоварването. Според изискванията на НАРЕДБА № 11 от 3.07.2001 г. за движение на извънгабаритни и тежки пътни превозни средства на Министерство на транспорта за товарните превози камионите са претоварени, когато допустимата обща маса натоварена на композиция (камион с две оси и полуремарке с три оси) е над 40 тона бруто [11].

В таблицата №1 е попълнена групирана информация за претоварването на камионите пристигащи на пристанището разделени по групи.

Таблица №1.  
Пристигащи натоварени камиони

| № | Претоварване в тон-<br>по групи | Норма за товарне<br>в тонове | Претоварване<br>в % |
|---|---------------------------------|------------------------------|---------------------|
| 1 | 25,00- 26,00                    | 25                           | 12                  |
| 2 | 26,00- 40,00                    | 25                           | 75                  |
| 3 | 40,00-50,00                     | 25                           | 13                  |

Изследването на проблема с претоварването на камионите може да се разгледа от две страни, от група на печелившите и от групата на губещите.

1/ Групата на печелившите това са: износителите на зърно, пристанищата, транспортните фирми, сервизите за поддръжка на камиони, търговците на резервни части и гуми, търговците на горива.

2/ Групата на губещите страни това са:

- Шофьори- поемат много висок риск при неспазване на нормите за товарене. Рискуват своя живот и живота на другите участници на пътя.

- Обществото- повишава се риск от ПТП при претоварени камиони[7].

- Обществото- претоварените камион имат по- голям разход на гориво.

- Обществото- повишено замърсяване с отработени газове в град Варна.

-Обществото- разрушават пътните настилки снимка № 1а и № 1б [3].

- ЖП транспорт- нелоялна конкуренция на автомобилния транспорт[1].



Снимка № 1а. Последиви от претоварването на камионите



Снимка № 1б. Последиви от претоварването на камионите

За реализиране на изследването са проведени следните преброявания на натоварените камионите чакащи в района на Аспарухов мост:

- За пристанище „Варна-Изток” и подходните пътища към него е имало струпване на 287 автомобиля натоварени и изчакващи. Преброяването е извършено в активният период на износ на зърно през август 2013г.

- За пристанище „ПЧМВ Варна”: това е пристанище е разположено в близост до пристанище „Варна-Изток”, то е специализирано за генарални и насипни товари, основно в групата на насипните товари са зърнени. В същият период през август 2013г е констатирано струпване на чакащи натоварени автомобили 97 на брой.

През месец август на 2015 година е направено ново преброявания на товарните автомобили в района на Аспарухов мост и е констатирано следното:

Чакащи автомобили на опашка за проби- 168 броя.

Чакащи автомобили пред входа на пристанище Варна Изток 74 броя.

Чакащи автомобили вътре в пристанище Варна Изток- 58 броя.

Чакащи автомобили под Аспарухов мост /на обръщача/- 31 броя.

Чакащи автомобили в уширението до „Родоп” срещу портала на Корабно машиностроене- 17 броя.

Всичко автомобили свързани с доставката на зърнен товари за пристанищата в района на град Варна- 348 броя.

- Важно е да се вземе под внимание, че на този ден 18.08.2015г. има кораби за обработка единствено на пристанище „Варна Изток” на пристанище „Одесос” и пристанище „ПЧМВ” няма кораби за обработка[8][9][10]. Данните са получени след проведено преброяване на автомобилите чакащи в района на пристанищата. Моментата на провеждане на преброяването е избран случайно на база констатирано струпване на голямо количество автомобили в района на Аспарухов мост. За постигане на пълна обективност на данните е необходимо да се разработи и въведе „Единна система за управление на потока от товарни автомобили в град Варна” /ЕСУПТАВ/, чрез тази система ще имаме информация в реално време на чакащите автомобили и особено така нужната информации в периода на активния

период за износ на зърно от 01.07- 30.11. Направен е анализ на посочените данни в таблица №1 за процента на претоварените камиони, от тях може да се направи извода, че за превоза на товарите доставяни на пристанищата с автомобили в дните, когато са направени двете преброявания са необходими „ $n$ “ броя претоварени камиони. При спазване на товарните норми за транспорт са необходими съответно  $n+n_{xp}$  броя автомобили (където  $p$ - е процента на претоварване).

Направените изчисления чисто математически за натоварването на кораб с вместимост от 30 хил. тона зърно при доставка с камиони натоварени с 30 тона товар, т.е. камионите са претоварени с 20%, или с 5 тона товар повече. При тази норма на натоварване за доставката на необходимото количество товар от 30 хил. тона са нужни 1000 броя камиона.

В следващият вариант при натоварване на камионите по норма с 25-26 тона товар, т.е. 40 тона бруто е необходимо за същото количество зърно от 30 хил.тона да се достави от 1200 броя.

В тази логическа последователност разглеждаме резултатите от проведеното преброяване на чакащи камиони и разпределението на претоварените камиони по таблицата направена на база на входните данни в пристанището, може да се направи проекция на числовите данни.

Погледнати в перспектива данните, какъв ще е броят на чакащите автомобили, ако всички са натоварени по норма съгласно закона за товарните превози.

Анализът на данните за всички камиони пристигащи за разтоварване дава негативно отражение върху пунктовете за контрол на качеството на доставяното зърно, кантарите на пристанищата, броя на маневриралите и разтоварили камиони на кей. В тези точки ще се увеличи работата, т.е. имаме увеличение с минимум 20% на броя на камионите за обработка при натоварване на камионите по норма.

Настоящото изследване доказва на необходимостта от система за организация на пристигащите товарни автомобили избягване на струпването автомобили в района на

Аспарухов мост и входовете на пристанищата.

### **3. Оценка за ефективността на текущата транспортна схема за доставяне на зърнени товари с автомобили за пристанищата в района на град Варна.**

При отценката на състоянието е направено проучване по лични наблюдения, анкети с шофьори на камиони, собственици на транспортни фирми за превоз на зърнени товари. В резултат на което е установено, че в района има струпване на товарни автомобили, повишено е замърсяването на въздуха от автомобилите, затруднено е придвижване на автомобили в района.

Липсата на система за управление на товаропотока за доставка на товари в пристанищата на град Варна, с цел контрол на трафика от товарни автомобили затруднява самите доставки за пристанищата.

Въвеждането на „Единна система за управление на потока от товарни автомобили в град Варна” /ЕСУПТАВ/, ще доведе до облекчаване на автомобилният трафик в чертите на град Варна.

### **Изводи:**

1. В настоящето изследване е направено експериментално проучване чрез наблюдение на текущата ситуация

2. В обобщение на получените резултати от изследването е направена отценка на доставките на зърно с ватомобилен транспорт.

3. В резултат на направената отценка се установява необходимост от разработване и въвеждане на „Единна система за управление на потока от товарни автомобили в град Варна” /ЕСУПТАВ/.

Въвеждането на „Единна система за управление на потока от товарни автомобили в град Варна” /ЕСУПТАВ/: ще има екологични ползи за град Варна; ще има разтоварващ ефект на транспортната система на град Варна; ще има намалване струпването на тежкотоварни автомобили в близост до централната градска част; ще има допълнителни приходи за Община Варна.

**Литература:**

- [1] Европейска Комисия, Евростат, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>
- [2] Зелена книга – към нова култура и градска мобилност, Комисия на европейската общност, 2007.
- [3] Средносрочна програма „Управление безопасността на пътната инфраструктура“, Дирекция „Политика в пътната“ при Министерство на транспорта, 2008.
- [4] Стратегия за развитие на транспортната система на Република България до 2020г., Министерство на транспорта, информационните технологии и съобщенията.
- [6] Жекова, Т., Разработване и изследване на екологична система на водните пространства с навигационно значение, ТУ-Варна, 2013
- [7] Райков, Райко, Георгиев, Николай, Стойков, 2002: Техническа експлоатация и безопасност на транспорта. София, ВТУ „Тодор Каблешков
- [8] [www.port-varna.bg](http://www.port-varna.bg)
- [9] [www.portodesos.com](http://www.portodesos.com)
- [10] [www.pchmv-bg.com/](http://www.pchmv-bg.com/)
- [11] [www.api.bg](http://www.api.bg)
- [12] [www.varna.bg](http://www.varna.bg)

**За контакти:**

9010, Варна, ул. “Студентска”1  
Технически университет -Варна  
докторант Здравко Свиленов  
e-mail: [zdravko.svilenov@abv.bg](mailto:zdravko.svilenov@abv.bg)

## ПРИЛОЖЕНИЕ МЕТОДИТЕ ЗА ТЕРМОВИЗИОННА ДИАГНОСТИКА ПРИ АНАЛИЗ НА ЕРГОНОМИЧНОСТТА В ДИЗАЙНА НА РЪКОХВАТКИ ЗА ПРЕНАСЯНЕ НА БУТИЛКИ ЗА МИНЕРАЛНА ВОДА

Зоя Цонева

**Abstract:** The article is a study ergonomics in the design of the most widely used handles for carrying ten liter bottles of mineral water. For the purposes of assessment methods are used DITI diagnostics.

**Key words:** ergonomic evaluation grip handles power, thermal imaging diagnostics.

### 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Мускулно-скелетните смущения (МСС) са най-честата причина за свързаните с труда заболявания в Европа. Почти 24 % от работещите в 25-те държави - членки на ЕС съобщават за болки в гърба, а 22 % се оплакват от болки в мускулите. И двете състояния са по-широко разпространени в новите държави-членки, съответно 39 % и 36 %. Те причиняват физически страдания и финансови загуби на работещия. МСС могат да бъдат предотвратени посредством оценка на дейностите, въвеждане на превантивни мерки и проверка дали тези мерки са ефективни [1].

Работодателите поемат отговорността да осигурят здравословни и безопасни условия на труд на работниците по време на работа по силата на „Закона за Здравословни и Безопасни Условия на Труд“, а „Наредба 16 за физиологични норми и правила за ръчна работа с тежести“ на МЗ и МТСП, регламентира товарите и разстоянията на които е позволено да се пренасят те, както за мъже, така и за жени и младежи.

Ако за работното място всичко това се регламентира със закони и наредби, то извън него, грижата за здравето е единствено в ръцете на гражданите. Често оправдание за неподходящо и неергономично проектираните ръкохватки е, че това са само опаковки, следователно са за еднократна употреба и не е необходимо да им се обръща такова голямо внимание.

За дизайна на опаковките на продуктите грижа имат единствено дизайнерите им, като често те не се съобразяват с ергономичните изисквания, а само с технологичните ограничения. Липсва регулаторен орган, който задължително да се произнася за

качеството на ергономичността в дизайна и да я изисква, особено когато става въпрос за продукти с масова употреба.

В настоящата публикация е направена оценка на ергономичността на ръкохватки за пренасяне на десетлитрови бутилки за минерална вода, често употребявани в домакинствата нееднократно.

За целите на оценката е използвана термовизионна диагностика.

### 2. ИЗЛОЖЕНИЕ

За по-голямо удобство, в бита се предпочита покупка на голямо-литражна бутилка с вода два, три пъти седмично, като нерядко с тази задача се заема домакинята. Големите пластмасови бутилки с вода разполагат с ръкохватка, за по-лесно пренасяне. Със сигурност пренасянето ще е по-лесно, отколкото, ако ръкохватка изобщо липсваше, но дали тя не вреди повече отколкото помага?

При пренасяне на подобна тежест, пряко влияние върху тялото на човека, съществува не само в контактната зона с ръкохватката, но се наблюдава и върху цялата му физика, тъй като за пренасянето на тежести от 7-11 килограма, участва цялата мускулно-скелетна система. Тежести от този порядък предизвикват извиване на цялото тяло и могат да провокират Мускулно-скелетни смущения. Следователно наранявания могат да се получат не само в областта на ръката и рамото, но ако тежестта е по-голяма за ресурса на индивида и в лумбалната област.

Често уврежданията на гърба в лумбалната област възникват не при особено големи натоварвания, а при продължително, неправилно поддържана работна поза. Следователно продължителността на



„ръчната работа с тежести“ е от решаващо значение за риска от увреждания [2].

От друга страна дизайна на ръкохватките при опаковките за голямо-литражни бутилки с минерална вода често е с неергономична форма и предизвиква впиване в плътта на ръката в контактната област и частично намаляване на кръвотока. Тежестта се разпределя между средните, проксималните и метакарпалните фаланги на ръката, като основната тежест се поема от проксималните (фиг. 1). Често след пренасяне на подобни тежести с някоя от предлаганите на пазара ръкохватки, се наблюдава временно неправилно оросяване, изтръпване и побеляване на ръката в контактната област с ръкохватката, съпроводено с временно обездвижване и последващо трудно раздвижване на пръстите.



Фиг. 1

Според Наредба №16 за физиологични норми и правила за ръчна работа с тежести, при пренасяне на товар до 2 м, теглото му не трябва да превишава 15 килограма за жени и 50 килограма за мъже. А при преместване на товар до 30 метра се изисква пренасянето да се извършва само от мъже, при максимална тежест 30 кг. Трябва да се спомене, че тези норми се отнасят за единични товари. Освен това, теглото (на товара) трябва да се намали, ако при повдигането му се получава извиване на тялото. Важно е да се отбележи, че в наредбата се препоръчва при пренасяне на подобни товар да се предвиди почивка на всеки 10 метра. В противен случай е необходимо намаляването му.

Разбира се едва ли някой от обикновените граждани би взел предвид тези

изисквания, след като не всички познават тази наредба. Биха се съобразили с нея само на работното си място, защото там го изискват. В такъв случай се очаква производителите на опаковки да вземат присърце този проблем и да не допускат възможността чрез производството на неподходящи опаковки, и ръкохватки към тях, да спомагат за поддържането на и без това високото ниво на заболявания свързани с Мускулно-скелетни смущения, в населението на страната.

Основните характеристики на показателите за оценка на „ръчната работа с тежести“, които се анализират, според Наредба 16 са:

1. Показател „работна задача/прилагано физическо усилие“.

- продължителност и повторемост на натоварването;

- разстояние от тялото, разстояние на достигане, разстояние на пренасяне на тежестта;

- работна поза.

2. Показател „параметри на товара“ .

- тегло;

- форма и големина;

- опасности при пренасянето.

3. Показател „условия на работа“ .

- работно пространство;

- опорна повърхност;

- микроклимат;

- осветление .

4. Показател „индивидуални фактори“ .

- физически възможности - възраст, ръст, тегло, сила, здравословно състояние;

- риск за бременни и лица със здравословни проблеми;

- информация и обучение за добра техника на работа;

- опит и умения за извършване на работата;

- лични предпазни средства и специално работно облекло [2].

За нуждите на оценката ще използваме показателите от втората група – тегло и форма на товара и начини за пренасянето му. Останалите параметри имат отношение към пренасяне на товари свързани с работното място и индивидуалните възможности на хората.

## 2.1. ДЕФИНИРАНЕ НА ИЗХОДНИТЕ ПАРАМЕТРИ

За да се дефинират някои основни параметри при проектирането на ръкохватки, е направено проучване на част от измеренията на ръката при мъже и жени, за персентил 5 (P5), персентил 50 (P50) и персентил 95 (P95).

В таблица 1, са представени антропометричните стойности за широчина на дланта, дължината на пръстите, дължината на дланта, и максималния диаметър на захвата (палец-среден пръст).

Таблица 1 [6]

| Антропометрични данни за широчина на дланта при мъже и жени 16 - 65 години |      |     |     |     |
|----------------------------------------------------------------------------|------|-----|-----|-----|
| Персентил                                                                  |      | P5  | P50 | P95 |
| Широчина на дланта                                                         | Мъже | 78  | 87  | 95  |
|                                                                            | Жени | 69  | 76  | 83  |
| Индекс на дължината на пръстите                                            | Мъже | 64  | 72  | 79  |
|                                                                            | Жени | 60  | 67  | 74  |
| Дължина на дланта                                                          | Мъже | 173 | 189 | 205 |
|                                                                            | Жени | 159 | 174 | 189 |
| Максимален диаметър на захвата (палец-среден пръст)                        | Мъже | 45  | 52  | 59  |
|                                                                            | Жени | 43  | 48  | 53  |

Ето и някои от изискванията за оптималност на ръкохватките и качество на връзката „китка - тежест”:

- Ръкохватката за силов захват има оптимална конструкция, когато диаметърът ѝ е в границите от 19 до 38 mm;
- Дължина по-голяма от 115 mm;
- Минимално свободно пространство (клирънс) - 50 mm;
- Цилиндрична форма;
- Гладка и нехлъзгаща се повърхност [2].

Американският стандарт MIL-STD-1472D регламентира зависимостта на диаметъра на ръкохватката за силов захват към тежестта, която трябва да се повдигне. Според него, избраните за изследване от нас ръкохватки, работещи при натоварване от 10 кг, трябва да имат минимален диаметър от 19 mm [3]. Това напълно отговаря и на минималните изисквания за оптималност на размерите при ръкохватките, препоръчани от

„Министерство на Здравеопазването“ и „Националния център по хигиена“.

Очевидно тежестта на товара също има отношение към параметрите на ръкохватките.

Трябва да се спомене също, че при повдигане на подобни товари тялото на потребителя обикновено се накланя в посока обратна на ръката с която е повдигната тежестта. Освен това съществува и стремеж за отдалечаване на товара от тялото, така че в процеса на пренасянето му потребителя да не „подритне“ товара и да предизвика силно динамично натоварване върху дланта на ръката си. Такова действие предизвиква допълнително натоварване в областта на рамото и пръстите на ръката.



Фиг. 2

## 2.2. АНАЛИЗ НА СЪЩЕСТВУВАЩИТЕ ОПАКОВКИ

Формата и размерите на предлаганите ръкохватки са толкова разнообразни, колкото са разнообразни и видовете предлагани на пазара минерални и трапезни води. В това изследване се проучват ергономичните параметри само на ръкохватките продавани с десетлитрови бутилки.

За анализ са избрани четири от най-разпространените в магазинната мрежа видове ръкохватки. Изображенията им могат да се видят на фиг. 3.

Предлаганите ръкохватки са с различни конструкции – с обособено място за пръсти (фиг. 3 а,б) и без обособено такова (фиг. 3 в,г).

По-голям интерес предизвиква формата на напречното сечение, а то е различно и при четирите типа ръкохватки – Т-образно,

близко до цилиндричното, U- образно и правоъгълно.



а)



б)



в)



г)

Фиг.3. Видове обследвани ръкохватки

При ръкохватката представена на фиг. 3а, сечението е Т-образно, като в контактната област с ръката, ръкохватката е с гладка повърхност, а от горната и страна има разположено ребро за по-голяма коравина и по-трудно огъване. Ширината в контактната областта е 7мм. Ръкохватката е със светъл отвор за ръката с дължина от 73мм.

Вторият тип изследвана ръкохватка, е показан на фиг.3б. Тя е със сечение близко до цилиндричното, като закръгленията в контактната област са между 5 и 7мм, а ширината на профила е 12мм. Дължината на светлия отвор за ръката е 81мм.

Третият тип ръкохватка е с U-образен профил (фиг. 3в) и обособено място за

пръстите на ръката.Ширината на профила и е 12мм, а закръгленията в контактната област са около 3мм. Дължината на ръкохватката е 79мм.

Четвъртият изследван вид ръкохватка, показан на фиг. 3г, е с правоъгълно сечение, без закръгление в контактната област с ръката и ширина от 7мм, с обособено място за 3 пръста. Дължина на ръкохватката - 71мм.

Изследваните параметри на ръкохватките са представени в таблица 2.

Таблица 2

| Тип                          | Тип 1                           | Тип 2                           | Тип 3                       | Тип 4                       |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Ширина на ръкохватката [mm]  | 7                               | 12                              | 12                          | 7                           |
| Дължина на ръкохватката [mm] | 73                              | 81                              | 79                          | 71                          |
| Форма на напречното сечение  | Т - образна                     | Близка до цилиндрична           | U - образна                 | Правоъгълна                 |
| Други параметри              | Без обособено място за пръстите | Без обособено място за пръстите | Обособено място за 4 пръста | Обособено място на 3 пръста |

## 2.3. ПЛАН НА ЕКСПЕРИМЕНТА

### 2.3.1. Общи сведения.

Изследването на ергономичността на ръкохватките за пренасяне на десетлитрови бутилки за вода е направено чрез термовизионна диагностика.

Названието „термовизионна диагностика“ е придобило известност, но оригиналното, и най-точно наименование, е „Digital Infrared Thermal Imaging“ (DITI) или това е цифрово визуализиране, базирано на топлинното излъчване на човешкото тяло в невидимия за окото инфрачервен спектър. Термографските камери засичат инфрачервената радиация, излъчвана от всички предмети около нас. Снимката, заснета от камерата се състои от цветова

палитра, която показва температурното разпределение на обекта, който сме заснели.

При работа с термовизионната камера не се осъществява никакъв контакт с обекта на заснемане. Диагностика се извършва на принципа на фотографирането. Камерата улавя, излъчваната от предметите и телата топлина, посредством оптична система. Снимките се получават на монитора на камерата. По тях се коментира състоянието на обекта на заснемане. Различните нива на температура се отчитат в различни цветове. От температурното ниво се съди за състоянието на конкретни органи [5].

Температурата на кожата може да отразява присъствието на възпаление в подлежащите тъкани, или когато кръвния поток се увеличава или намалява в резултат на клинична аномалност. Топлинно изображение може да се прилага, като диагностичен тест или за клинични проучвания.

Проучвайки топлинния „портрет” на човека, се наблюдават участъците с повишена и понижена температура и въз основа на видимите аномалии се правят заключения за възпаление или нарушена функция на съответните органи и тъкани. Когато се касае за функционално претоварване е налице повишено кръвоснабдяване в дадения участък и съответно той е по-топъл, докато при процеси свързани с влошена микроциркулация е по-хладен [5].

### 2.3.2. Подготовка на опитните образци

В проучването бяха включени четири от най-разпространените ръкохватки за пренасяне на голямо-литражни бутилки за минерална вода. Всички ръкохватки бяха натоварени с тежест от 10 килограма, каквато е и тежестта на десет литрова бутилка с вода.

Подготовка на обектите на термовизуално изследване практически не е необходимо. В нашия случай обекта на заснемане и изследване е човешката ръка, която трябва само да се оголи в съответния кожен участък и да е спокойна и релаксирала между 5 – 7 минути преди изследването.

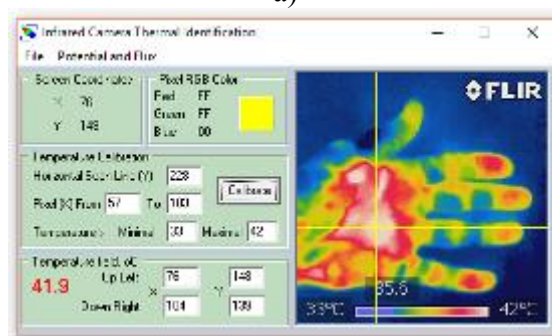
### 2.3.3. Експериментална установка

За проучването беше подготвено трасе по което да преминават участниците в експеримента. То беше разделено на три

маршрута. Първия от тях беше 10 метра. Вторият от 20 метра. Беше подготвен и маршрут от екстремните 100 метра.



а)



б)



в)

Фиг. 4

За снимките беше използвана термокамера FLIR. Тези камери са достъпни заместители на инфра-червените термометри. Друго преимущество, е предоставянето на данни за температурата във всеки пиксел от даденото изображение. Вградената камера позволява бързо и лесно инспектиране - предоставя реално изображение, което може да се съпостави с термовизионното. Благодарение на патентованата от FLIR технология MSX, изображенията са с изключително качество в реално време. В резултат на това се постигат по-контрастни термо-изображения, по-лесно различаване на отделните обекти и по-ясни доклади. Подходящ софтуер позволява на потребителя да сваля на компютър заснетите изображения с цел последващи анализи.



На фиг. 4а може да се види използваната за експеримента термокамера, а на фиг. 4б визуализацията на софтуера използван за измерване на температурата в посочената от изследователя зона. В долната част на снимката е посочен диапазона в който се изменя температурата на снимката, както и температурната скала в цветовете. Белият цвят е с най-висока температура, а синия с най-ниска.

След температурно калибриране, е възможно да се наблюдава реалната температура във всяка една точка от обекта на заснемане.

#### 2.4. МЕТОДИКА НА ЕКСПЕРИМЕНТА

Експериментът беше проведен в три етапа:

Етап I. На случаен принцип бяха избрани пет участника - мъже и пет участника – жени. Всички участници в експеримента са клинично здрави.

Етап II. Бяха проведени три вида измервания – пренасяне на десет килограмова тежест с четирите вида ръкохватки, съответно на 10, 20 и 100 метра. За целите на изследването нямаше значение дали участниците ще използват лява или дясна ръка при пренасянето на тежестта.

Методиката предвижда изследването да се проведе в три стъпки:

Стъпка 1: Ръката на участника извършващ пренасянето трябва да е била в покой между 5 и 7 минути преди извършването на опита. Прави се снимка на началното състояние на ръката при дланта;

Стъпка 2: Пренася се тежестта с една от изследваните ръкохватки, по един от предвидените маршрути. Прави се снимка в областта на дланта на ръката;

Стъпка 3: Ръката се потапя във вода с температура 20<sup>0</sup> за 1 минута поставена в найлонова ръкавица, за да не се омокря. След което отново се прави снимка на дланта;

Етап III. Направените с термокамерата снимки бяха подредени по групи след което се направи анализ на получените резултати. Направени са изводи за степента на ергономичност на всяка от изследваните ръкохватки.

#### 3. РЕЗУЛТАТИ ОТ ЕКСПЕРИМЕНТА

В таблица 3 са подредени термографските снимки на изследваната длан при пренасяне на предвидената тежест по първия маршрут – 10 метра. В първата колона са подредени снимките на изходната термограма, след като ръката е престояла в покой. И при четирите снимки се наблюдава относително равномерно разпределение на температурата по цялата длан. След пренасяне на товар на разстояние от десет метра е направена втора снимка. Наблюдават се следните резултати:

- При ръкохватка тип 1 се наблюдава леко увеличаване на температурата в проксималните фаланги, (където натоварването е най-голямо), като най-високата е при показалеца и средния пръст;

- При ръкохватка тип 2 се наблюдава повишена температура в проксималните фаланги при средния и безимения пръсти, и леко охлаждане при метакарпалните и средните фаланги;

- При тип 3 не се наблюдават особени температурни изменения по дланите;

- Тип 4 показва екстремно увеличаване на температурата при проксималните фаланги на ръката.

След натоварването, дланта защитената чрез найлонова ръкавица, се потапя във водна баня, в продължение на минута. Ако изследваната ръкохватката е с висока ергономичност, би се наблюдавало бързо термично възстановяване. В нормални и здрави индивиди, каквито са нашите участници, натоварването може да доведе и до реактивна хипертермия (Ако за кратко време се прекрати артериалното кръвоснабдяване в даден участък на кръвообращението се наблюдава увеличение на капилярния кръвоток в областта, дължащо се на артериалното разширение) на пръстите на ръката в контактната област.

Действително при ръкохватките тип 2 и 3 се наблюдава бързо термично възстановяване. За това свидетелстват и снимките получени след охлаждане на дланта във водна баня. Наблюдава се равномерна микроциркулация по цялата длан. Следователно тези ръкохватки са с най-

ергономична форма. Такова е и мнението на участниците в експеримента.

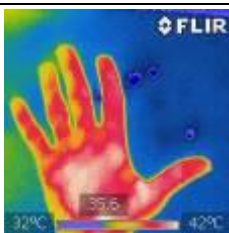
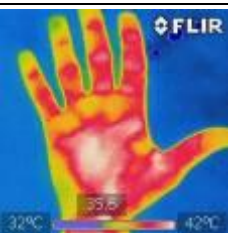
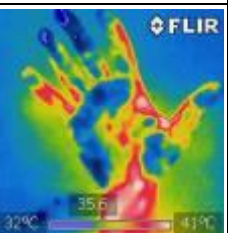
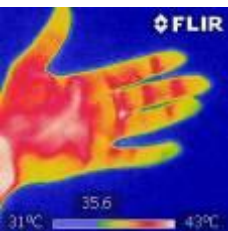
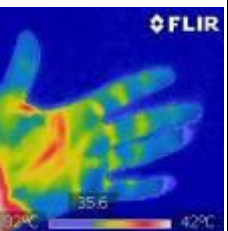
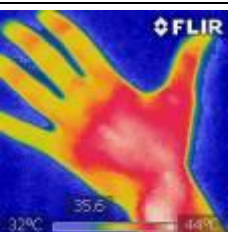
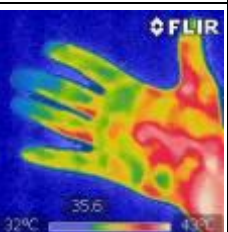
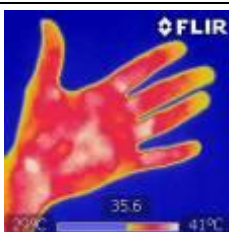
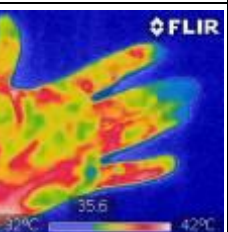
При ръкохватките от първи и четвърти тип се наблюдава реактивна хипертермия в областта на проксималните фаланги. Особено силна тя е при тип 4. Тази ръкохватка е най-неудобната сред четирите типа изследвани ръкохватки, не само поради факта, че е с малка контактна площ, но и от наличието на обособено място само за три от пръстите на ръката. Острите ръбове в контактната област с ръкохватката предизвикват дискомфорт от впиването ѝ в плътта на пръстите на ръката.

Изпитване беше направено и при пренасяне на същата тежест на разстояние от 20 метра. Резултатите от него се препокриват напълно от резултатите от пренасянето на разстояние 10 метра. Въпреки

всичко идеята беше да се направи изследване на ергономичността на ръкохватките за пренасяне на тежестта, на възможно по-голямо разстояние, такова каквото се налага да преминават всички потребители използващи десетлитрови еднократни опаковки за минерална вода. За целта беше направено изследване на същите ръкохватки но този път на екстремното разстояние от 100 метра.

В таблица 4 са представени термографските снимки на човешка длан след натоварване с 10 килограмова тежест пренасяна на разстояние от 100 метра. Получените резултати за ергономичността на ръкохватките са:

Таблица 3

| Изпитване при разстояние 10 метра |                                                                                     | При покой                                                                           | След пренасяне на товара                                                             | След водна баня                                                                       |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Тип 1                             |   |   |   |   |
| Тип 2                             |  |  |  |  |
| Тип 3                             |  |  |  |  |
| Тип 4                             |  |  |  |  |

- При първият тип се наблюдава силно покачване на температурата отново в проксималните фаланги при средния и особено висока при безимения пръсти. Зоната на реактивна хипертермия е с размера и

ширината на ръкохватката. След охлаждане във водна баня, не се наблюдава бързо възстановяване на артериалното кръвоснабдяване. Зоната продължава да е с висока температура.

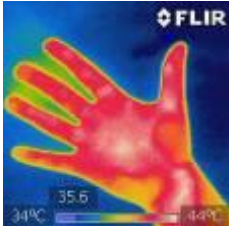
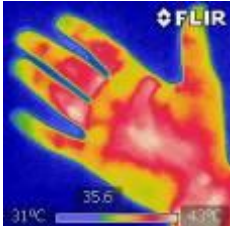
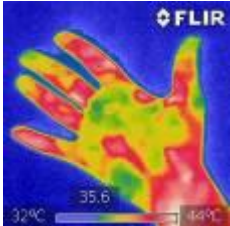
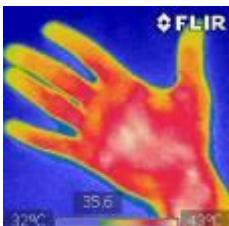
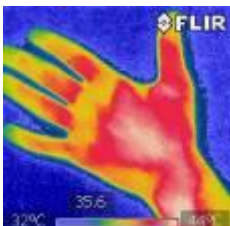
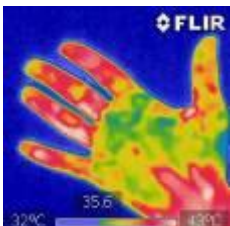
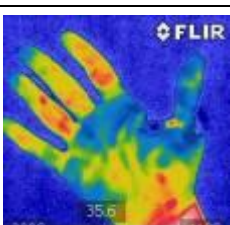
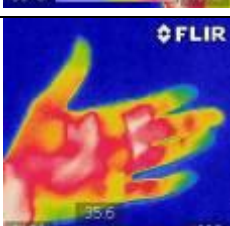
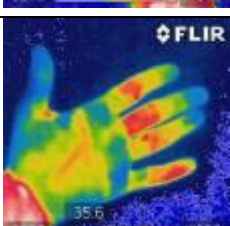


- При втория тип ръкохватка отново се наблюдава очакваното покачване на температурата в проксималните фаланги на дланта, но то не е екстремно, а равномерно разпределено, като най-малко е натоварването в кутрето на ръката. Въпреки това при третата снимка, след охлаждането на ръката във водна баня, се наблюдава бавна релаксация и увеличение на капилярния кръвоток в същата област, дължащ се на артериалното разширение по пръстите на ръката. Хипертермията е особено висока при страничните повърхнини на средния и безимения пръсти по проксималните фаланги на ръката. Това е причинено от недосатъчната дължина на ръкохватката и силното притискане на пръстите един в друг.

- При ръкохватка тип 3 отново се наблюдава повишение на температурата в контактната област с ръкохватката, но тя не е

особено висока. Натоварването е равномерно разпределено по всички пръсти, като най-малко натоварване получава отново кутрето. След водната баня се наблюдава бързо възстановяване на кръвотока в дланта, и не висока степен на реактивна хипертермия. До момента тази ръкохватка е най-подходяща за пренасяне на подобна тежест на далечни разстояния. Профилът ѝ е сред най-широките, и въпреки, че не достига препоръчителните минимални размери за ширина на светлия отвор за ръката при P50 – мъже от 87мм, е с непроменяемите 79мм. Конструкцията и е здрава за разлика, от останалите ръкохватки, които под тежестта на товара си получават силна еластична деформация и се огъват като намаляват широчината на светлия си отвор.

Таблица 4

| Изпитване при разстояние от 100 метра |                                                                                     | При покой                                                                           | След пренасяне на товара                                                             | След водна баня                                                                       |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Тип 1                                 |  |  |  |  |
| Тип 2                                 |  |  |  |  |
| Тип 3                                 |  |  |  |  |
| Тип 4                                 |  |  |  |  |

- При последния четвърти тип ръкохватки, след натоварването се наблюдава особено силно покачване на температурата в контактната област с ръкохватката, като

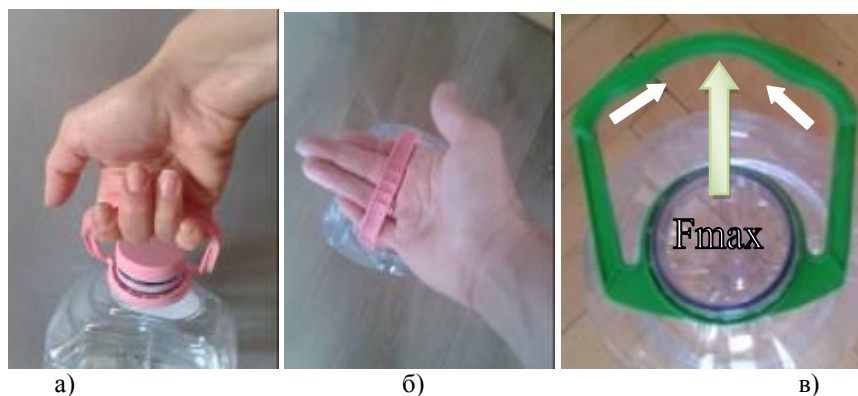
натоварването е разпределено и по четирите фаланги. Особено висока е температурата в областта на двата ръба образувани от обособеното място за пръстите в ръкохватката. Ръката на участникът в експеримента, беше раздвижена трудно за да бъде поставена в найлоновата ръкавица и потопена в хладна вода. Снимката след водната баня, показва недобро кръвообращение в дланта, а също така и голямо увеличение на капилярния кръвоток в областта на средните и особено висока при проксималните фаланги, дължащо се на артериалното разширение. Поради тази причина се получават особено големи температурни контрасти при термографската снимка. Тази ръкохватка участниците в експеримента определят като най-неудобна за пренасяне на товара на големи разстояния.

#### 4. АНАЛИЗ НА ЕРГОНОМИЧНОСТТА НА РЪКОХВАТКИТЕ ОТ ПОЛУЧЕНИТЕ ЧРЕЗ ТЕРМОВИЗИОННА ДИАГНОСТИКА РЕЗУЛТАТИ

От ергономична гледна точка интерес предизвиква избора на формата на ръкохватката тип 2 (фиг.5).

В сравнение с останалите ръкохватки, тя има по-голяма ширина (12мм) и

закръгление в контактната област между 5 и 7мм, което и придава форма на профила, близка да цилиндричната. Въпреки, че ширината ѝ е далеч от препоръчаните между 19 и 38 мм, тя има най-добри показатели за ергономичност при пренасяне на товари на близки разстояния. Трябва обаче да се признае, че е използван неочакван подход при избора на формата ѝ. От снимката на фиг.5а, се вижда, че при експлоатация на тази ръкохватка, средния и безимения пръсти, които и без това са по-дълги от останалите два в дланта, силно изскачат нагоре, като принудително се опитват да поемат по-голямата част от тежестта, а показалецът и кутрето, остават надолу и в страни, като допълнително се притискат към средните два пръста, в следствие настъпващата еластична деформация в ръкохватката. Схемата на преразпределението на товара се вижда на фиг.5в. Този дискомфорт е получил и количествено измерение, и се вижда добре на термографската снимка, където страничните повърхнини, на пръстите на ръката са с най-висока температура. В тези зони се наблюдава висока реактивна хипертермия.



Фиг. 5

Препоръчаната форма за ръкохватки е цилиндрична или още по-подходящата елипсоидна, защото при силовия захват стремежа е пръстите да се изравнят, а товара да се раздели равномерно между тях. Въпреки това, при близки разстояния тази форма е с най-добри показатели при изследването с топлинната камера, защото профилът ѝ е най-подходящия в сравнение с този на съперниците ѝ в изследването. Тоест високите показатели на ергономичност при

пренасяне на подобна тежест на близки разстояния, се дължат на сравнително големия радиус на закръгление и близкото ѝ до цилиндрично напречно сечение, а не на формата ѝ.

Третият тип ръкохватки, показва най-добри резултати при пренасяне на товара на далечни разстояния. Въпреки, че идеята за обособяване на място за пръсти по контактната повърхност не е особено добра, поради широкия кръг ползватели на

изделието, голямата коравина на ръкохватката, както и форма със заоблени ъгли, и сравнително голямата ширина от 12 мм, я прави с най-високи ергономични показатели сред четирите вида изследвани ръкохватки, подходящи за пренасяне на десетлитрови пластмасови бутилки на далечни разстояния.

За съжаление нито една от ръкохватките не е с подходящата препоръчителната минимална дължина от 115 мм, съобразена с изискванията на Министерство на здравеопазването и Национален център по хигиена, медицинска екология и хранене. В същност, дори и дължина от 87 мм би била достатъчна, колкото е ширината на дланта при Р50 мъже, а още по-добре ще е да се използва дължината от 95 мм, колкото е ширината на дланта при Р95 мъже. С най-голяма дължина е ръкохватката от тип 2, но все пак тя е само 81 мм. Четвъртият тип ръкохватка е с най-малка дължина от 71 мм. Тя е подходяща за хора с ширина на дланта от пети и петдесети персентил – жени.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От проведеното изследване върху ергономичността в дизайна на ръкохватки за силов захват и пренасяне на десетлитрови бутилки за минерална и трапезна вода, чрез методите на термовизионната диагностика бяха направени следните изводи:

1. Нито една от ръкохватките не е с подходящите препоръчителни минимални диаметър и дължина, съобразени с изискванията на МЗ и НЦХМЕХ.

2. При пренасяне на десетлитрови пластмасови бутилки за вода на **близки разстояния** най-високи степен на ергономичност в дизайна показва ръкохватката от тип 2.

3. При пренасяне на десетлитрови пластмасови бутилки за вода на **далечни разстояния** най-високи степен на ергономичност в дизайна показва ръкохватката от тип 3.

4. В подкрепа на изискванията на Наредба 16 на МЗ и МТСП се препоръчва да се прекрати предлагането на десетлитровите разфасовки на бутилките за минерална вода на пазара, или да се сложат предуредителни

знаци по тях съобщаващи на ползвателита за възможността от настъпване на Мускулно-скелетните смущения.

## ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

[1] Европейска агенция за безопасност и здраве при работа. „Въведение в свързаните с труда мускулно-скелетни смущения“ // *FACTS*, 71 BG, Printed in Belgium, 2007. <<https://osha.europa.eu/bg/themes/musculoskeletal-disorders>> 01.09.2015г.

[2] Н. Драганова, Л. Минчева, В. Станчев, Ръководство за ръчна работа с тежести. София, Министерство на здравеопазването национален център по хигиена, медицинска екология и хранене, 2002г. <[http://mengineer-bg.com/documents/documenti/risk/Rakovodstvo\\_RRT2-1.pdf](http://mengineer-bg.com/documents/documenti/risk/Rakovodstvo_RRT2-1.pdf)>

[3] MIL-STD-1472D Human Engineering Design Criteria for Systems, Equipment and Facilities, с.204 < [http://www.barringer1.com/mil\\_files/MIL-STD-1472D.pdf](http://www.barringer1.com/mil_files/MIL-STD-1472D.pdf) >

[4] Термовизуалната диагностика – от полза при откриването на заболяванията в техния ранен стадий <[http://www.puls.bg/health/highlights/news\\_6940.html](http://www.puls.bg/health/highlights/news_6940.html)> 01.10.2015г.

[5] <<http://iopscience.iop.org/article>> 01.09.2015г.

[6] Pheasant, S (1998) Bodyspace. Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work. (2nd Ed.) London: Taylor & Francis ISBN 0748403264, <<http://www.ergonomics4schools.com/lzone/tools.htm> > 01.10.2015г.

[7] Zlateva P., Petkova-Slipets R., Study of thermal insulating coating AKTERM behavior using an infrared thermography // *CAX technologies*, Technical University of Sofia, ISSN 1314-9628, issue №2, 2014, p. 30-33

[8] Лилянова, И. Т., Настройване разпределението на температурното поле в неферомагнитни детайли // *Годишник на ТУ-Варна*, т.1, 2013, с.140-144

### За контакти:

prof. PhD Eng. Zoya Tsoneva,  
Technical University of Varna, Bulgaria, Department  
„Industrial Design“,  
„Studentska“ Str. №1, Varna, Bulgaria,  
phone: +359 894 612359,  
e-mail: [zoya\\_tsoneva@abv.bg](mailto:zoya_tsoneva@abv.bg)

## 3D МОДЕЛИРАНЕ НА ОБРАЗЦИ ОТ ЛИСТОВ МАТЕРИАЛ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА УМОРНА ЯКОСТ СЛЕД ГКН

Ярослав Аргиров

**Abstract:** Chemical heat treatment of metals and alloys is carried out by heating to a certain temperature or temperature ranges in retention at these temperatures a certain time in a gas, liquid or solid medium. This changes not only in structure but also in the chemical composition of the surface layers, allowing too widely to izmenyat properties of metals and alloys.

**Key words:** computer modeling, fatigue strength sheet material nitriding

### 1. Въведение

Същността на всяко химико-термично обработване се свежда до изменение на химическия състав, структурата свойствата в повърхностните слоеве на изделията или инструментите, които обикновено са подложени на най-силни механични, физико-химични и други въздействия, т.е. измененията са в слоевете, където възникват максимални напрежения, пукнатини, процеси на максимално износване, корозия и други. Чрез него се постига необходимото подобряване на качеството на машинните части и инструменти, което води до повишаване на тяхната производителност, надеждност дълготрайност и до реализиране на икономии на метали и сплави.

Особено широко практическо приложение са намерили процесите на навъглеродяване, азотиране, азото навъглеродяване. В резултат на това химико-термично обработване се получават машиностроителни изделия и инструменти с повишена твърдост и износоустойчивост на повърхностните слоеве при запазване на относително жилава сърцевина.

Навъглеродяването, азотирането и цианирането рязко повишават границата на якостта на умора на машинните части. Азотирането представлява процес на повърхностно насищане на стоманите с азот. Провежда се най- често в среда от амониак с други газове. Подлагат се на азотиране детайли работещи на износ и знакопроменливи натоварвания.

Азотираните изделия имат следните преимущества: висока твърдост, износоустойчивост, топлоустойчивост и корозионна устойчивост.

### 2. Методика на експеримента.

#### 2.1. Подготовка на образците.

За провеждане на експеримента са изготвени образци от стомана 08кп (DS11/BDS1011) с размери: 80x10x0,5mm. Физичните характеристики са:

-плътност 7871kg/m<sup>3</sup>

-динамичен модул на еластичност (измерен чрез импулсно резонансен метод)  $E_d=203\text{GPa}$

-коефициент на Поасон  $\nu=0.28$

#### 2.2. Азотиране.

За провеждане на експеримента, подготвените ленти се карбонитрират и една част от тях се нагряват повторно и охлаждат в масло, а друга част във вода.

Азотирането се провежда най- често в среда от амониак или смес от амониак и други газове. При висока температура амониакът дисоциира и отделя реакционноспособен азот. При дисоциация на амониака в обема на пещта атомарния азот рекомбинира бързо и не участва във формирането на дифузионния слой. При дисоциация на границата метал-насищаща среда полученият атомарен азот адсорбира върху обработваемата повърхност и дифундира в решетката на метала.

Режим 1:

-температура  $t=560^\circ\text{C}$ ;

-време  $\tau=240\text{min}$ ;

-охлаждане в  $\text{NH}_3$ ;

-среда  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ .

Режим 1 и 2:

-температура  $t=560^\circ\text{C}$ ;

-време  $\tau=20\text{min}$ ;

-охлаждане във вода;

-среда въздух.

Режим 1 и 3:

-температура  $t=560^\circ\text{C}$ ;

-време  $\tau=20\text{min}$ ;

-охлаждане в масло;

-среда въздух.



### 2.3. Умора на материала.

Границата на якостта на умора ( $\sigma_r, \tau_r$ ) при произволен несиметричен цикъл е различен за различните стойности на средното напрежение  $\sigma_m$ . Опитно е установено, че тя е най-малка, когато  $\sigma_m=0$ , следователно симетричният цикъл е най-опасен. Ето защо границата на умора се определя най-често при симетричен цикъл на напрежението  $\sigma_{-1}$ . При липса на данни за границата на умора при симетричен цикъл на натоварване тя може приблизително да бъде определена по следните емпирични зависимости от якостта при статичен опън:  $\sigma_{-1}=0,28 \sigma_{B-1}=0,4 \sigma_B$ ,  $\tau_{-1}=0,22 \sigma_B$ . Извършва се с машини, които произвеждат променливи натоварвания (опън-натиск, огъване, усукване) със симетричен цикъл с честота от 2000 до 5000 цикъла в минута. За целта се изработват от 8 до 10 напълно еднакви пробни тела от изпитвания материал. Първото се поставя на машината и се подлага на променливо натоварване със симетричен цикъл и амплитуда  $\sigma_{a1}=(0,5 \div 0,6) \sigma_B$ . След време пробното тяло се разрушава, машината спира автоматично, а броячът е отчел брой на циклите  $N_1$ . Поставя се второто пробно тяло, но амплитудата на напрежението  $\sigma_{a2}$  е по-малка от  $\sigma_{a1}$ .

Разрушаването настъпва при по-голям брой цикли ( $N_2 > N_1$ ). Поставя се третото пробно тяло, но  $\sigma_{a3} < \sigma_{a2}$  и следователно  $N_3 > N_2$  т.н., докато при определено голямо число цикли  $N_0$ , наречено базисно число, пробното тяло не се разрушава. Опитно е установено, че ако стоманеното пробно тяло не се разруши до  $N_0=10^7$  цикъла, то издържа и произволно голям брой цикли.

### 3. Компютърно- симулационен анализ за изследване на карбонитрирани пластинки на умора.

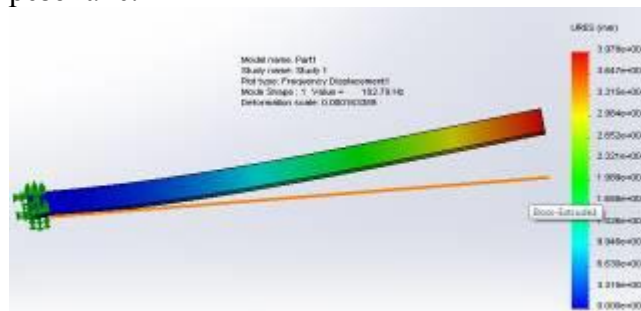
Приложението SolidWorks разполага с голям набор от инструменти за различни по вид изследвания. За да изчислим ориентировъчния брой цикли и вероятността за разрушаване в % е използван инструментът –Fatigue (умора).

#### 3.1. Изчисляване на собствени честоти.

Първата стъпка през която трябва да преминем е изчисляване на собствените резонансни честоти. Инструмента позволява изследване на всякакви по форма и размери

детайли. Чрез инструментите Features и Sketch създаваме пластинката и нейния материал.

От видовете изследвания в програмния продукт избираме инструмента Frequency. Инструмента позволява търсенето на огромен брой собствени честоти, като също така визуално показва и тяхната форма и преместване при вибрации от получения резонанс.



Фиг.1. Определяне на собствените честоти и преместването при вибрации

Стартираме изследването при което получаваме резултат 102.79Hz с увеличаване на дължината на пластинката работната честота ще намалява и обратно. Инструмента е настроен да показва само първите 5 резонансни честоти в радиани за секунда и в херци.

#### 3.2. Изчисляване на максималните премествания и напрежения.

Втора стъпка в методиката е изследването на пластинката за максималните напрежения и премествания които ще се създадат в нея посредством изследването Static от менюто New Study. Нужно е да определим преместването на вибромасата при максимален режим на работа от 60N посредством Linear Dinamyc–Harmonic. Настройваме работната честота и силата на вибромасата. Като резултат получаваме преместването на вибромасата и пластинката, също така и техните деформации.

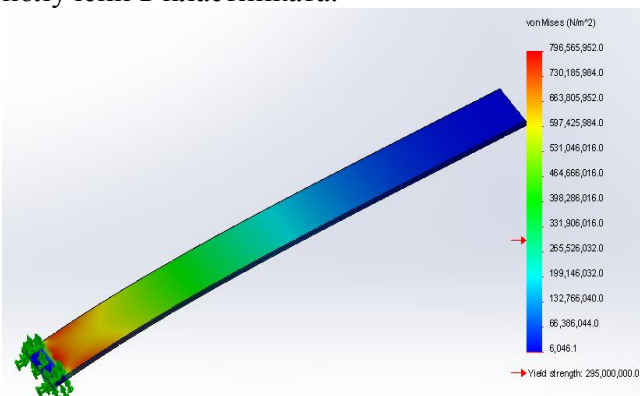


Фиг.2. Определяне преместването на пластинката и на вибромасата

На фиг.2 се вижда преместването на пластинката и на вибромаста. Данните използване в изследването Static.

### 3.2.1. Максимални напрежения.

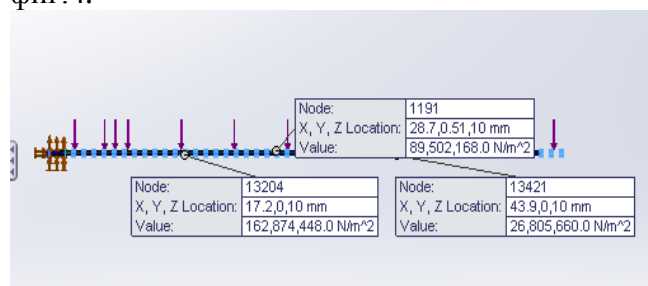
След приключване на калкулирането на резултатите в SolidWorks се извежда инструмента Stress съответстващ за определяне на максималните напрежения получени в пластинката.



Фиг.3. Определяне на максималните напрежения

Графиката ясно показва, че възникват напрежения в зоната на захващане от порядъка на 663MPa до 797MPa които многократно надвишават коравината на материала 300MPa и неговото разрушаване в тази зона е неминуемо, фиг.3.

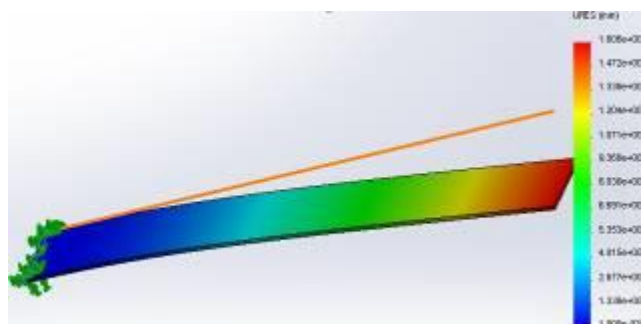
Инструмента Probe Result позволява селектиране на отделни точки от пластинката и извеждане на резултат с напреженията в тях, фиг.4.



Фиг.4. Резултати на напреженията в пластината

### 3.2.2. Максимални премествания.

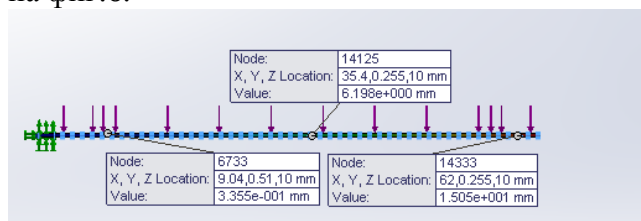
От лентата с резултатите избираме Displacement за да визуализираме максималното преместване на пластинката.



Фиг.5. Определяне на максималните премествания

Максималното преместване на крайната точка на пластинката е 16mm, напълно достатъчно за създаване на достатъчно големи напрежения, показани на фиг.5.

Чрез Probe Result селектираме отделни точки от пластинката и извеждаме резултатите с преместванията в тях, показано на фиг.6.



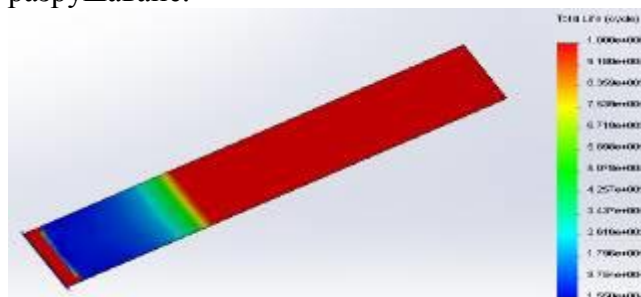
Фиг.6. Резултати на преместванията в пластината

### 3.3. Изчисляване умора на материала.

Изследването Fatigue има една особеност то работи само с предварително изчислено изследване Static Linear Or Nonlinear. След създаване на изследването Static от менюто със изследвания изберем Fatigue с под меню Constant Amplitude и го добавяме към инструмента Loading който е част от изследването за умората.

#### 3.3.1. Ориентиран брой цикли

Резултатът Live показва зоните и техният брой цикли необходим за разрушаване.



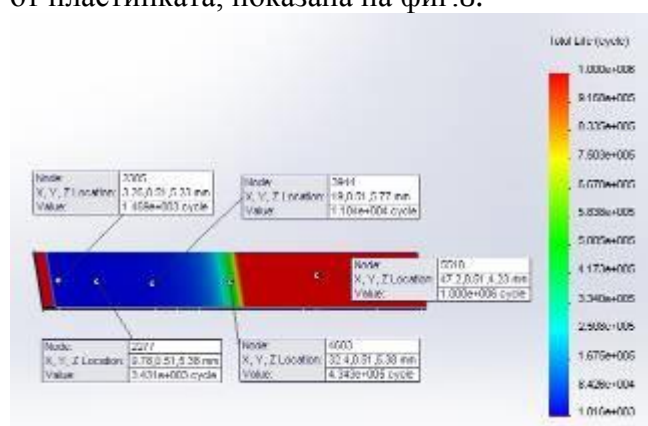
Фиг.7. Определяне на броя цикли необходим за разрушаване



Броят цикли необходим за разрушаване в зоната на максималните напрежения е около 15500. При работна честота 102,7Hz процеса по разрушаване ще продължи около 150s. Както се вижда разрушаването е само около зоната на захващане в зоната отбелязана с червено разрушаването е невъзможно, фиг.7.

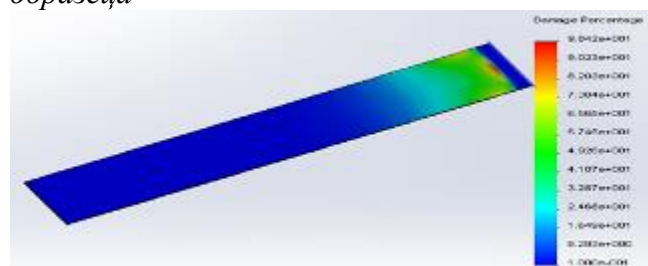
Чрез ориентировъчния брой цикли може да бъде точно изчислено натоварването необходимо за разрушаване на образца.

И тук с помощта на менюто Probe се определя броя цикли за всяка избрана точка от пластинката, показана на фиг.8.



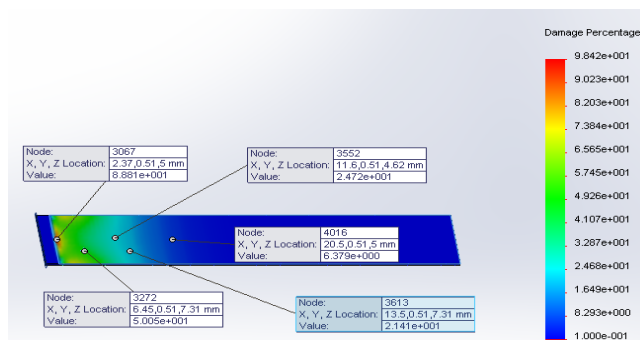
Фиг.8. Определяне броя цикли за всяка избрана точка от пластинката

### 3.3.2. Вероятност за разрушаване на образца



Фиг.9. Определяне вероятността за разрушаване

Резултатът Damage показва процентът вероятност за разрушаване в различните зони от пластинката. Зоната на зараждане на пукнатини от умора на материала е отбелязана с червено непосредствено до зоната на захващане на образца, теоретичната вероятност за разрушаване е между 90-98,4% фиг.9.



Фиг.10. Определяне вероятността за разрушаване за всяка избрана точка от пластинката

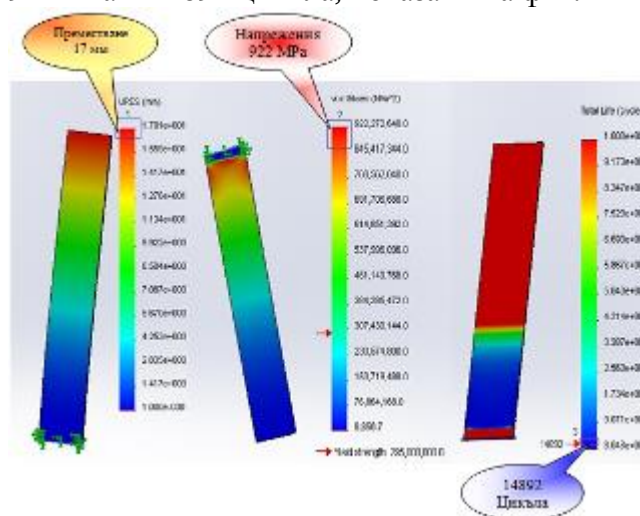
Използвайки Probe от фиг.10 можем да добием още по ясна представа за вероятността.

## 4. Експериментална част.

Изследване на пробните образци.

### ✓ Поставяне на образец 1

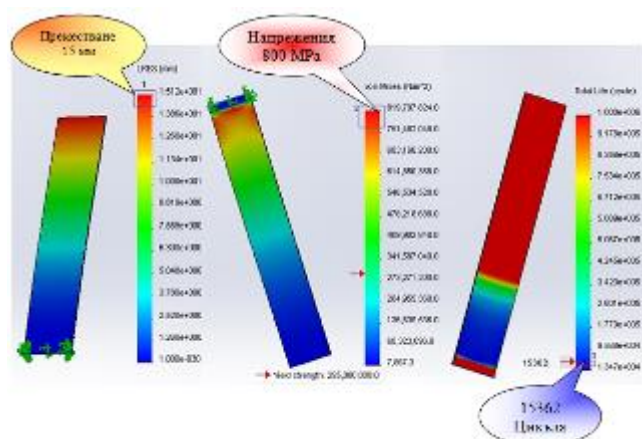
За времето от 145s и честота 102.7Hz образец 1 е извършил максимално достижимото преместване от 17mm като при това преместване е постигнато напрежение в зоната на пукване в границата от 845MPa до 922MPa и 14892 цикъла, показани на фиг.11



Фиг.11. Резултати на образец 1

### ✓ Поставяне на образец 2.

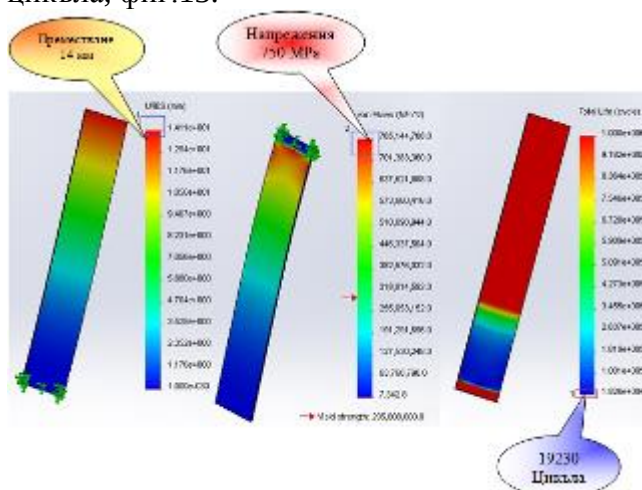
За общото време от 171s и честота от 102.7 до 44Hz образец 2 е извършил максимално достижимото преместване от 15mm като при това преместване е постигнато напрежение в зоната на пукване в границата от 751MPa до 820MPa и 15362 цикъла, фиг.12.



Фиг.12. Резултати на образец 2

## ✓ Поставяне на образец 3

За общото време от 199s и честота от 102.7 до 65Hz образец 3 е извършил максимално достижимото преместване от 14mm, като при това преместване е постигнато напрежение в зоната на пукване в границата от 701MPa до 765MPa и 19230 цикъла, фиг.13.



Фиг.13. Резултати на образец 3

## 5. Заключение

1. На база на проведената експериментална част констатираме, че компютърната методика за изпитване на умора на карбонитрирани пластинки е действаща.
2. Колкото по-голямо е преместването на вибромасата толкова по-големи са напреженията в пластинките.
3. Изпитването чрез звукова система, правилното подбиране на вибромаса и използване на изработената компютърна методика намаляват времето необходимо за изпитване на умора.

4. Изследването на карбонитрирани пластинки чрез програмния продукт „SolidWorks„ и проведения реален експеримент ни дава основание да смятаме, че получените резултати са близки. Това ни дава основание да смятаме, че метода е надежден и адекватен и може да се използва за предсказване.

5. От получените резултати по експериментален път за пробите и съответните резултати получени чрез програмния продукт може да се заключи, че грешката е относително ниска.

## 5. Литература

- [1] Атанасова Й., Тодоров Хр., Рашев Г. „Албум по металознание и термична обработка”
- [2] Лахтин Ю.М., „Азотиrowание стали” – Машиностроение Ленинград, 1960г.
- [3] Димитров Д., Михайлов В., Костов Б., “Проектиране на сонотрод на ултразвуков стенд за изпитване на умора” Технически университет-Варна, 2013г.
- [4] Zlateva P., Yordanov K, Dimitrov D., Numerical simulation of temperature separation phenomena inside vortex tube, ATC, University Politehnica Timisoara, Fascicule 4, Tome VII, 2014, pp. 23-26
- [5] Стоянова А., Цонева З., Мечкарова Т., Изследване процесите на повърхностно якостно уакчаване на стомана 45 чрез използване на концентрирани източници на топлина., XX НТК с международно участие, ЕКОВАРНА 2014, 15-17 май 2014г.
- [6] Стоянова А., Цонева З., Мечкарова Т., Експериментално-статистическо изследване на оптималните режими за работа под вода и на сухо при повърхностна плазмена термообработка., XX НТК с международно участие, ЕКОВАРНА 2014, 15-17 май 2014г.

## За контакти:

9010 Варна, ул. “Студентска”1  
Технически университет -Варна

гл.ас д-р инж. Ярослав Аргиров,  
e-mail: [jaroslav1955@abv.bg](mailto:jaroslav1955@abv.bg)

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА УМОРНА ЯКОСТ НА ЛИСТОВ МАТЕРИАЛ СЛЕД ГКН

Ярослав Аргиров

**Abstract:** The essence of any chemical heat treatment is limited to changing the chemical composition, structure properties in the surface layers of articles or tools, which are usually subjected to the most severe mechanical, physico-chemical and other impacts, ie changes in the layers where they arise maximum voltages cracks processes of maximum wear, corrosion and others. Through it achieves necessary to improve the quality of machine parts and tools, thereby increasing their performance, reliability and durability to savings of metals and alloys.

**Key words:** Fatigue strength, sheet material, nitriding, surface layers

## 1. Въведение

Химико-термичното обработване на металите и сплавите се осъществява чрез нагряване до определена температура или в температурни интервали в задържане при тези температури определено време в газова, течна или твърда среда. Това води до изменение не само в структурата, но и в химичния състав на повърхностните слоеве, което позволява в твърде широки граници да се изменят свойствата на металите и сплавите[1,3,5].

Най-често в практиката се извършват процеси за насищане на повърхността на машиностроителните изделия с въглерод (навъглеродяване), с азот (азотиране) с хром (хромиране), с алуминий (алитиране), със силиций (селициране), с бор (бориране), със сяра (сулфидиране) и други. Известни са също и редица комбинирани методи за химико-термично обработване, последователно или едновременно с два или повече елемента- например с въглерод и азот (азотонавъглеродяване), с хром и алуминий (хромоалитиране) и други[4,6].

Особено широко практическо приложение са намерили процесите на навъглеродяване, азотиране, азото навъглеродяване. В резултат на това химико-термично обработване се получават машиностроителни изделия и инструменти с повишена твърдост и износоустойчивост на повърхностните слоеве при запазване на относително жилава сърцевина[7,9].

Навъглеродяването, азотирането и цианирането рязко повишават границата на якостта на умора на машинните части. Азотирането представлява процес на повърхностно насищане на стоманите с азот. Провежда се най- често в среда от амониак с други газове. Подлагат се на азотиране

детайли работещи на износ и знакопроменливи натоварвания[1,6,8].

## 2. Методика на експеримента.

## 2.1. Подготовка на образците.

За провеждане на експеримента са изготвени образци от стомана 08кп (DS11/BDSSEN1011) с размери: 80x10x0,5mm.

В таблици 1, 2 и 3 са показани съответно, химичния състав, механичните и физически характеристики на стоманата [2,9].

Табл.1. Химичен състав на образците

| C         | Si      | Mn       | Ni     | S       | P        | Cr     | Cu     | As      |
|-----------|---------|----------|--------|---------|----------|--------|--------|---------|
| 0.05-0.12 | до 0.03 | 0.25-0.5 | до 0.3 | до 0.04 | до 0.035 | до 0.1 | до 0.3 | до 0.08 |

Табл.2. Механични характеристики на образците

| Якост на опън, Rm, MPa | Граница на провлачане, Re, MPa | Относително удължение, A, % | Якост на удар, KCV, kJ/m <sup>2</sup> | Относително свиване, Z, % |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 270-370                | 350                            | 34                          | -                                     | 60                        |

Табл.3. Физически характеристики на образците

| Температура t, °C | Модул на еластичност E.10 <sup>-5</sup> , MPa | Коеф. на терм.линейно разширение α.10 <sup>-6</sup> , 1/K | Коеф. на топлопроводност k, W/(m.K) | Плътност ρ, kg/m <sup>3</sup> | Спец. топл. капацитет Ср, J(kg.K) |
|-------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 20                | 2.03                                          | 12                                                        | -                                   | 7871                          | 482                               |

Табл.4. Подготовка на образците

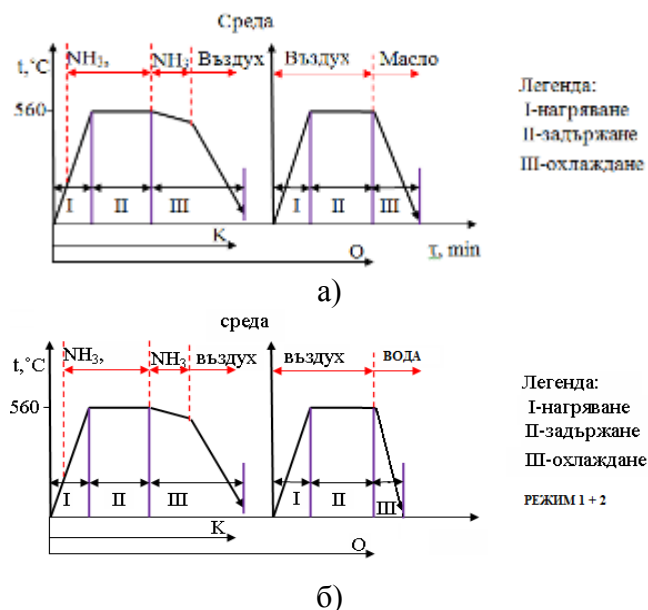
| Режим и № проба             | t, °C        | среда                             | t, min | охлаждане       | α <sub>N</sub> | ε | γ' | Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|-----------------------------|--------------|-----------------------------------|--------|-----------------|----------------|---|----|--------------------------------|--------------------------------|
| 3                           | 560          | NH <sub>3</sub> , CO <sub>2</sub> | 240    | NH <sub>3</sub> | 1              | 4 | 3  | —                              | —                              |
| Повторно нагряване след ГКН |              |                                   |        |                 |                |   |    |                                |                                |
| 2                           | 560          | въздух                            | 20     | вода            | —              | 4 | 2  | 2                              | 3                              |
| 1                           | 560          | въздух                            | 20     | масло           | —              | 4 | 4  | 4                              | 1                              |
| 4                           | Исходен 08КП |                                   |        |                 |                |   |    |                                |                                |

Силата на интензитета е от 1 до 5

Образците са предварително подготвени в следните режими: образец 3 е подложен на режим 1, образец 2 през режими 1 и 2, образец 1 през режим 1 и 3.

## 2.2. Карбонитриране.

За провеждане на експеримента, подготвените ленти се карбонитрират и една част от тях се нагряват повторно и охлаждат в масло, а друга част във вода, показани на табл.2 и на фиг.1а и б.



Фиг.1. Режим на обработка на образците

Процесът на карбонитриране се състои от три последователни процеса: реакция, протичащо във външна среда и водеща до образуване на атомен азот; адсорбция; дифузия [1].

Азотирането се провежда най-често в среда от амониак или смес от амониак и други газове. При висока температура амониакът дисоциира и отделя реакционноспособен азот. При дисоциация на амониака в обема на пещта атомарния азот рекомбиниращ бързо и не участва във формирането на дифузионния слой. При дисоциация на границата метал-настища среда полученият атомарен азот адсорбира върху обработваемата повърхност и дифундира в решетката на метала. Наличието на ограничени твърди разтвори и фази на вметване с широк интервал на хомогенност обуславят и различни фазови превръщания в системата Fe-N.

При карбонитриране на нисковъглеродни стомани се формират две основни зони; карбонитридна и дифузионна. В зависимост от азотния потенциал е възможно получаването и на междинен слой, формиран от  $\gamma'$  нитрид и се приема като свързана зона. В зависимост от технологията на охлаждане или след повторно нагриване  $\gamma'$  нитрида се отделя и в карбонитридна и дифузионна зона. След повторно нагриване и охлаждане в различни среди се наблюдава обедняване и разширяване на карбонитридна зона, което спомага за повишаване на еластичните и

свойства. Дифузионната зона, която лежи под нея и се характеризира с непроменена структура, с повишена граница на провлачане вследствие на финодисперсните нитридни отделения и на наличието на напрежения от втори и трети род. Общата дебелина на азотиран слой е равна на сумата от дебелините на карбонитридна и дифузионната зона.

### 2.3. Умора на материала.

Наличието на натискови напрежения в почти целия азотиран слой повишава издръжливостта на детайлите на циклични натоварвания. Абсолютната стойност на границата на умора зависи не само от материала, режима на обработка, но и от схемата на провеждане на експеримента. Редица автори поддържат мнението, че границата на умора зависи преди всичко от дебелината на дифузионния слой и степента на неговото уякчаване (т.е. степента на пресищането му с азот).

Въз основа на експериментални изследвания е доказано, че продължително действащите променливи напрежения не изменят механичните свойства и структура на материала. Установено е, че когато тези напрежения са по-големи от границата на умора на даден материал, след известен брой цикли в него се образуват микропукнатини. Тези микропукнатини се зареждат в повърхнините, където има дракотини, ръзък преход от едно сечение в друго, случайни пукнатини и др. Понякога те започват от вътрешността, където са се образували шупли. Шуплите се напукват, увеличават се постепенно, докато стигнат до повърхността или докато отслабят сечението до такава степен, че детайлът се разрушава внезапно.

### 3. Експериментална част.

Работата започва със свързване на апаратурата, поставя се изследвания обект и след това се монтира вихротоковия датчик на точното разстояние.

Със металното чукче и микрофон се изследва поставения образец. Намира се неговата приблизителна резонансна честота и същата се подава на вибромасата от осцилоскопа, като същата се наглася финно спрямо софтуера за управление.



От усилвателя се избира подаваното напрежение към вибромасата което контролира нейното преместване във вертикално направление чрез което можем да регулираме времетраенето на процеса. Максималната стойност е 30 деления, но при избраната от нас честота 102.7 уреда се претоварва над 13-тото деление, по тази причина за максимален работен режим на усилвателя се приема тази стойност. При тази честота без поставен образец чрез вихротоковия датчик измерихме вертикалното преместване на вибромасата при 13 деления на усилвателя: 300 $\mu$ m.



Фиг.2. Измерване вертикалното преместване на вибромасата

### 3.1. Изследване на пробните образци.

#### ✓ Поставяне на образец 1

При максимален режим на усилвателя от 13 деления образец 1 се пуква на 145 секунда. Резонансната честота намалява до 95 херца което доказва, че в образца са настъпили структурни промени, заражда се пукнатина която ще доведе до разрушаване в зоната на захващане. Експеримента продължава от 80Hz – 11s и на 75Hz – 6s при което образца се разрушава.

За времето от 145s и честота 102.7Hz образец 1 е извършил максимално достижимото преместване от 17mm като при това преместване е постигнато напрежение в зоната на пукване в границата от 745MPa до 800MPa и 21178 цикъла, показани на фиг.3



Фиг.3. Резултати на образец 1

Образувалата се пукнатина е показана на фиг.4, която е довела до разрушаване на образец 1.



Фиг.4. Пукнатина в образец 1

#### ✓ Поставяне на образец 2.

При максимален режим на усилвателя образец 2 се пуква на 149s. Резонансната честота намалява до 95Hz което доказва, че в образца са настъпили структурни промени, заражда се пукнатина която ще доведе до разрушаване в зоната на захващане. Експеримента продължава като се следят данните от осцилоскопа намира се най-голямото преместване което е и сигнал за постигнат резонанс до разрушаване на образца в зоната на захващане.

За общото време от 171s и честота от 102.7 до 44Hz образец 2 е извършил максимално достижимото преместване от 15mm като при това преместване е постигнато напрежение в зоната на пукване в границата от 751MPa до 800MPa и 17199 цикъла, фиг.5.



Фиг.5. Резултати на образец 2

Образувалата се пукнатина е показана на фиг.6, която е довела до разрушаване на образец 2.



Фиг.6. Пукнатина в образец 2

#### ✓ Поставяне на образец 3

При режим на усилвателя от 12 деления образец 3 се пуква на 187s. Резонансната честота намалява до 95Hz което доказва, че в образца са настъпили

структурни промени, заражда се пукнатина която ще доведе до разрушаване в зоната на захващане. Експеримента продължава като се следят данните от осцилоскопа намира се най-голямото преместване което е и сигнал за постигнат резонанс до разрушаване на образца.

За общото време от 199s и честота от 102.7 до 65Hz образец 3 е извършил максимално достижимото преместване от 14mm като при това преместване е постигнато напрежение в зоната на пукване в границата от 765MPa до 800MPa и 16222 цикъла, фиг.7.



Фиг.7. Резултати на образец 3

Образуващата се пукнатина е показана на фиг.8, която е довела до разрушаване на образец 3.



Фиг.8. Пукнатина в образец 3

За по добро онагледяване на резултатите от експеримента, изследваните пробни образци са представени в табл.5.

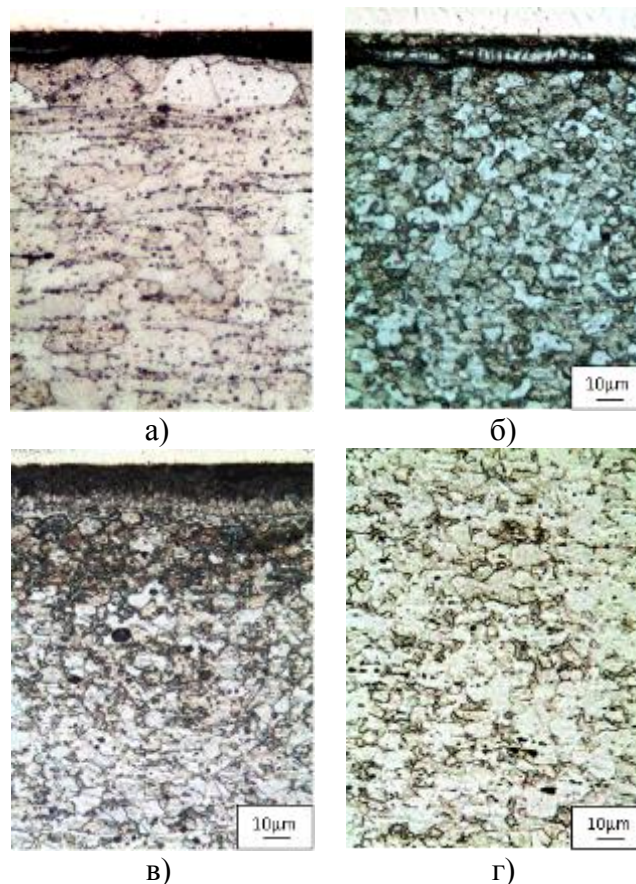
Табл.5. Резултати от експеримента при различни режими на обработка

| Образец № | Режими                 | Цикли до разрушение | Амплитудно напрежение $\sigma_a$ , МПа | Заб.   |
|-----------|------------------------|---------------------|----------------------------------------|--------|
| 1         | NH <sub>3</sub> +масло | 21 178              | 800                                    | пукнат |
| 2         | NH <sub>3</sub> +вода  | 17 199              | 800                                    | пукнат |
| 3         | NH <sub>3</sub>        | 16 222              | 800                                    | пукнат |
| 4         | Исходна 08кп           | 1,00E+06            | 270                                    | оцелял |

3.2. Микроструктурно изследване на пробните образци.

Изготвени са шлифове на пробните образци описани в табл.4, по показаните режимни параметри за микроструктурно изследване.

Резултатите от микроструктурата на слоевете получени след ГКН са показани на фиг.9.



Фиг.9. Микроструктура на образците:

- а) Микроструктура на образец преминали през режим 3 и 1 при увеличение x500;
- б) Микроструктурата на образец преминал през режим 3 при увеличение x500;
- в) Микроструктура на образци преминали през режим 3 и 2 при увеличение x500;
- г) Микроструктура на изходния материал при увеличение x500

3.3. Ренгено-фазов анализ на пробните образци при различни режими на обработка.

На фиг.10 са показани ренгенограми на трите режима на обработка описани в табл.4. Сравнявайки структурите на пробите след ГКН и допълнително повторно нагряване при различни режими на охлаждане са забелязани следните особености:

-при повторно нагряване се отчита нарастване дебелината на изградения карбонитриден слой.

-от проведения рентгеноструктурен анализ се наблюдава обедняване на  $\epsilon$ -фазата на азот (изместване пиковите на изследваната фаза към по големите  $\gamma$ гли).

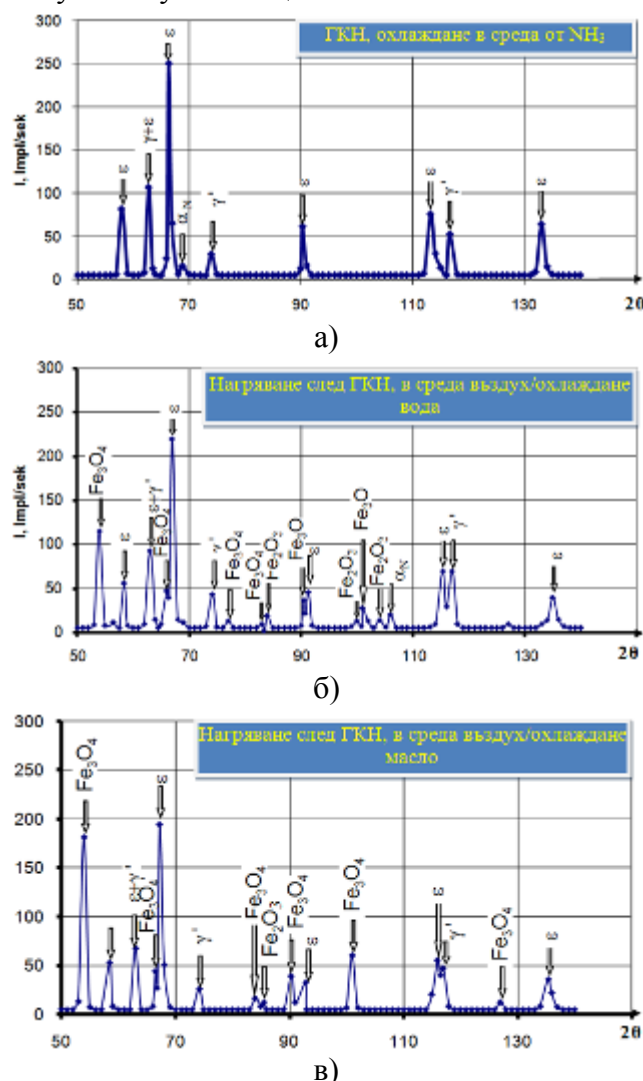
-повторното нагряване в окислителна среда формира на повърхността на пробите окиси от типа Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, които водят до защита от корозия.



-обедняването на  $\varepsilon$ -карбонитрида след повторно нагряване довежда до повишаване жилавостта на пробата и нарастване на уморните характеристики.

-скоростното охлаждане повишава якостните характеристики в дифузионната зона, дължащо се на стареенето протичащо в преситения азотист ферит.

-достигането на висока жилавост на детайл от нисковъглеродна стомана след ХТО е възможно само при дебелина при която материала да е съизмерим с дебелината на получения уякчаващ слой.



Фиг.10. Ренгено-фазов анализ на образците подложени на различни режими

а) при режим 1; б) при режим 1+2; в) при режим 1+3

#### 4. Заключение

1. Получените ломове са изцяло уморни което доказва, че образците са се разрушили в следствие умора на материала.

2. Тъй като дебелината на слоевете е съизмерима с дебелината на пробата то получените резултати са интегрални.

3. С увеличаване или намаляване на напрежението подавано от усилвателя към вибромасата можем да регулираме продължителността на процеса.

4. Колкото по-голямо е преместването на вибромасата толкова по-големи са напреженията в пластинките.

5. Изпитването чрез звукова система, правилното подбиране на вибромаса и използване на изработената методика намаляват времето необходимо за изпитване на умора.

#### 5. Литература

- [1] Атанасова Й., Тодоров Хр., Рашев Г. „Албум по металознание и термична обработка”
- [2] Лахтин Ю.М., „Азотиране стали” – Машиностроение Ленинград, 1960г.
- [3] Прженосил Б., „Нитроциментация” - Машиностроение Ленинград, 1969г.
- [4] Цанко Недев, Витан Гълъбов, Александър Лилев, Аспарух Андонов „Машинознание”
- [5] Димитров Д., Михайлов В., Костов Б., „Проектиране на сонотрод на ултразвуков стенд за изпитване на умора” Технически университет-Варна, 2013г.
- [6] Димитров Ж., Димитров Д., Русев Р., Стефанов С., Йорданов М., „Определяне модулта на еластичност на нискотемпературно азотирани тънки пластини от аустенитна стомана 316L”.
- [7] Zlateva P., Yordanov K, Dimitrov D., Numerical simulation of temperature separation phenomena inside vortex tube, ACTA TEHNICA CORVINIENSIS, University Politehnica Timisoara, ISSN 2067-3809, Fascicule 4, Tome VII, 2014, pp. 23-26.
- [8] Стоянова А., Цонева З., Мечкарова Т., Изследване процесите на повърхностно якостно уякчаване на стомана 45 чрез използване на концентрирани източници на топлина, „Транспорт, екология – устойчиво развитие”, XX НТК с международно участие, ЕКОВАРНА 2014, 15-17 май 2014г., ISBN 954-20-00030.
- [9] Стоянова А., Цонева З., Мечкарова Т., Експериментално-статистическо изследване на оптималните режими за работа под вода и на сухо при повърхностна плазмена термообработка, „Транспорт, екология – устойчиво развитие”, XX НТК с международно участие, ЕКОВАРНА 2014, 15-17 май 2014г., ISBN 954-20-00030.

#### За контакти:

9010 Варна, ул. “Студентска”1  
Технически университет -Варна  
гл.ас д-р инж. Ярослав Аргиров,  
e-mail: [jaroslav1955@abv.bg](mailto:jaroslav1955@abv.bg)

# ИНОВАЦИИ В ОБЛАСТТА НА ЦИФРОВИТЕ МОБИЛНИ КОМУНИКАЦИОННИ СИСТЕМИ

## INNOVATION IN DIGITAL MOBILE COMMUNICATION SYSTEMS

Тодорка Георгиева, Стела Христова

**Abstract :** The article presents the design stages of digital cellular mobile communication system with a specified number of subscribers and predefined convergence area.

The system meets the specific needs of individual organizations, such as location tracking, mobile access to customer information systems, creating a dynamic communications groups, connectivity to existing communication networks of the client.

**Key words:** Digital Mobile Communications, Radio, Packet data, signalization channel, Wide Area Network

### I. ВЪВЕДЕНИЕ

Системата се характеризира с приложението на обща клетъчна инфраструктура с достатъчни трафични възможности, която да бъде колективно използвана от редица организации, фирми и служби. Така се спестяват разходите по изграждане на отделни радиомрежи и се реализират икономии в радиочестотния спектър. Основен принцип на технологията е съвместимостта между крайните устройства (Interoperability) и взаимодействието между различните мрежи (Interworking).

В настоящата работа са реализирани сценарии за изграждане на мобилна мрежа с цифров пренос на данни, високо ниво на сигурност и надеждност.

Управлението на мрежата и абонатите са възлови функции в мобилната система, като управлението на мрежата може да се осъществява чрез отдалечен контрол.

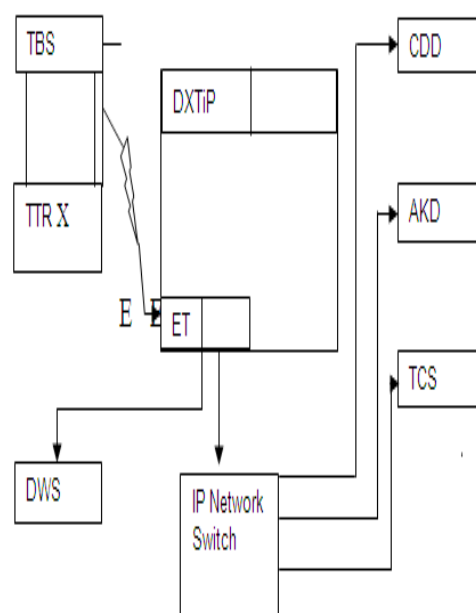
Мрежата дефинира голям набор от шлюзове (GATEWAYS), с което се осигурява богата свързаност към други видове мрежи като PSTN, LAN/WAN, Интернет, чрез междусистемен интерфейс Inter - System Interface /ISI/, Integrated Services Digital Network /ISDN/ [1].

Реализацията позволява свързване на базови станции за други стандарти към мрежовата инфраструктура, използване на мрежови приложения от преносим компютър.

### II. АНАЛИЗ

#### 2.1. Основни характеристики на системата

- структура TDMA
- 4 потребителски канала на честота
- скорост на предаване на информация - 36 kbit/s
- модулация -  $\pi/4$  DQPSK
- кодиране на речта със скорост 7.2 kbit/s (вкл. коригиране на грешките)
- разстояние между дуплексните канали - 10 MHz [2].



Фиг.1. Схема на комутационната система

TBS – TETRA базова станция  
 TTRX – приемно предавателна антена  
 DWS – диспечерска станция – диспечера управлява абонатите  
 ET – терминал за връзка на външни мрежи  
 DXTip – цифрова централа TETRA  
 AKD – мрежа за проверка по автентичност  
 TCS – сървър за осигуряване на свързване, за администриране от трети лица  
 CDD – сървър за конфигуриране и разпределяне на информацията. Осигурява услуга свързана с настройки на мрежата и контрол на натовареността.  
 IPN Switch – комутатор [3].

## 2.2. Оразмеряването на цифровата клетъчна комуникационна система

Изчисленията се извършват за регламентиран брой абонати и зони на обслужване:

Брой абонати 6000;

Площ на обслужваната зона 1500 кв.км;

Използвани услуги - данни и глас.

Предвидени са и следните допускания:

Трафик на абонат – 21 mErl;

3000 абоната ползват услугата- Automatic Vehicle Location /AVL/ ;

Натоварване на AVL на всеки 5 минути по 100 Byte;

Площ на покритие на една БС – 230 кв.км.

За определяне на необходимият брой БС се изхожда от:

$$L = \frac{S_0}{S_k}, \quad (1.1)$$

Където:

L- брой БС ;

$S_0$  - площ на зона на обслужване ;

$S_k$  - площ на една клетка /зона на покритие на една БС/.

$$L = \frac{S_0}{S_k} = \frac{1500}{230} \cong 7 \text{ БС} \quad (1.2)$$

Следващата стъпка е да се определи конфигурацията на базовите станции в

зависимост от предполагаемия трафик, генериран в мрежата.

Приема се, че един абонат генерира 21 mErl/трафик и че 3000 от абонатите използват пренос за автоматизирано определяне на местоположението AVL. Приложението на всеки 5 мин. изпраща информация за местоположението в пакет от 100 byte [4]. Трафикът за глас, генериран от всички абонати, се определя чрез:

$$A = U \cdot A_u, \quad (1.3)$$

където

U – общия брой на абонатите;

$A_u$  – трафик генериран от един абонат.

$$A = U \cdot A_u = 6000 \times 0.021 = 126 \text{ Erl}$$

За определянето на генерирания трафик от абонатите, ползващи системата за определяне на местоположението (AVL), се изхожда от предаването на съобщение с големина 100 байта на всеки 5 минути за абонат, при което се определя честотата на изпращане на данни за един час:

$$F = 60/t, \quad (1.4)$$

където

t – интервала в минути, през който се изпращат данните за местоположение.

Изпращаното съобщение е с големина 100 байта, а времето за изпращане на това съобщение  $t_s$  е:

$$t_s = 100.8 / 4800 = 0.167 \text{ sec},$$

където 8 е факторът за преобразуване на байтове в битове, а 4800 bit/s е скоростта за предаване на данни.

Получената стойност може да се използва за определяне на генерирания трафик от данни  $A_d$  за абонат:

$$A_d = F \cdot t_s / 3600 = 12 \times 0.167 / 3600 = 0.57 \text{ mErl} \quad (1.5)$$

Трафикът, генериран от всички AVL абонати, се определя от:

$$A_{da} = U_d \cdot A_d = 3000 \times 0.57 = 1.7 \text{ Erl}, \quad (1.6)$$

където

$U_d$  – брой абонати, изпозващи AVL.

Следващата стъпка е определянето на необходимия брой разговорни канали за изчисления трафик (глас и данни), генериран от всички абонати в мрежата  $A_0=127,7\text{Erl}$ .

$$P_0 = \frac{\frac{A^N * N}{N! * (N - A)}}{\sum_{X=0}^{N-1} \frac{A^X}{X!} + \frac{A^N * N}{N! * (N - A)}}$$

(1.7)

където,

$P_0$  – вероятността времето за свързване да бъде по-голямо от 0;

$A$  – генериран общ трафик (Erl);

$N$  – брой на разговорните канали.

За изчисления общ трафик, следения брой на разговорни канали е  $N = 184$ , при приета вероятност времето на свързване  $P_0 = 0,1\%$ .

На базата на получения брой на разговорни канали и общия генериран трафик в мрежата, се определя необходимия брой на приемо-предавателите:

$$NTTRX = (NT + NCC)/4, \quad (1.8)$$

където

$NT$  – броят на разговорните канали;

$NCC$  – брой на контролните канали. За избрани 7 TBS (1 MCCN за TBS).

$$NTTRX = (NT + NCC)/4 = (184 + 7)/4 = 47,75$$

Приема се броя на приемо-предавателите да е  $NTTRX = 48$ .

Получените резултати са показани в таблица 1:

Таблица 1

| Трафик, генериран от глас               |          |
|-----------------------------------------|----------|
| Абонат/Sub/                             | 6000     |
| Трафик генериран от един абонат/mEr/    | 21       |
| Трафик генериран от всички абонати/Erl/ | 126      |
| Трафик, генериран от данни              |          |
| Абонати/Sub/                            | 3000     |
| Пакет данни от един абонат/Bytes/       | 100      |
| Честота на изпращане/packet/h/          | 12       |
| Трафик генериран от всички абонати/Erl/ | 1,7      |
| Трафик, генериран от глас + данни       |          |
| Трафик генер. от всички абонати         | 127,7    |
| Определяне на два типа БС               |          |
| Носеща честота/carrier/                 | 4      8 |
| Брой БС                                 | 2      5 |

От направените изчисления се стига до извода, че може да се използва конфигурация от 7 БС с 7 носещи честоти, или конфигурация от 2 БС с 4 носещи честоти и 5 БС с 8 носещи честоти.

### 2.3. Определяне на необходимия брой централа

Избрана е конфигурация, която се състои от два броя 4 carrier TBS и пет броя 8 carrier TBS

$2 \times 4 + 5 \times 8 = 48$  carrier, като  $DXTip /BASE/ = 48$  carrier (Табл. 2).

Таблица 2

| DXTiP        | carrier     |
|--------------|-------------|
| DXTiP /BASE/ | 64 carrier  |
| DXTiP (ext)  | 128 carrier |
| DXTiP (2ext) | 256 carrier |

### III. ИЗВОДИ

В последните години мобилните системи се развиват ускорено като целта на тази технологична еволюция са своевременни и бързи решения на проблеми, свързани с опазването на обществения ред, сигурност и спасяването на човешки живот. С тази цел е и създаването на различни приложения за смарт устройства и предоставят следните комуникационни услуги:

Създаване и получаване на групови и индивидуални повиквания;

Изпращане и получаване на статус и SDS съобщения;

Създаване и провеждане на спешни разговори;

Установяване на позиция чрез SDS/LIP.

Смарт устройствата мога да работят с всички стандартни 3G, 4G и WiFi мрежи.

В настоящата работа е предложен проект на цифрова клетъчна мобилна комуникационна система по стандарт TETRA, обслужващ две организации с общо 6000 абоната на територия 1500 кв.км.

Дадени са възможностите за практическо реализиране на системата.

Направено е предложение за бъдещото развитие на мобилна комуникационна система посредством създаването на приложения за смарт устройства, изпълняващи функциите на мобилни терминали.

### Литература:

[1] Добуж Л., Ян Духа, С. Марhevски, В. Визер, “Мобилни радиомрежи” Джиев Трейд София, 2005г.

[2] Digital Mobile Communications and the TETRA System, John Dunlop, Demessie Girma, James Irvine, 2000.

[3] Glossary / Терминологичен речник/, DN 00126469

[4] You and TETRA Radio, Tetra AS A Tool for Public Safety!, Kimmo Heikkonen, Tero Pesonen, Tiina Saaristo, 2004

#### За контакти:

Технически университет-Варна,  
Катедра КТТ, 9010 Варна,  
ул. “Студентска”1  
тел.:0878148135  
[email:tedi\\_ng@mail.bg](mailto:tedi_ng@mail.bg)



## ИЗСЛЕДВАНЕ И УТОЧНЯВАНЕ ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ ОСОБЕНОСТИ ПРИ ВАКУУМНА ЦИМЕНТАЦИЯ НА ЗЪБНИ КОЛЕЛА ОТ СТОМАНА 30ХГТ

Ярослав Аргиров

**Abstract:** Gears are a great use both in engineering and in instrumentation. In the most elementary type of gearing comprises two meshed gears. One gear is driven, and the other - driven. These gears are used to transmit rotational motion and torque from one shaft to another or to convert rotational movement into translational and vice versa, and also for collecting and separating movements. - Frequently gears by changing the size and direction of the angular velocity.

**Key words:** vacuum carburisation, technological features, gears, steel

### 1. Въведение

Редукторите като механизми имат голямо приложение навсякъде в бита и промишлеността – добивна, преработваща, химическа, селското стопанство, хранително-вкусова и др. Зъбните колела са основните съставни части на зъбните механизми като редуктори, моторредуктори и мултипликатори, предавателни кутии, открити зъбни предавки. От работоспособността на тези елементи до голяма степен зависят надеждността и експлоатационните качества на тези изделия.

Зъбните предавки намират голямо приложение както в машиностроенето, така и в приборостроенето. В най-елементарен вид зъбната предавка се състои от две зацепени зъбни колела. Едното зъбно колело е задвижващо, а другото – задвижвано. Тези предавки служат за предаване на въртливо движение и въртящ момент от един вал на друг или за преобразуване на въртливото движение в постъпателно и обратно, а също така и за събиране и разделяне на движения. Най-често чрез зъбните предавки се променя големината и посоката на ъгловата скорост.

### 2. Подготовка на експеримента.

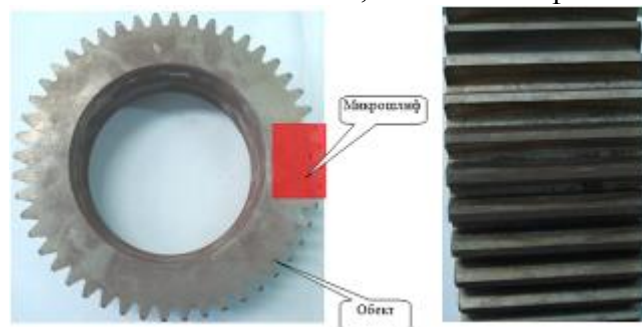
Целта на настоящото изследване е изследване и уточняване технологичните особености при вакуумна цементация на зъбни колела от стомана 30ХГТ.

За уточняване възможностите за промяна на технологичните параметри с цел подобряване на структурата и свойствата на използвания материал се провежда

структурен анализ, рентгенов структурен анализ на зъбно колело от стомана 30ХГТ и определяне на механични свойства (макروتвърдост, микротвърдост в дълбочина на зъба).

#### 2.1. Подготовка на образците.

Предмет на изследване е планетно зъбно колело от стомана 30ХГТ, показано на фиг.1.



Фиг.1. Обект на изследване: планетно зъбно колело от стомана 30ХГТ

В таблици 1, 2 и 3 са показани съответно, химичния състав, механичните и физически характеристики на стоманата [2,9].

Табл.1. Химичен състав на образците

| C           | Si          | Mn        | Ni     | S        | P        | Cr      | Ti          |
|-------------|-------------|-----------|--------|----------|----------|---------|-------------|
| 0,24 - 0,32 | 0,17 - 0,37 | 0,8 - 1,1 | до 0,3 | до 0,035 | до 0,035 | 1 - 1,3 | 0,03 - 0,09 |

Табл.2. Механични характеристики на образците

| Якост на опън, Rm, MPa | Граница на провлачане, Re, MPa | Относително удължение, A, % | Якост на удар, KCV, kJ/m <sup>2</sup> | Относително свиване, Z, % |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 1270                   | 1470                           | 9                           | 59                                    | 40                        |

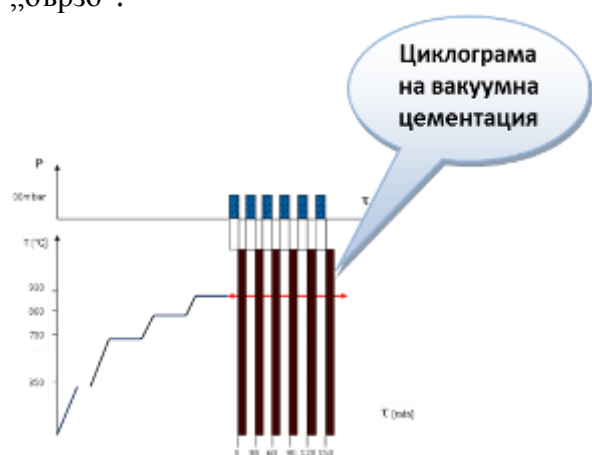
Табл.3. Физически характеристики на образците

| Температура t, °C | Модул на еластичност E.10 <sup>-5</sup> , MPa | Коеф. на терм. линейно разширение α.10 <sup>-6</sup> , 1/K | Коеф. на топлопроводност k, W/(m.K) | Плътност ρ, kg/m <sup>3</sup> | Спец. топл. капацитет Ср, J/(kg.K) |
|-------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 20                | 2.12                                          | 10.5                                                       | 36                                  | 7871                          | 495                                |

## 2.2. Цементация.

За провеждане на експеримента, подготвените проби се подлагат на вакуумна цементация в промишлени условия, при следните режими.

- Зареждане в студена пещ в един ред на 18 бр. зъбни колела;
- насищаща среда –  $C_2H_2$  (ацетилен);
- Температура на насищане –  $930^{\circ}C$ ;
- Време на насищане – 22min;
- Количество натечен газ – 3700ml;
- Вакуум – 08mbar;
- Охлаждане – 35min в масло при температура  $60^{\circ}C$ , разбъркване – с бъркалки „бързо”.



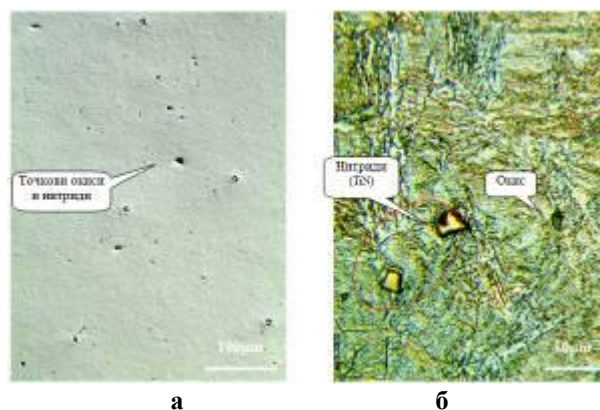
Фиг.2. Циклограма на вакуумна цементация

## 3. Експериментална част.

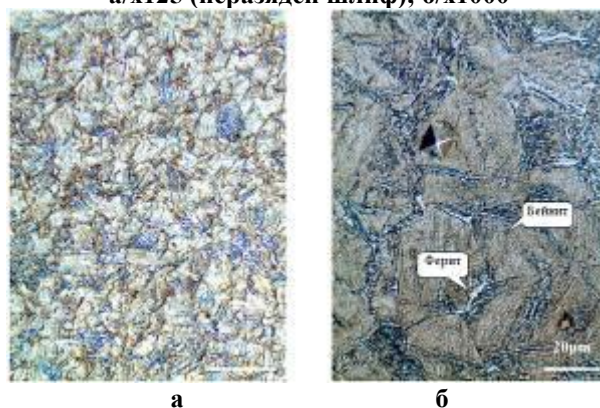
Образците са подложени на следните изследвания: Микроструктурен анализ; Количествен фазов анализ и Микротвърдост на слоевете получени след вакуумната цементация.

3.1. Микроструктурно изследване на изходните пробни образци.

От зъбните колела са изрязани проби и са изработени шлифове за изследване на структурата. Структурата се наблюдава на металографски микроскоп NEORHOT 2. На фиг.3 и фиг.4 е направено микроструктурно изследване на изходните образци от стомана 30ХГТ.



Фиг.3. Неметални включения в стоманата: а/х125 (неразяден шлиф); б/х1000



Фиг. 4. Микроструктура и микротвърдост (HV0,05) на стоманата: а/ х125; б/х500

3.2. Макроструктурно изследване на цементования слой.

Макроструктура на слоя получен след вакуумната цементация е показана на фиг.5.

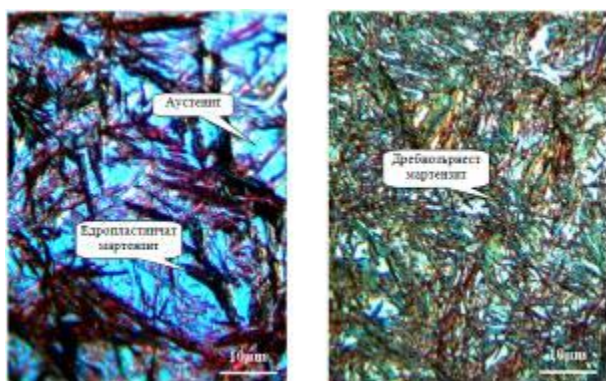


Фиг. 5. Макроструктура на цементования слой

3.3. Микроструктурно изследване на цементования слой.

Снимки от микроскопското изследване на микроструктурата на слоя получен след вакуумната цементация са показани на фиг.6.



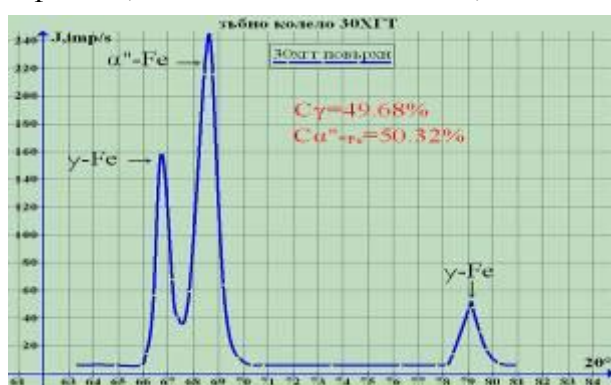


Фиг.6. Микроструктура на цементования слой,  $\times 1000$ : а/ на повърхността; б/ на дълбочина 0,5mm

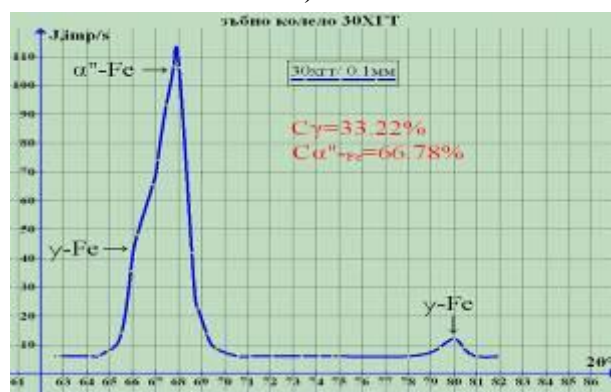
3.4. Рентгено-фазов анализ на пробните образци след вакумна циментация при различна дълбочина.

За получаване на рентгено-фазов анализ образците се подлагат на рентгенов дифрактометър УРС-50ИМ.

На фиг.7 са показани рентгенограми образците подложени на вакумна циментация по описания режим. На фиг.7 а, е рентгенограма на повърхността на образца, а на фиг.7 б, е на дълбочина в слоя 0,1mm.



а)

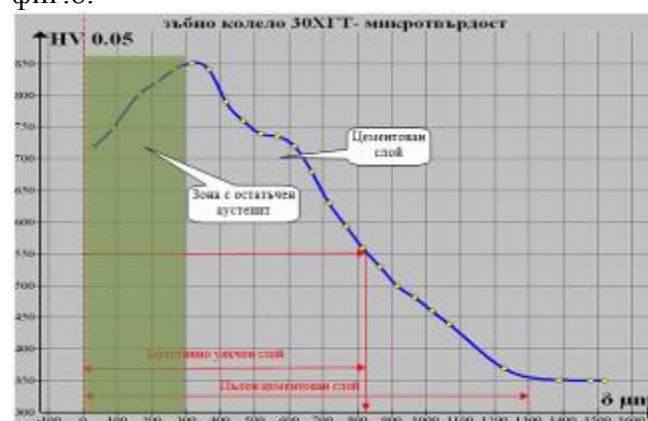


б)

Фиг.7. Рентгенови дифрактограми за фазовия състав на цементования слой: а/ на повърхността; б/ на дълбочина 0,1mm

3.4. Изследване на микротвърдостта на пробите на повърхността и в дълбочина на слоя.

Изследването на микротвърдостта на образците, се осъществява на металографски микроскоп NEOPHOT 2 с помощта на приставка Nanemann 100. Резултатите от изследването са представени в табл.4 и на фиг.8.



Фиг. 8. Разпределение на микротвърдостта в зона с изграден цементован слой

Табл.5. Резултати на микротвърдостта

| № на измерване              | HRC          |                  |
|-----------------------------|--------------|------------------|
|                             | Връх на зъба | Основен материал |
| 1                           | 57           | 32               |
| 2                           | 59           | 29               |
| 3                           | 59           | 31               |
| 4                           | 59           | 36               |
| 5                           | 58           | 37               |
| Измерено (средна стойност): | 58           | 33               |

#### 4. Заключение

1. Високият въглероден потенциал води до значително нарастване на остатъчния аустенит в повърхностния слой на материала. От направените рентгенови изследвания на фиг.7а се вижда, че остатъчният аустенит е 49,68 %

2. От рентгеновите изследвания в дълбочина 0.1mm (фиг.7б) се наблюдава значително по-малко остатъчен аустенит – 33,22 %

3. Особено е, че основният материал показва значително ниската твърдост, която се вижда от Табл.5(HRC 33). Възможно е това да се дължи на не точният химичен състав на стоманата.

4. Другата особеност е получената сорбитна и трооститна структура в основния материал (фиг.4.), дължаща се на факта, че стоманата не е предварително подобрена.

5. Препоръчва се ускоряване процеса на предварително подгряване на заготовките.

6. От резултатите които се получават е желателно снижаване броя на впръскванията на ацетилен с цел снижаване на въглеродния потенциал.

7. От макроанализа се вижда че на повърхността не се получава окисление.

#### За контакти:

9010 Варна, ул. “Студентска”1  
Технически университет -Варна

гл.ас д-р инж. Ярослав Аргиров,  
e-mail: [jaroslav1955@abv.bg](mailto:jaroslav1955@abv.bg)

#### 5. Литература

- [1] Атанасова Й., Тодоров Хр., Рашев Г. „Албум по металознание и термична обработка”
- [2] Лахтин Ю.М., „Азотиrowание стали” – Машиностроение Ленинград, 1960г.
- [3] Прженосил Б., „Нитроциментация” - Машиностроение Ленинград, 1969г.
- [4] Цанко Недев, Витан Гълъбов, Александър Лилов, Аспарух Андонов „Машинознание”
- [5] Димитров Д., Михайлов В., Костов Б., “Проектиране на сонотрод на ултразвуков стенд за изпитване на умора” Технически университет-Варна.,2013г.
- [6] Zlateva P., Yordanov K, Dimitrov D., Numerical simulation of temperature separation phenomena inside vortex tube, ACTA TEHNICA CORVINIENSIS, University Politehnica Timisoara, ISSN 2067-3809, Fascicule 4, Tome VII, 2014, pp. 23-26.
- [7] Стоянова А., Цонева З., Мечкарова Т., Изследване процесите на повърхностно якостно уякчаване на стомана 45 чрез използване на концентрирани източници на топлина, “Транспорт, екология – устойчиво развитие”, XX НТК с международно участие, ЕКОВАРНА 2014, 15-17 май 2014г., ISBN 954-20-00030.
- [8] Стоянова А., Цонева З., Мечкарова Т., Експериментално-статистическо изследване на оптималните режими за работа под вода и на сухо при повърхностна плазмена термообработка, “Транспорт, екология – устойчиво развитие”, XX НТК с международно участие, ЕКОВАРНА 2014, 15-17 май 2014г., ISBN 954-20-00030.

## ОКСИКАРБОНИТРИРАНЕ В АТМОСФЕРИ, ПОЛУЧЕНИ ОТ ТЕЧНИ СУБСТАНЦИИ, СЪДЪРЖАЩИ МЕТАНОЛ, ВОДА И КАРБАМИД

Пламен Петров

**Abstract:** The possibilities for carrying out the chemical heat treatment of steels in environments obtained by introducing methanol, water and urea in a retort furnace. Studies have cover technical pure iron and two carburizing steels. On the basis of microstructural analysis, X-ray phase analysis, surface hardness and distribution of microhardness in the diffusion layers are made conclusions about the opportunities of oxidation processes, oxynitrocarburizing and nitrocarburising in question atmospheres.

**Keywords:** thermos-chemical treatment, nitrocarburising, oxynitrocarburizing, oxynitriding

Един от методите за повърхностно химико-термично обработване на повърхностите на детайли от железни сплави са карбонитриране и оксикарбонитриране, представляващи комплексно насищане на повърхността на изделията едновременно с азот и въглерод, а за вторите и кислород, целящи повишаване на износоустойчивост, корозионна устойчивост или подобряване естетичния вид на изделията. Извършва се при температура 500-590°C. Разработени са и развити различни технологии за провеждането им [1,2,3,4,5,6]. В повечето от тях насищащата атмосфера се получава предварително в специални газгенератори, представляващи сложни скъпоструващи съоръжения. В ТУ-Варна е разработена безгенераторна технология при която насищащата атмосфера се получава от дозирани количества амониак и въглероден двуокис. В случая за получаване на насищащата атмосфера се използват бутилки със споменатите газове, като се изграждат газостанции и газоразпределителни табла в допълнение към пещите за химико-термично обработване (ХТО). Още по-икономични са технологиите при които газовата атмосфера се получава чрез пиролиза на течности въвеждани непосредствено в ретортите им, като такива са широко разпространени в промишлеността за процеса цементация на стоманени детайли. В лабораторията по химико-термично обработване към ТУ-

Варна са разработенени варианти за газово карбонитриране в среда получена от метанол и карбамид, чрез въвеждане на средата под налягане през дюза, а също и само с карбамид въвеждан, чрез шнек. Разработени са също и успешно се прилагат и технологии за нитроцементация в среда от метанол, ацетон и карбамид. В настоящата работа авторът си поставя за цел да се установят възможностите за провеждане на газово оксикарбонитриране в газова среда получена от смеси от метанол, вода и карбамид, подавани, в ретортата на пещите за химико-термично обработване, по капков път.

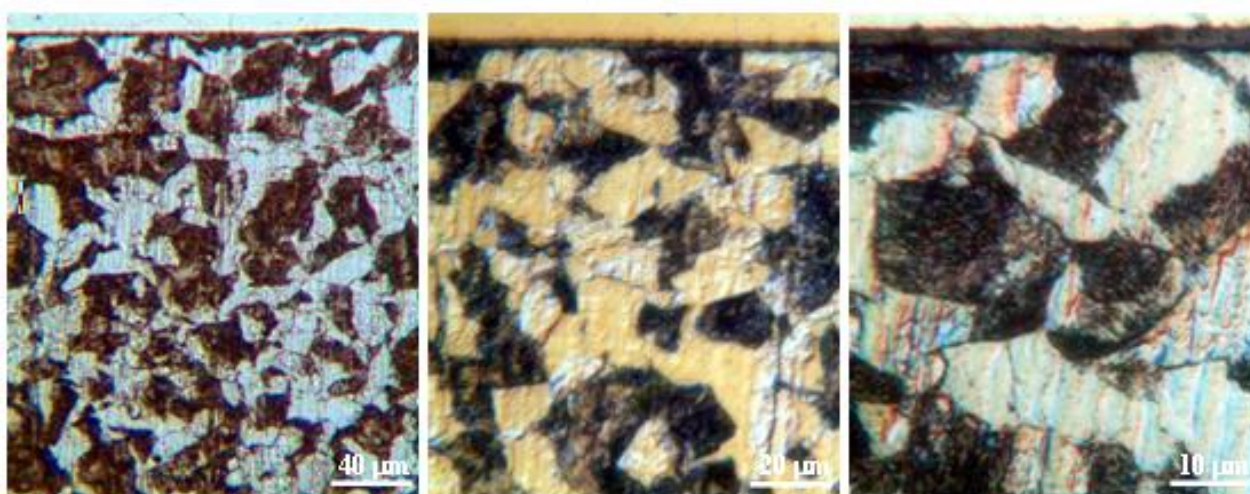
**Методика:** За провеждане на изследванията са подбрани образци от технически чисто желязо и често подлаганата на карбонитриране цементуема стомана 18ХГТ. Използваните технологични режими на насищане са съгласно Табл.1, след което пробите са подложени на микроструктурен анализ, определена е повърхностна твърдост по метод на Викерс с натоварвания 5 и 10 кг, построени са криви на разпределение на микротвърдостта от повърхността към сърцевината на основния материал и е проведен рентгеноструктурен фазов анализ.

**Резултати:** За двата изследвани материала са получени сходни резултати, поради което на фигурите са представени тези за по-често използваната в практиката на газово карбонитриране цементуема стомана.

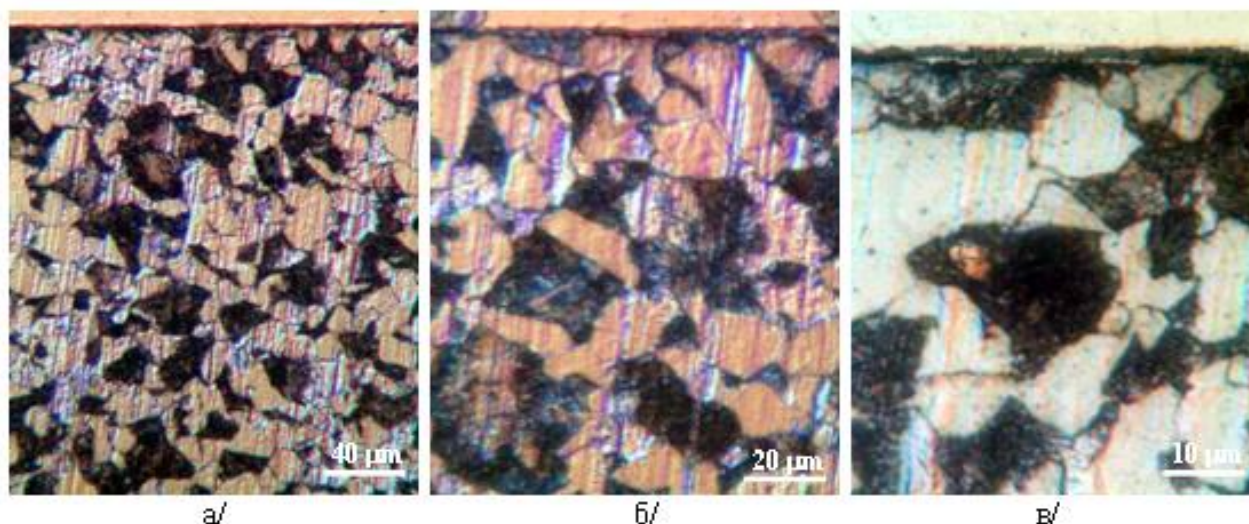


**Табл.1** Използвани технологични режими за химико-термично обработване

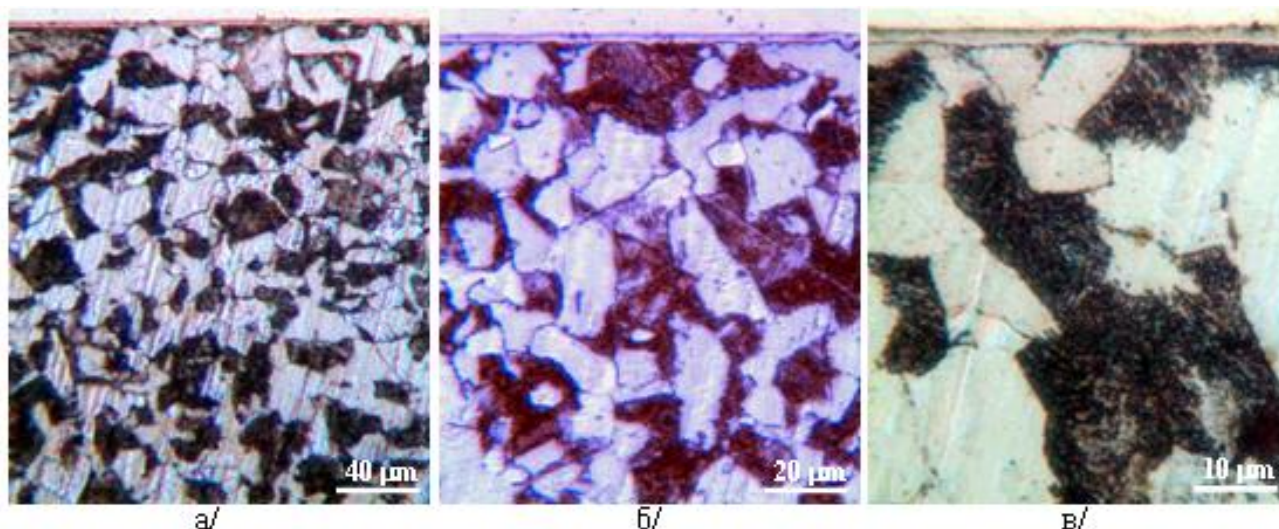
| Режими | Температура,<br>°C | $\tau$ ,<br>h | Използвана течна субстанция                         |
|--------|--------------------|---------------|-----------------------------------------------------|
| 1      | 530                | 4             | метанол : вода – 1:1<br>с разтворен карбамид 130g/l |
| 2      | 530                | 4             | метанол : вода – 10:1 с разтворен карбамид 130g/l   |
| 3      | 530                | 4             | метанол с разтворен карбамид 130g/l                 |



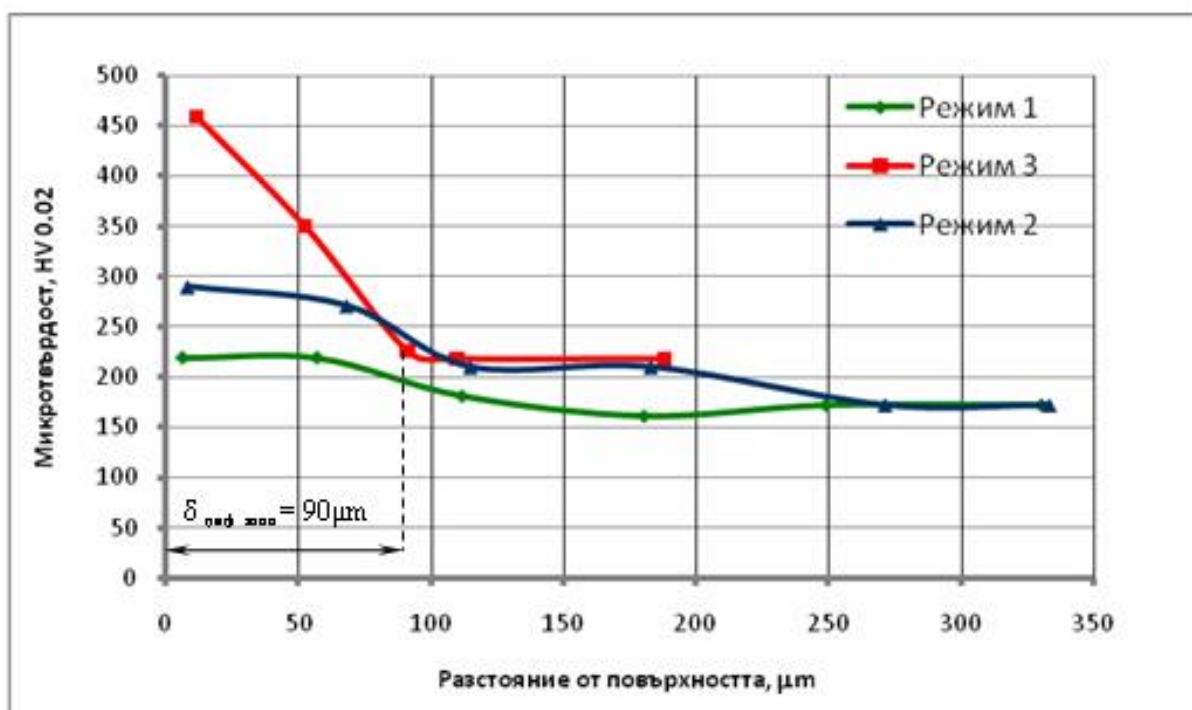
**Фиг. 1.** Микроструктура на стомана 18ХГТ след ХТО по режим 1:  
а/ x250; б/х500; в/х1000



**Фиг. 2.** Микроструктура на стомана 18ХГТ след ХТО по режим 2:  
а/ x250; б/х500; в/х1000



Фиг. 3. Микроструктура на стомана 18ХГТ след ХТО по режим 3:  
а/ x250; б/ x500; в/ x1000



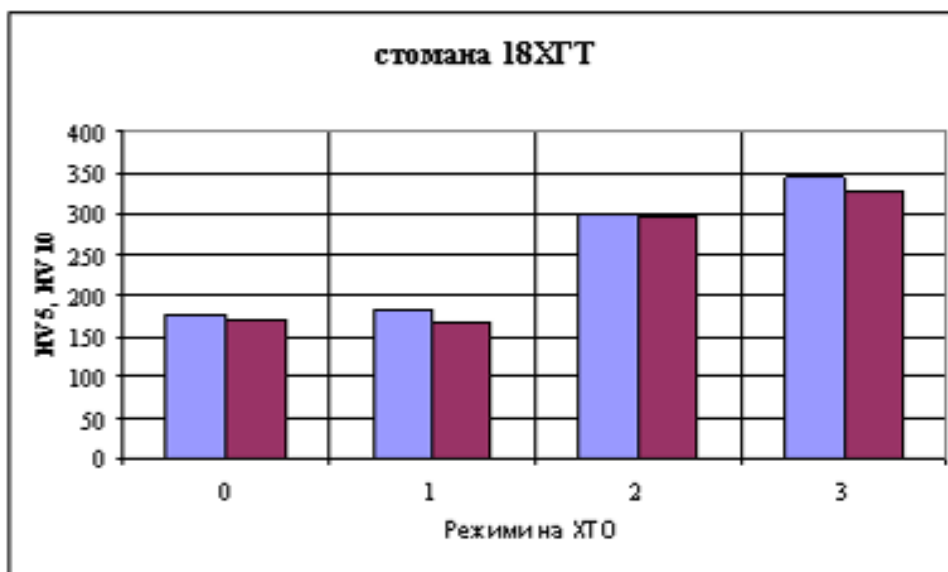
Фиг. 4. Микротвърдост на стомана 18ХГТ след ХТО по режими 1, 2 и 3

#### Анализ на получените резултати:

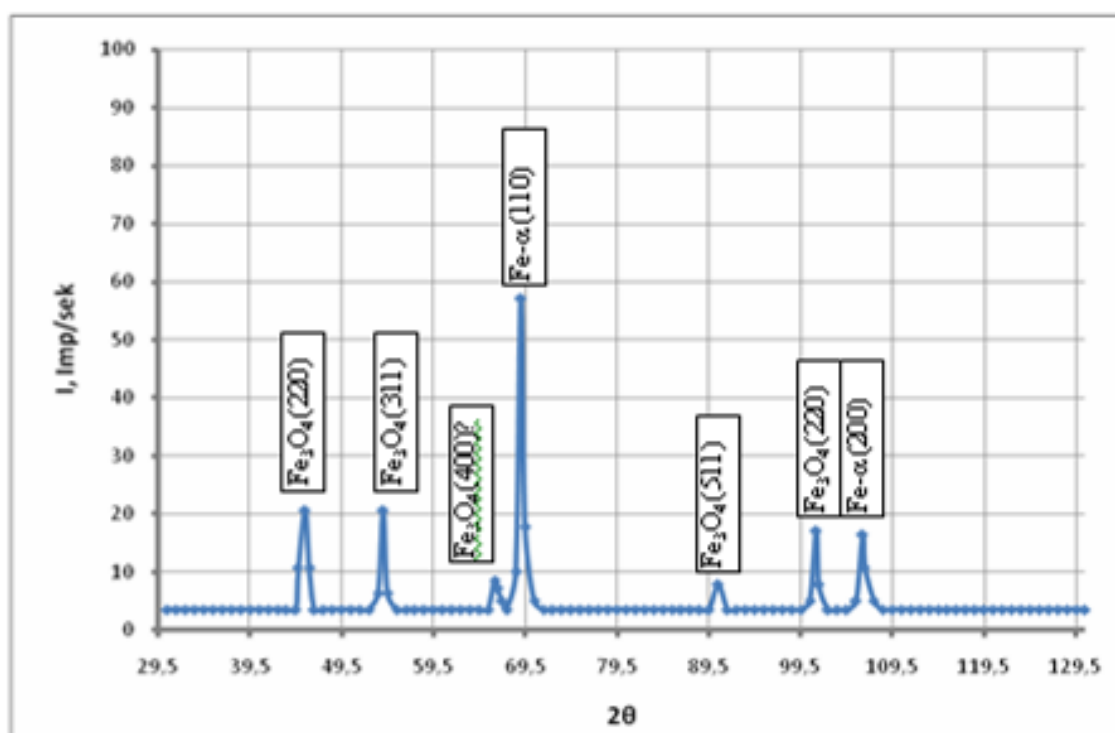
При проведените режими на химико – термично обработване на изследваните стомани бе установено, че различните насищащи атмосфери променят характера на процесите на насищане. Проведеният фазов анализ (фиг. 6) показва, че при насищаща атмосфера, получена от равни количества метанол и вода с разтворени 130g/l карбамид, получените фази по повърхността на пробните тела са  $\alpha$ -Fe и железният окис

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  (магнетит), т.е. този режим на химико – термично обработване осигурява оксидиране на пробите, като на повърхността им е изграден желаният в тези случаи железен оксид с дебелина 2-3  $\mu\text{m}$  (фиг.1). Металографският анализ показва също, че полученият в случая оксиден слой е плътен, с равномерна дебелина, като осигурява добър външен вид с наситен черен цвят на пробите. При провеждане на процесът по режим 1 не





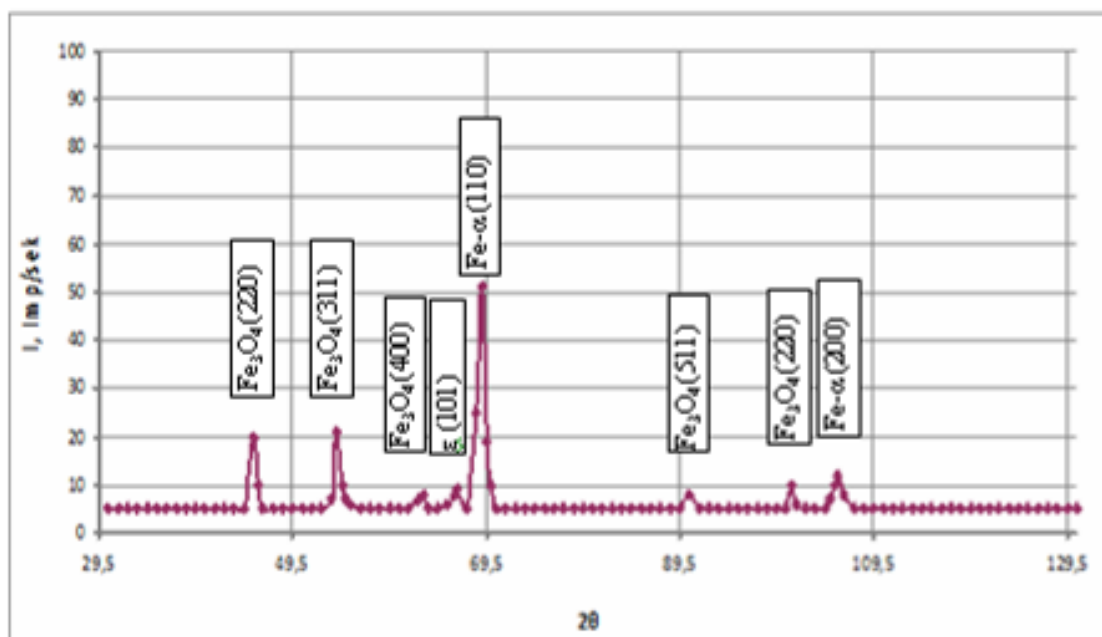
Фиг. 5. Повърхностна твърдост на стомана 18ХГТ след ХТО по режими 1, 2 и 3  
HV5 ■ HV10 ■



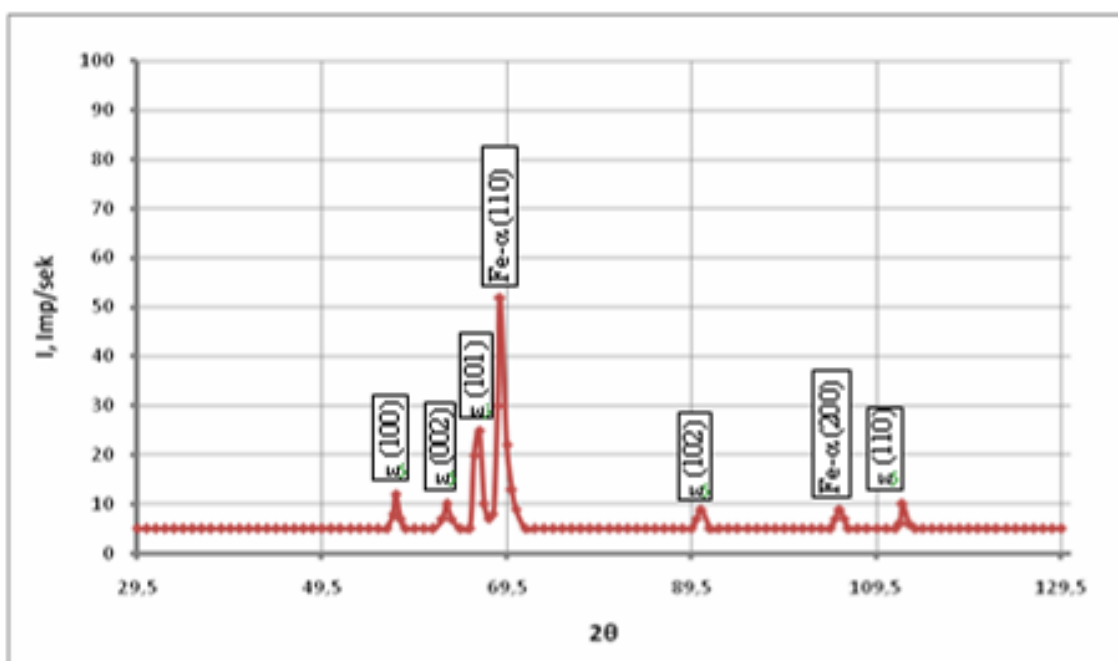
Фиг.6. Рентгеноструктурен фазов анализ на стомана 18ХГТ след ХТО по режим 1

бяха наблюдавани проблеми при въвеждането на течната субстанция по капков път, тъй като в състава и количеството вода е голямо, а разтворимостта на карбамид във вода многократно надвишава тази в метанол. Химико – термичното обработване по режим 2 бе извършено след получаване на резултатите по режим 1, като в случая

количеството вода бе десетократно намалено с цел да се повиши азотиращия потенциал на насищащата атмосфера, за сметка на намаляване на окислителният и потенциал. Въпреки това, получените резултати след този режим показаха, че атмосферата и при това съотношение метанол : вода (10:1) отново е твърде висок, за да се приеме, че получаваме



Фиг.7. Рентгеноструктурен фазов анализ на стомана 18ХГТ след ХТО по режим 2



Фиг.8. Рентгеноструктурен фазов анализ на стомана 18ХГТ след ХТО по режим 3

оксикарбонитриране, с изграждане на оксидни и нитридни фази, едновременно. Само при стомана 18ХГТ е регистриран  $\epsilon$  – нитрид в малки количества (фиг. 7) и то само по дифракционен максимум с максимален интензитет за тази фаза. Това, че при стомана 18ХГТ при този режим има и нитриден слой се потвърждава и от повишените и в случая повърностна твърдост (298 HV5; 296 HV10) и

микротвърдост (фиг. 4 и фиг. 5). Металографският анализ на тази стомана след режим 2 също показва наличие на тънък, прекъснат нитриден подслой, който се забелязва сравнително добре при по-големи металографски увеличения (фиг.2в). Микроструктурният анализ на армко желязо след ХТО по режим 2 показва, че при него също са налице следи от формиране на

нитриден слой, но той е по – слабо изграден от този при 18ХГТ и не е регистриран при проведените за него фазов анализ.

При химико – термичното обработване на стоманите по режим 3 – без добавяне на вода към течната субстанция не се регистрират оксидни фази при проведените фазов анализ (фиг.8). В случая регистрираните фази са Fe и  $\epsilon$  – нитрид. Съотношението на максималните интензитети на тези фази показва, че при стомана 18ХГТ количеството на  $\epsilon$  – нитрида е вероятно по – голямо от това при армко желязо, което може да се обясни с по – голямото количество легиращи елементи в тази стомана. Както е известно, с увеличаване на легиращите елементи се повишава дебелината и твърдостта на свързаната зона за сметка на намаляване на развитието на дифузионна зона. Постигнатите стойности за повърхностна твърдост и микротвърдост на стоманите при този режим показват, че азотния потенциал на атмосферата е значително по – нисък от този на атмосфери, получени по безгенераторната технология на ХТО по метода “Carbonit” от  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$ , при които при сходни условия се получават значително по – добри резултати за насищаните стомани. Ако стремежа е да се постигне по – висока износоустойчивост на изследваните стомани в атмосфера, получена по режим 3, оптимизиране на резултатите следва да се търси чрез повишаване на температурата и времетраенето на процесите.

При провеждане на ХТО по режими 2 и 3 се забелязват проблеми с транспортирането на течността в пешното пространство, тъй като разтворите са с концентрация, прекалено близка до тази на насищане и при нагряване и изпаряване на разтворителя се наблюдава процес на кристализация на соли в края на тръбопровода, в близост до пешното пространство. В случай, че трябва да бъдат провеждани обработки по тези режими трябва да бъдат взети мерки за охлаждане на въвеждащият течността тръбопровод.

#### **Изводи:**

- Проведеното химико – термично обработване на изследваните стомани в атмосфера, получена от течна субстанция, съдържаща равни количества метанол и вода, при разтворени 130g/l карбамид, с успех може да се използва с цел оксидиране, тъй като осигурява равномерен и плътен слой от магнетит ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ).
- Подбраната температура на насищане ( $530^\circ\text{C}$ ) осигурява получаването на еднофазен оксиден слой без наличие на хематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).
- При използваната дълготрайност на процесите е установено, че в получените оксидни слоеве не присъства хематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), което е доказателство, че оксидиращата способност на получените атмосфери е значително по – ниска от тази на въздуха и гарантира получаването на оксиден слой само от магнетит ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ).
- При необходимост от получаване на оксидни слоеве с по – малка дебелина следва да се намали продължителността на процесите на ХТО.
- Азотиращият потенциал на получените атмосфери е недостатъчен, т.е. предложените режими следва да се прилагат при изисквания за постигане на по – добра корозионна устойчивост на детайлите.
- За постигането на износоустойчивост от изследваните режими следва да се предпочита режим 3 с препоръка за удължаване на времето за насищане до 6 – 8ч.
- Едновременно наличие на оксиден и карбонитриден слой, т.е. процес на оксикарбонитриране в атмосфери, получени от метанол, вода и карбамид, следва да се търси в количествените съотношения метанол : вода до 10:1, тъй като при това съотношение азотиращият потенциал на средата не е достатъчен за изграждането на непрекъснат нитриден слой под оксидния.



**Литература:**

- 1.Бучков Д., В. Тошков Йонно азотиране. Държавно издателство „Техника”. София, 1990
- 2.Dr. –Ing. R. Chatterjee-Fisher. Азотирование и карбонитрование (превод от немски). Москва, „Металлургия”, 1990
- 3.Рашков Н. Термична обработка на стоманите. Държавно издателство „Техника”. София, 1977
- 4.[http://www.tu-plovdiv.bg/content/files/09,Journal\\_402.pdf](http://www.tu-plovdiv.bg/content/files/09,Journal_402.pdf)
- 5.Данев Пл. С. „Уредба и технологии за вакуумно азотиране, карбонитриране и оксикарбонитриране. 2004 г.
- 6.Прокошкин Д. А. „Химико-термическая обработка металлов-карбонитрация”, Москва, 1984 г.

**За контакти**

Технически университет-Варна,  
9010 Варна, ул. “Студентска”1А  
за Добруджански технологичен колеж /  
Катедра МТМ,  
гл.ас. д-р инж.Пламен Недков Петров  
тел.:052/383- 576  
[www.petpl@abv.bg](mailto:www.petpl@abv.bg)

## РАЗМИТА КЛЪСТЕРИЗАЦИЯ НА ДАННИ FUZZY CLUSTERING OF DATA

Цветанка Ковачева

**Abstract.** In the paper is considered the fuzzy c-means method, which is one of the most commonly used methods for multidimensional data analysis. Some different types of data using the square of the Euclidean metrics are clustered and the results are compared with those of hard c-means clustering. The basic mathematical characteristics of the resulting clusters are calculated. The results of clustering in case of border data and outliers from the cluster centers are discussed. Calculations are made in Matlab.

**Key words:** cluster analysis, fuzzy clustering, membership degree

### 1. Въведение

Клъстерният анализ (cluster analysis) е общ подход за статистически анализ на многомерни данни [3,5,6]. Неговата цел е да намери оптимално групиране на данните, при което елементите в даден клъстер са подобни. За измерване на близостта (сходството) се използват различни метрики: Евклидова, диагонална, Маханобисова и др.

В зависимост от това дали броят на клъстерите е предварително зададен се използват две основни клъстерни техники:

- *йерархична* – броят на клъстерите не е известен (Фиг.1):

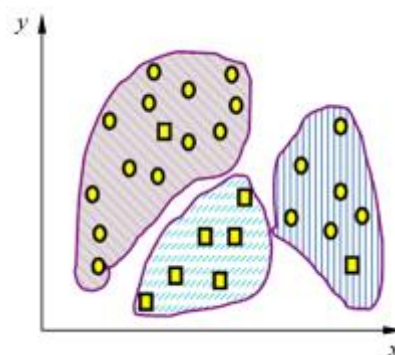
- *агломеративна* - bottom up (AGNES – AGglomerative NESTing);
- *дивизивна* - the top down (DIANA – DIvisive ANALysis).

- *итерационна* – броят на клъстерите е зададен – метод на *c*-средните, метод на размитите *c*-средни и др. (Фиг.2).

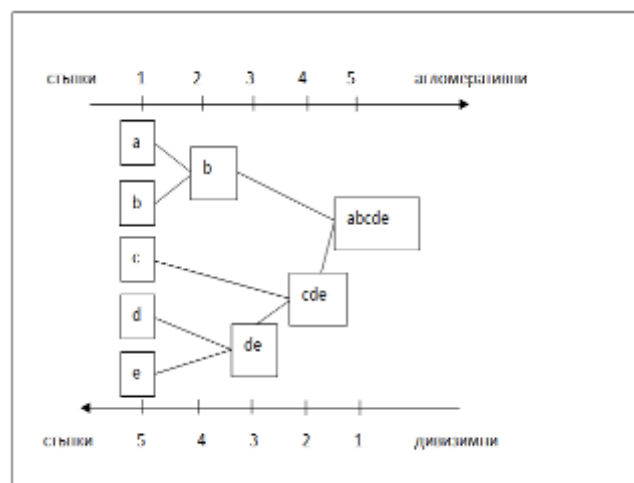
При клъстеризацията на данни се използват следните два метода:

- *конвенционални (неразмити, твърди)* – изходното множество от обекти се разделя на непресичащи се подмножества (клъстери) (Фиг.3). Всеки обект от множеството принадлежи само на един клъстер.

- *размити* – един и същ обект принадлежи едновременно на няколко (или на всички) клъстери, но с различна степен (Фиг.4).

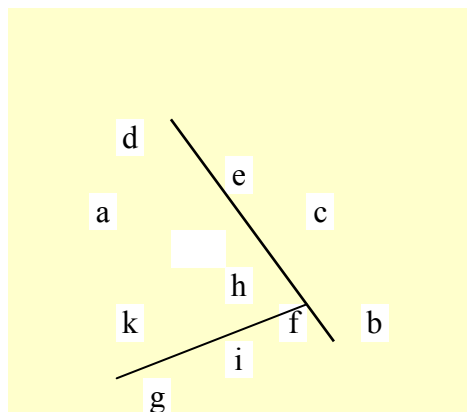


Фиг.1. Йерархичен подход

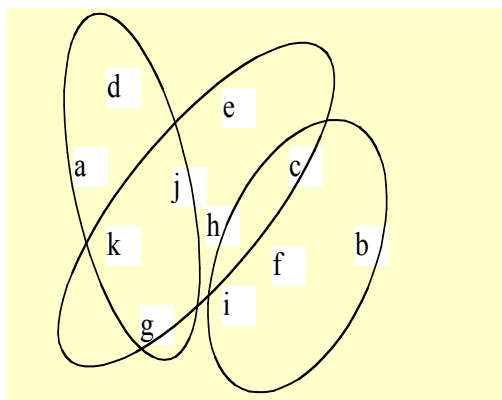


Фиг.2. Итерационен подход

В много случаи размитата клъстеризация се явява по-естествена от твърдата, например за обекти, които се явяват на границата на клъстерите.



Фиг.3. Неразмити клъстери



Фиг.4. Размити клъстери

В статията се разглежда метода на размитите  $c$ -средни, като разширение на метода на  $c$ -средните с цел намиране на оптимално разделяне на множество  $S$ , в случаите когато има данни на границата на два или повече клъстери, а и такива които са твърде отдалечени от центровете им и тяхното влияние върху характеристиките на клъстерите. Това дава възможност да се видят някои от предимствата на размитите методи пред конвенционалните.

Разгледани са два примера – единия със структурирани данни, а другия е с нормално разпределени генерирани данни. Данните са клъстеризирани по метода на  $c$ -средни и размити  $c$ -средни. Получените резултати са представени графично. Изчислени са основните характеристики на клъстерите.

## 2. Метод на $c$ -средни и размити $c$ -средни [1,2,4,7,8]

### 2.1. Входно множество от данни

Нека множеството  $S = (s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_m)$  съдържа  $m$  данни (обекти, наблюдения).

Всеки обект се характеризира с  $n$  признаци (свойства)

$$s_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ij}, \dots, s_{in}) \quad (1)$$

където -  $a_{ij} \in \mathfrak{R}$ ,  $i = \overline{1, m}$ .

Данните могат да се представят като точки в  $\mathfrak{R}^n$ .

Множеството  $S$  се описва със следната матрица на данните

$$X = (a_{ij})_{m,n} \quad (2)$$

в редовете на която са описанията на обектите, а в стълбовете – на техните признаци.

### 2.2. Твърди и размити разделяния

Твърдо разделяне на множеството  $S$  на  $c$  непересичащи се подмножества (клъстери)  $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_c$ , за което

$$\bigcup_{i=1}^c \pi_i = S; \pi_i \cap \pi_j = \emptyset, i \neq j; \quad \emptyset \subset \pi_i \subset S, i = \overline{1, c} \quad (3)$$

Разделянето  $\Pi(S) = \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_c\}$  на множеството  $S$  е удобно да се представи с матрицата

$$U = (\mu_{ik})_{c,m} \quad (4)$$

където –  $\mu_{ik}$  - степен на принадлежност на  $k$ -тия обект към  $i$ -тия клъстер.

Матрицата  $U$  има следните свойства:

$$\mu_{ik} \in \{0,1\}, i = \overline{1, c}, k = \overline{1, m} \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^c \mu_{ik} = 1, k = \overline{1, m} \quad (6)$$

$$0 < \sum_{k=1}^m \mu_{ik} < m, i = \overline{1, c} \quad (7)$$

Пространството от всички възможни матрици на разделяне за множеството  $S$  се дефинира по следния начин

$$M_{hc} = \left\{ U \in \mathfrak{R}^{c \times m} \mid \mu_{ik} \in \{0,1\}, \forall i, k; \sum_{i=1}^c \mu_{ik} = 1, \forall k; \right. \\ \left. 0 < \sum_{k=1}^m \mu_{ik} < m, \forall i \right\} \quad (8)$$

При размитото разделяне на множеството  $S$  матрицата (4) притежава следните свойства:

$$\mu_{ik} \in [0,1], i = \overline{1, c}, k = \overline{1, m} \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^c \mu_{ik} = 1, k = \overline{1, m} \quad (10)$$

$$0 < \sum_{k=1}^m \mu_{ik} < m, \quad i = \overline{1, c} \quad (11)$$

От (9) се вижда, че при размитото разделяне степента на принадлежност на всеки обект към даден размит клъстер е число между 0 и 1, а не само 0 или 1, както при твърдото разделяне (5).

От уравненията (6) и (10) следва, че общата степен на принадлежност на всеки обект  $S_i$  от  $S$  е равна на 1.

Пространството от всички възможни матрици на размитото разделяне за множеството  $S$  се дефинира по следния начин

$$M_{fc} = \left\{ U \in \mathbb{R}^{c \times m} \mid \mu_{ik} \in [0, 1], \quad \forall i, k; \quad \sum_{i=1}^c \mu_{ik} = 1, \quad \forall k; \right. \\ \left. 0 < \sum_{k=1}^m \mu_{ik} < m, \quad \forall i \right\} \quad (12)$$

### 2.3. Метод на $c$ -средните

При метода на  $c$ -средните ( $k$ -means, hard  $c$ -means, crisp) предварително се определя предварително броя клъстерите  $c$ . Отчита се разстоянието на всяка точка на множеството  $S$  до избраните центрове на клъстерите, като най-близкото разстояние определя принадлежността на точката към съответния клъстер. Следователно за елементите на двоичната матрица  $U \in M_{hc}$  (4) е изпълнено

$$\mu_{ik} = \begin{cases} 1, & \|s_k - v_i\|^2 \leq \|s_k - v_j\|^2, \quad \forall j \neq i \\ 0, & \text{в противния случай} \end{cases} \quad (13)$$

Целевата функция има вида

$$F_h = \arg \min_{\Pi(S)} \sum_{i=1}^c \sum_{s_k \in \pi_i} \|s_k - v_i\|^2 \quad (14)$$

където  $\|\cdot\|^2$  - квадрат на Евклидовата норма;

-  $v = (v_1 \ v_2 \ \dots \ v_i \ \dots \ v_c) \in M_{hc}, \quad v_i \in \mathbb{R}^n$  -

вектор на клъстерните центрове;

$$v_i = \frac{\sum_{s_k \in \pi_i} s_k}{|\pi_i|} \quad (15)$$

-  $|\pi_i|$  - брой на обектите на  $i$ -тия

клъстер.

Клъстеризацията на данните се свежда до решаване на следната *оптимизационна задача*: търси се матрица  $U \in M_{hc}$ ,

минимизираща стойността на критерия (14). Дискретният характер на твърдото разделяне води до трудности при намиране на оптимална клъстеризация, поради негладкостта на целевата функция.

*Алгоритъмът* на  $c$ -средните е следния:

1 *стъпка* – *определяне на основните параметри* – избор на желания брой клъстери  $c$ , задаване на максимален брой на итерациите  $N$ , задаване на параметър  $\varepsilon > 0$  за прекратяване на алгоритъма.

2 *стъпка* – *инициализация* – избор на клъстерни центрове  $v_i, i = \overline{1, c}$ .

3 *стъпка* – *класификация* – изследване на всяка точка от зададеното множество  $S$  и причисляването му към клъстер, чиито център е най-близко до нея.

4 *стъпка* – *изчисляване на нови клъстерни центрове*  $v_i^*, i = \overline{1, c}$  по формула (15).

5 *стъпка* – *критерии за сходимост* – при достигане на максималния брой на итерациите  $N$  или изпълнение на условието  $\|v - v^*\| < \varepsilon$  при две последователни стъпки на итерацията - изход от алгоритъма, в противен случай  $v = v^*$  и се повтаря стъпка 3.

### 2.4. Метод на размитите $c$ -средни

Методът на размитите  $c$ -средните (fuzzy  $c$ -means) е един от най-често използваните клъстерни методи и е въведен от Бездек през 1981, като разширение на метода на  $c$ -средните. След предварително определяне на броя на клъстерите  $c$ , входното множество от данни  $S$  се разделя на  $c$  размити клъстери. Данните се причисляват към клъстерите със съответна степен на принадлежност изменяща се в интервала  $[0, 1]$ . Целевата функция има вида

$$F_f = \arg \min_v \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^m \mu_{ik}^w \|s_k - v_i\|^2 \quad (16)$$

където -  $v = (v_1 \ v_2 \ \dots \ v_i \ \dots \ v_c) \in M_{fc}, \quad v_i \in \mathbb{R}^n$  - вектор на клъстерните центрове;

-  $w \in \mathbb{R}, \quad w \geq 1$  - експоненциално

тегло, което определя степента на размитост на получените клъстери и влияе на стойностите на степените на принадлежност.

От необходимото условие за екстремум на функцията  $F_f$  частните й производни относно  $\mu_{ki}$  и  $v_i$  са равни на нула. От получените уравнения и условие (10) се изчисляват степените на принадлежност и центровете на клъстерите

$$\mu_{ik} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \left( \frac{\|S_i - v_k\|}{\|S_i - v_j\|} \right)^{\frac{2}{w-1}}} = \frac{1}{\sum_{k=1}^c \left( \frac{d_{ij}}{d_{ik}} \right)^{\frac{2}{w-1}}} \quad (17)$$

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^m \mu_{ik}^w S_k}{\sum_{k=1}^m \mu_{ik}^w} \quad (18)$$

Намирането на матрица  $U \in M_{fc}$  с минимална стойност на критерия (16) е задача на нелинейната оптимизация. Най-често използван метод за нейното решаване е разглеждания метод на размитите  $c$ -средните, в основата на който е метода на неопределените множители на Лагранж. Той позволява да се намери локален оптимум, затова изпълнението на алгоритъма от различни начални точки може да доведе до различни резултати.

Алгоритъмът на размитите  $c$ -средни е следния:

*Стъпка 1. Определяне на основните параметри:*  $0 < c < m$  - брой на клъстерите,  $w > 1$  - експоненциално тегло, задаване на максимален брой на итерациите  $N$ ,  $\varepsilon > 0$  - параметър за прекратяване на алгоритъма.

*Стъпка 2. Инициализация* - съставяне по случаен начин на матрицата  $U$ , която да удовлетворява условията (9) – (11).

*Стъпка 3.* Пресмятат се размитите центрове  $v_i$ ,  $i = \overline{1, c}$  на клъстерите по формула (18).

*Стъпка 4.* Преизчисляват се елементите на случайно избраната матрица на размито разделяне  $U^* \in M_{fc}$  по формула (17).

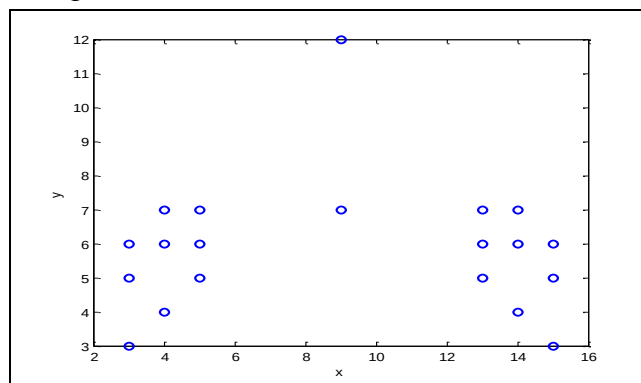
*Стъпка 5. Критерии за сходимост* - при достигане на максималния брой на итерациите  $N$  или изпълнение на условието  $\|U - U^*\| < \varepsilon$  при две последователни стъпки на итерацията - изход от алгоритъма, в

противен случай  $U = U^*$  и се повтаря отново стъпка 3.

### 3. Експериментален анализ

Разглеждат се два примера, в които при изчисленията с Matlab се приема, че максималният брой на итерациите е 100 и критерия за спиране на итерационния процес е  $\varepsilon = 0,01$ . При клъстеризиране на данните се използва квадрат на Евклидовата метрика.

**Пример 1.** Разглежда се множество от 20 структурирани данни в  $\mathbb{R}^2$ :  $S = \{ (3,3), (4,4), (5,5), (3,5), (3,6), (4,6), (5,6), (4,7), (5,7), (9,7), (9,12), (15,3), (14,4), (13,5), (15,5), (13,6), (14,6), (15,6), (13,7), (14,7) \}$  (Фиг.5). От фигурата се вижда, че данните може да се групират в 2 клъстера. Точките (9,7) и (9,12) са избрани така, че да са равно отдалечени от центровете им.

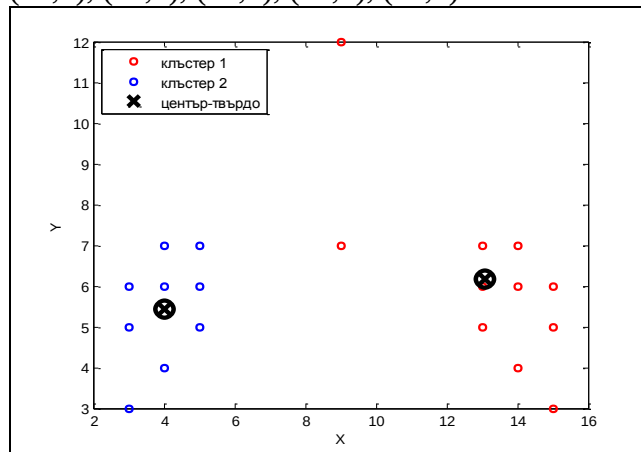


Фиг.5. Входни данни

По метод на  $c$ -средните данните се разделят на следните два клъстера (Фиг.6):

$I$ : (3,3), (4,4), (5,5), (3,5), (3,6), (4,6), (5,6), (4,7), (5,7), (9,7), (9,12)

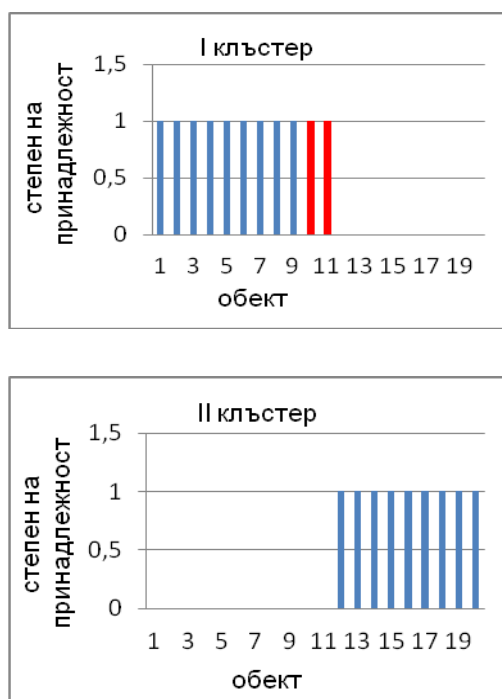
$II$ : (9,12), (15,3), (14,4), (13,5), (15,5), (13,6), (14,6), (15,6), (13,7), (14,7)



Фиг.6. Клъстеризирани данни



Центровете на клъстерите са определени по формула (15). Степените на принадлежност на данните към съответния клъстер са представени графично на Фиг.7.



Фиг. 7. Изменение на степените на принадлежност на твърдите клъстери

Направена е клъстеризация на данните, като се изключат двете гранични точки (9,7) и (9,12) и само най-отдалечената точка (9,12). Получените основни характеристики на двата клъстери в трите случая са дадени в Табл.1.

Табл.1

| <i>N</i> | характеристика                         | <i>I кл.</i> | <i>II кл.</i> |
|----------|----------------------------------------|--------------|---------------|
| 1        | център <i>C</i>                        | (4.91,6.18)  | (14,5.44)     |
| 2        | дисперсия <i>D</i>                     | 3,96         | 0,35          |
| 3        | средно-квадратично отклонение <i>S</i> | 1,99         | 0,59          |
| 4        | радиус <i>R</i>                        | 7,11         | 2,64          |

| <i>I кл.</i><br>без точки<br>(9,7), (9,12) | <i>I кл.</i><br>без точка<br>(9,12) | <i>II кл.</i><br>без точка<br>(9,12) |
|--------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| (4,5.44)                                   | (4,5.44)                            | (13,5,5.6)                           |
| 0,35                                       | 1.78                                | 0.53                                 |
| 0,59                                       | 1.33                                | 0.73                                 |
| 2,64                                       | 5.24                                | 3.00                                 |

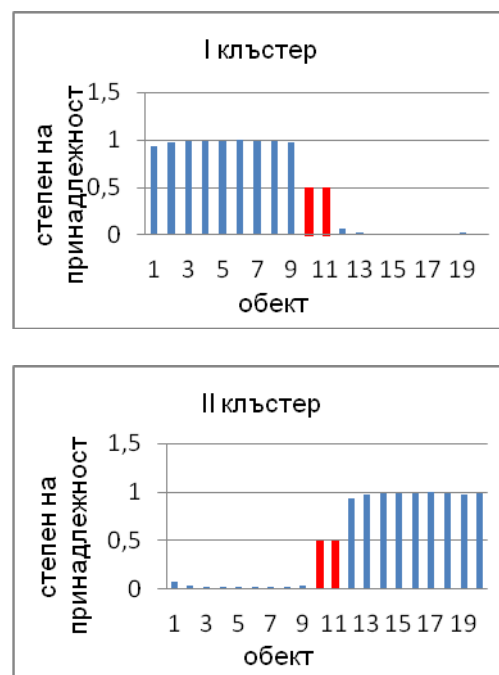
Граничните точки (9,7) и (9,12) се причисляват към първи клъстер и изместват неговия център. Наличието на отдалечената точка (9,12) води до значително увеличение

на радиуса на първия клъстер. Ако се изключат точките (9,7) и (9,12), се изменя само първия клъстерния център и от симетрията на данните, характеристиките на клъстерите са еднакви. Изключването само на най-отдалечената точка (9,12) измества двата центъра, като граничната точка (9,7) се причислява към втория клъстер.

Точки, които се намират на разстояние по-голямо от  $3s$  за даден клъстер, могат да не се причисляват към клъстера и да се разгледат като outliers. Такава точка е (9,12).

Размитата клъстеризация на *c*-средните се прилага за трите варианта на данните. При разделяне на два клъстери, степените на принадлежност на данните изменящи се в интервала  $[0,1]$  са представени графично на Фиг.8.

Двете гранични точки (9,7) и (9,12) се причисляват към първи клас и имат степени на принадлежност 0,5. Това показва че правилно отразяват позицията си по средата между двата клъстера и могат да принадлежат към единия или другия клъстер. Аналогично точката (9,12) е също е на разстояние по-голямо от  $3s$  и може да не се причислява към клъстера.



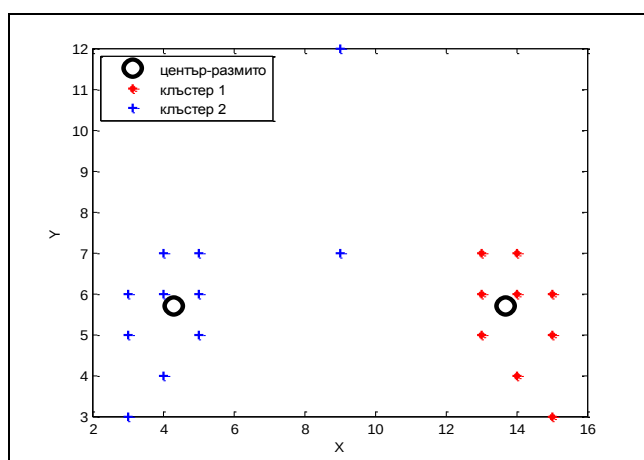
Фиг.8. Изменение на степените на принадлежност на размитите клъстери

Основните характеристики на получените два клъстера са дадени в Табл.2.

Табл.2

| $N$ | характеристика                    | I кл.       | II кл.       |
|-----|-----------------------------------|-------------|--------------|
| 1   | център $C$                        | (4.29,5.69) | (13.71,5.69) |
| 2   | дисперсия $D$                     | 1.02        | 0.44         |
| 3   | средно-квадратично отклонение $S$ | 1.01        | 0.66         |
| 4   | радиус $R$                        | 3.94        | 2.78         |

| I кл.<br>без точки<br>(9,7), (9,12) | II кл.<br>без точки<br>(9,7), (9,12) | I кл.<br>без точка<br>(9,12) | II кл.<br>без точка<br>(9,12) |
|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| (4.01,5.46)                         | (13.99,5.46)                         | (4.15,5.5)                   | (13.18,5.5)                   |
| 0.25                                | 0.25                                 | 0.27                         | 0.24                          |
| 0.5                                 | 0.5                                  | 0.52                         | 0.49                          |
| 2.31                                | 2.31                                 | 2.38                         | 2.39                          |

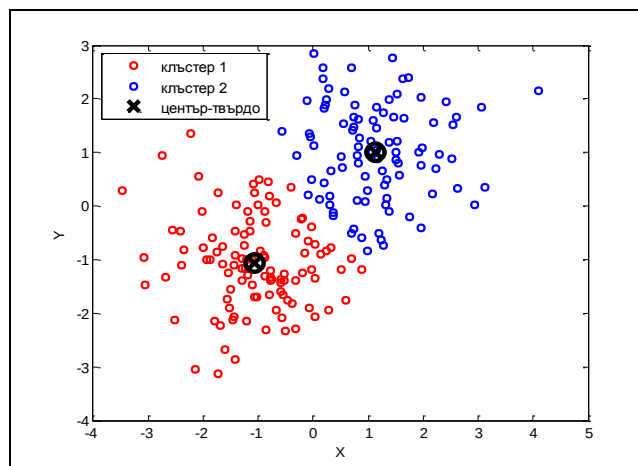


Фиг.9. Размита клъстеризация

От таблицата се вижда, че при размитата клъстеризация изместването на центровете на клъстерите, към които се причисляват граничните точки е по-малко, отколкото при твърдата клъстеризация при която те се причисляват само към даден клъстер.

**Пример 2.** Генерира се множество  $S$  състоящо се от 200 нормално разпределени случайни данни. Данните се клъстеризират по двата метода в два клъстера с използване на квадрат на Евклидовата метрика.

По метод на  $c$ -средните получените клъстери (Фиг.10) са с обеми  $n_1 = 99$  и  $n_2 = 101$  и характеристиките им са дадени в Табл.3. Клъстерните центрове са изчислени по формула (15). От първи клъстер има 13 точки, а от втори – 18 точки, които са на разстояние по-голямо от  $3s$  за съответния клъстер и може да не се причисляват към тях.



Фиг.10. Твърдо клъстеризиране

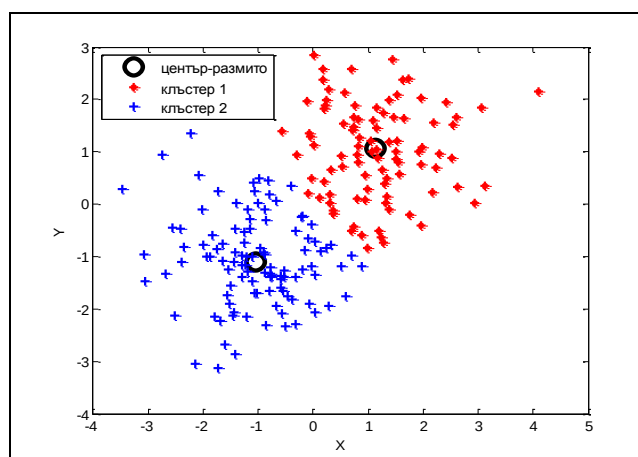
Табл.3

| $N$ | характеристика                    | I кл.         | II кл.      |
|-----|-----------------------------------|---------------|-------------|
| 1   | център $C$                        | (-1.02,-1.03) | (0.99,1.14) |
| 2   | дисперсия $D$                     | 0.38          | 0.36        |
| 3   | средно-квадратично отклонение $S$ | 0.62          | 0.60        |
| 4   | радиус $R$                        | 3.20          | 2.63        |

Степените на принадлежност и клъстерните центрове са изчислени по формула (17) и (18). По метод на размитите  $c$ -средните данните се разделят на два клъстера (Фиг.11) с равни обеми, като характеристиките им са дадени в Табл.4.

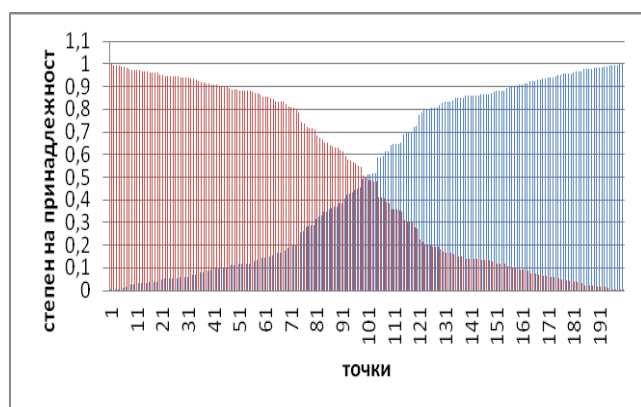
Табл.4

| $N$ | характеристика                    | I кл.         | II кл.      |
|-----|-----------------------------------|---------------|-------------|
| 1   | център $C$                        | (-1.08,-0.99) | (1.04,1.13) |
| 2   | дисперсия $D$                     | 0.18          | 0.15        |
| 3   | средно-квадратично отклонение $S$ | 0.42          | 0.39        |
| 4   | радиус $R$                        | 1.86          | 1.64        |



Фиг.11. Размито клъстеризиране

Степените на принадлежност и клъстерните центрове са изчислени по формула (17) и (18). Степените на принадлежност на данните са представени графично на Фиг.12. Няма гранични данни, които да са точно на едно и също разстояние от двата центъра. От всеки клъстер има по 7 точки, които са на разстояние по-голямо от  $3s$  за съответния клъстер и може да не се причисляват към тях. Степените на принадлежност на данните са представени графично на Фиг.12. Няма гранични данни, които да са точно на едно и също разстояние от двата центъра. От всеки клъстер има по 7 точки, които са на разстояние по-голямо от  $3s$  за съответния клъстер и може да не се причисляват към тях.



Фиг.12. Изменение на степените на принадлежност при размитите клъстери

#### 4. Заключение

От анализа на направените изчисления на разгледаните множества от данни в статията следва, че при размитата клъстеризация наличието на гранични и твърде отдалечени данни изместват по-малко центъра на съответния клъстер, понеже имат по-малка степен на принадлежност. Това позволява по определен критерий по-лесно да се определят отдалечените точки.

За в бъдеще работата ще бъде насочена към определяне и изследване на гранични и твърде отдалечени данни.

#### Литература:

1. Bezdek J. *Fuzzy mathematics in pattern classification* Cornell university, Ithaca, 1973
2. Jain A., P. Murfy, P. Flynn *Data clustering: A Review*, ACM Computing Surveys, v.31,3,1999, 264 - 323
3. Кофман А. *Введение в теорию нечётких множеств*, М., Радио и связь, 1982
4. Kovacheva Ts. *Cluster analysis*, Information technologies and Control, Sofia, 3, 2004, 24-29
5. Мандель *Кластерный анализ*, Москва, Финансы и статистика, 1988
6. Hartigan J., M. Wong *A K-Means Clustering Algorithm*, Applied Statistics, 28, 1, 1979, 100-108
7. Höppner, F., F. Klawonn, R. Kruse, T. Runkler *Fuzzy Cluster Analysis*, John Wiley and Sons, 1999

#### За контакти:

9010 Варна, ул. “Студентска”1  
Технически университет - Варна  
секция “Математика”, ДМФЕО

гл.ас д-р Цветанка П. Ковачева  
e-mail: [tsveta\\_kovacheva@tu-varna.bg](mailto:tsveta_kovacheva@tu-varna.bg)

## ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ЛАБОРАТОРЕН СТЕНД ЗА ДИСЦИПЛИНА СЪПРОТИВЛЕНИЕ НА МАТЕРИАЛИТЕ

### RESTORATION OF LABORATORY STAND FOR STRENGTH OF MATERIALS COURSE

Диян М. Димитров<sup>1</sup>, Свилен Х. Стоянов<sup>2</sup>, Лазар Панайотов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ТУ-Варна, кат. Техническа механика

<sup>2</sup>ДТК-Добрич

**Abstract:** In this report a restoration of the laboratory stand for combine loading (bending and twisting), part of Strength of Materials course, is described. First, analytical calculation of force, moments and stresses are described. Obtained values are compared with a FEM solution based on a 3D geometry model. Second, measurement of strains using foil strain gauges connected in half and full bridge scheme is explained. The instrumentation of strain measurements is done with integrating measuring time interval -meter working by the method of ramp right conversion. The results are processed and recorded with specialized software.

**Key words:** strength of materials, strain gauge, combined loading

## 1. Въведение

Съпротивление на материалите е теоретико експериментална дисциплина, в рамките на която обучаемите се запознават с методите за якостно пресмятане при основните видове съпротиви [1]. За по-доброто усвояване на материала в повечето учебни програми са предвидени лабораторни упражнения, включващи основните механични изпитвания на материалите, методики за определяне на еластичните модули и практическо измерване на деформации чрез тензометриране[2]. Чрез представеният в настоящият доклад стенд се релизира комбинирано натоварване (огъване с усукване), което дава възможност на обучаемите да приложат знанията си на практика.

## 2. Изложение

Общият вид на стенда е показан на фиг.1. Еластичният елемент представлява конзолно закрепена стоманена тръба със заварена в свободния край триъгълна планка. Натоварването върху еластичният елемент (P) се реализира чрез лостова система, състояща се от два лоста, на която се закрепват предварително известни тежести (G). За измерване на деформациите, съответно пресмятане на напреженията са

залепени тензорезистори свързани в два моста, реагиращи съответно на огъване и усукване.



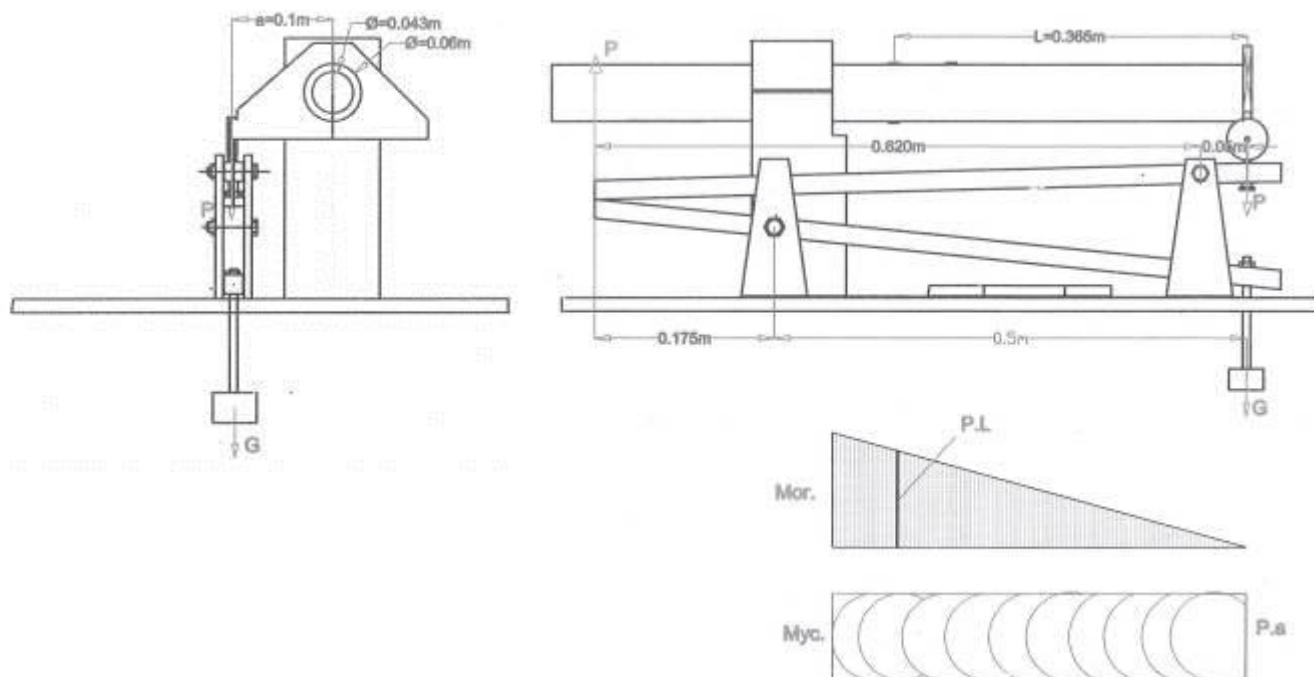
Фиг.1 Общ вид на стенд за реализиране на комбинирано натоварване (огъване с усукване)

### 2.1 Теоретично пресмятане на напреженията

Необходимите размери са показани на чертежа фиг.2. Пресмятането извършваме в следната последователност:

-коэффициент на усилване на лостовата система (I)

$$(1) \quad P = \left( \frac{0,500}{0,175} \right) \left( \frac{0,62}{0,05} \right) G = 35,429.G$$



Фиг. 2 Сборен чертеж на стенд за реализиране на комбинирано натоварване (огъване с усукване)

#### -Огъващ и усукващ момент

Усукващият момент при показаното натоварване е константа ( $M_{us}=P.a$ ), а огъващият момент е линейна функция на разстоянието  $L$  ( $M_{og}=P.L$ ). Пресмятаме огъващият момент като измерваме разстоянието от свободния край до мястото на залепване на тензодатчиците реагиращи на огъване.

$$(2) \quad M_{og} = P \cdot 0,365m = 12,931.G$$

$$(3) \quad M_{us} = P \cdot 0,1m = 3,543.G$$

#### -Съпротивителни характеристики на сечението

$$(4) \quad W_{og} = \frac{\pi \cdot D^3}{32} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^4 \right] = 15,612cm^3$$

$$(5) \quad W_{us} = \frac{\pi \cdot D^3}{16} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^4 \right] = 31,224cm^3$$

#### -Напрежения

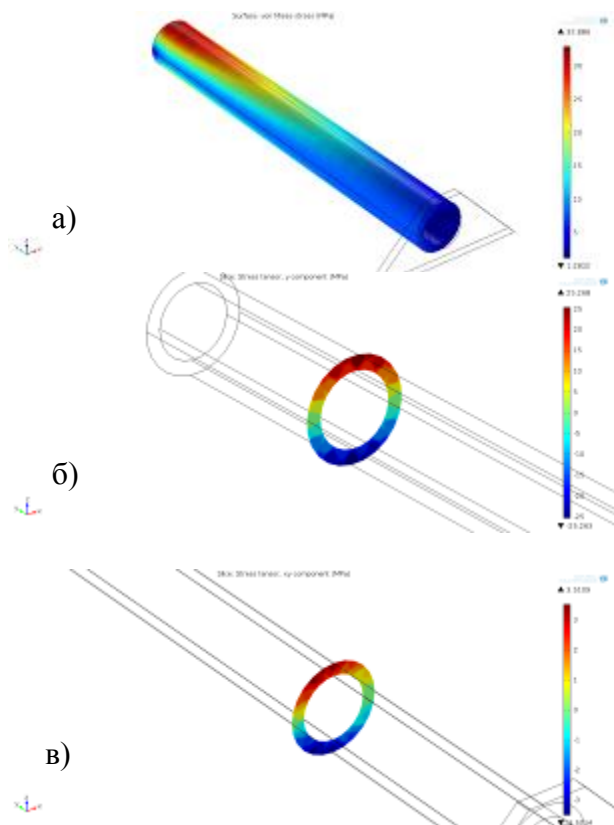
$$(4) \quad \sigma_x^{Mog} = \frac{M_{og}}{W_{og}} = 0,828.G \text{ [MPa]}$$

$$(5) \quad \tau_x^{Mus} = \frac{M_{us}}{W_{us}} = 0,113.G \text{ [MPa]}$$

При максимално натоварване  $G=30N$  ( $\approx 3kg$ ) се получават съответно напрежения  $\sigma_x^{Mog} = 24,84MPa$  и  $\tau_x^{Mus} = 3,39MPa$ .

За сравнение якостната задача е решена по метода на крайните елементи (МКЕ). В средата на софтуера “Comsol Multiphysics” е създаден 3D модел на еластичният елемент на стенда. Зададено е закрепване по задната повърхност и сила  $P=30 \cdot 35,429 \text{ N}$  в посока “-z”. Еластичните константи на материала са  $E=210GPa$  и  $\mu=0,3$ . Разпределението на еквивалентното напрежение по 4та якостна хипотеза (Фон Мизес) е показано на фиг.3а. На фиг.3б е показано разпределението на нормалното напрежение по оста на еластичният елемент (посока  $y$ ) в сечението на залепване на тензодатчиците реагиращи на огъване, а на фиг.3в разпределението на тангенциалното напрежение  $\tau_{xy}$ . Регистрираните максимални стойности съответно  $\sigma=25,26MPa$  и  $\tau=3,51MPa$  са близки до теоретично пресметнатите.





Фиг.3 Разпределение на напреженията в еластичният елемент на стенда по пресметнато по МКЕ

## 2.2 Измерване на деформациите

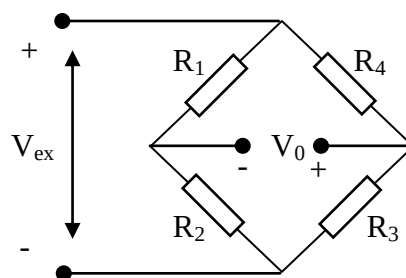
Тензодатчикът е сензор, който измерва линейни деформации като променя електрическото си съпротивление при промяна на дължината (6):

$$(6) \quad \frac{\Delta R}{R} = k \cdot \frac{\Delta L}{L}$$

,където

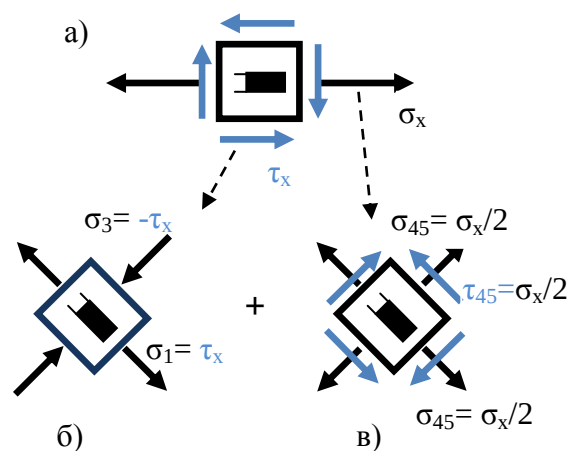
$\frac{\Delta R}{R}$  - относителна промяна на ел. съпротивлението;  $k$  - коефициент на тензочувствителност ( $k \approx 2$  за фолийни тензодатчици);  $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$  - линейна деформация.

Тъй като промяната на съпротивлението е малка тензодатчиците се свързват в мостова схема с един, два или четири (четвърт, полу или пълен мост) активни тензодатчика, фиг.4, условието за балансиране на която е  $R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4$ .



Фиг.4 Мостова схема на свързване на тензодатчици

В точките на залепване на тензодатчиците („горе“ или „долу“) е налице следното напрегнато състояние, фиг.5а.



Фиг.5 Напрегнато състояние в точките в положение „горе“

Очакваната линейна деформация в направление „x“ при максимално натоварване може да пресметнем по простия закон на Хук (7).

$$(7) \quad \varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} = \frac{24,84 \text{ MPa}}{210 \cdot 10^3 \text{ MPa}} = 118 \cdot 10^{-6}$$

,където  $E = 210 \text{ GPa}$  – модул на Юнг за стомана.

За измерване на деформациите от тангенциалното напрежение трябва да залепим тензодатчици под ъгъл  $\pm 45^\circ$ . Напрегнатото състояние фиг.5а можем да разделим на чисто плъзгане фиг.5б и чист опън, фиг.5в. Може да се види, че ако използваме пълномостова схема на измерване, напрегнатото състояние фиг.5в предизвиква такова изменение на съпротивленията  $R_i$ , че дебалансиране на моста не се получава. (с колкото се

увеличават съпротивления  $R_1$  и  $R_2$ , с толкова се намаляват съпротивления  $R_3$  и  $R_4$ ). При напрегнато състояние фиг.5б се изменят в една посока срещуположните клонове на моста:  $R_1$  и  $R_3$  се увеличават;  $R_2$  и  $R_4$  намаляват; или обратно. По такъв начин залепените тензодатчици ще реагират само на деформациите от усукването [2].

Очакваните деформации от усукване при максимално натоварване ще получим от обобщения закон на Хук (8):

$$(8) \quad \varepsilon_1 = \frac{1}{E}(\sigma_1 - \mu\sigma_3) = \frac{\tau_x}{E}(1 + \mu) = 21 \cdot 10^{-6}$$

,където  $\mu=0,3$  – коефициент на Поасон за стомана.

### 2.3 Конструирание на измервателната система

За конструирание на измервателната система на стенда са използвани фолийни тензодатчици на фирмата НВМ: тип 6/350 LY11 ( $\kappa=2.05$ ) – за отчитане на нормалните напрежения; розетки тип 3/350 XY41 ( $\kappa=2.00$ ) – за отчитане на деформациите от тангенциалните напрежения [3].

При заместване в (6) на максималната очаквана деформация в направление „х“ и  $R=350\Omega$  получаваме максимална стойност за  $\Delta R_{ex}=0,0847\Omega$ . Така ако за измерването на деформациите от огъване използваме полумостова схема ще получим максимално ел. напрежение на изхода на моста (9)

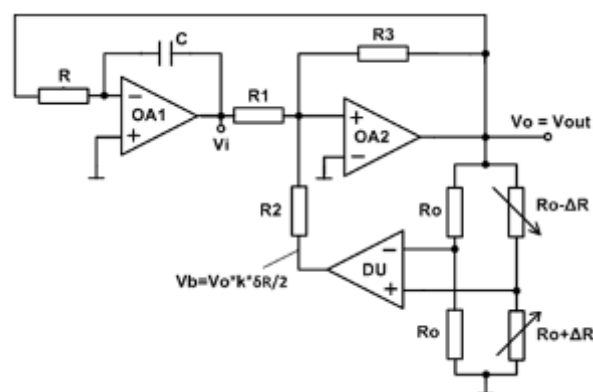
$$(9) \quad \frac{V_0}{V_{ex}} = \frac{k \cdot \varepsilon_x}{2} = 121 \frac{\mu V}{V}$$

При заместване в (6) на максималната очаквана деформация в направление „1“ и  $R=350\Omega$  получаваме максимална стойност за  $\Delta R_{e1}=0,00735\Omega$ . Вижда се, че за измерване на деформациите от усукване трябва да използваме използваме схема пълен мост. Тогава ще получим максимално ел. напрежение на изхода на моста (10)

$$(10) \quad \frac{V_0}{V_{ex}} = k \cdot \varepsilon_x = 42 \frac{\mu V}{V}$$

Сигналът получен от мостовите схеми трябва да се усили и дигитализира за да могат да бъде въведен в компютър където с помощта на специализиран софтуер да бъдат направени необходимите преобразувания и показани исканите величини.

В конкретния случай, за измерване разбаланса на мостовата схема в период е използван двустранен интегриращ измервателен преобразувател, работещ по метода на рязгващото право преобразуване [4,5,6].



Фиг. 6. Схема на двустранен преобразувател на разбаланса на тензомост в период

На фиг.6 е представена принципната схема на преобразувателя. Схемата включва релаксационен генератор и преобразувател на разбаланса на моста в напрежение (ПРМН) [6]. Релаксационният генератор се състои от интегратор OA1 с времезадаваща верига  $R_1$   $C_1$  и компаратор OA2, (неинвертиращ тригер на Шмит). Схемата генерира автоколебания на зададена честота с период  $T$ . ПРМН се състои от диференциален усилвател ДУ, делител на напрежение  $R_1 R_2$  и тензометричен мост (в случая е даден с два активни датчика).

Изведено е уравнението на изходния период  $T$  [6], за двата симетрични полупериода  $T_1$  и  $T_2$ :

$$(11) \quad T = T_1 + T_2 = 4\tau \frac{R_1}{R_3} + 2\tau k \frac{R_1}{R_2} \delta R$$

където:

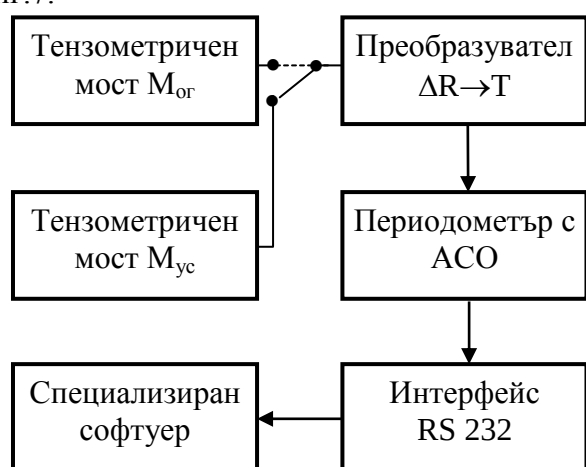
$-4\tau R_1/R_3$  – изходен период на трептенията без натоварване

$-2\tau k(R_1/R_2)\delta R$  – изменение на изходния период под въздействие на деформацията на тензодатчиците.

Характерно за схемата е, че уравнението на преобразуване е инвариантно към стойността на захранващото напрежение и липсва необходимост от допълнителни опорни напрежения. Това са са съществени предимства на преобразувателя пред подобни схемни решения, водещи до схемно опростяване и подобряване точността и линейността на преобразуване.

#### 2.4. Блок-схема на стенда

Блок-схемата на свързването на отделните модули на стенда е представена на фиг.7.



Фиг. 7. Блок-схема на свързване на модулите на стенда

Интегриращият измервателен преобразувател се състои от два отделни блока: преобразувател на изменението на съпротивлението на тензодатчиците в период  $\Delta R \rightarrow T$  и периодометър с автоматична смяна на обхватите (АСО). Преобразувателят е едноканален и се свързва с един от двата моста. Изходният сигнал се подава на периодометъра и посредством интерфейса RS 232 на COM Port на компютър със специално разработен и инсталиран софтуер WSystem\_v1.0.

Периодометърът, интерфейса и софтуера са разработени от колектив на Добруджански технологичен колеж (ДТК) гр. Добрич и Високотехнологичен парк (ВТП) ТУ-Варна [7].

#### 2.5 Тариране на стенда

Преди започване на работа е необходимо тариране на стенда.



Фиг. 8. Тариране на стенда

Тарирането се извършва с еталонни тежести и специално вграден калибратор Calibrate Device-фиг.8 в програмата WSystem\_v1.0. За целта първо се избира вида на натоварването-Unit и желаната точност-Precision. След това се задава първата контролна точка в Calibrating Procedure чрез натискане на бутона Get Value. Получената стойност на периода Value1 се присвоява на нулево натоварване в полето Weight1. За определяне на втората контролна точка се поставя еталонната тежест и се натиска бутона Get Value, като новата стойност на периода се изобразява в полето Value2. Получената стойност на периода Value2 се присвоява на точната стойност на момента в полето Weight2, създаден от еталонната тежест и еталонното рамо.

При коректно зададени две точки системата е готова за работа след натискане на бутона Ready. За корекции се използват бутоните Reset и Revert Values.

#### 2.6 Измерван на огъващ момент

Измерването на огъващия момент извършва, като се поставя първата тежест и се натиска бутона Start Measurement. Периодометърът започва да записва стойностите на момента, като се индицират време Hour и стойност на измервана величина Value. Необходимото време за извършване на едно измерване е 150ms, или системата прави 4 измервания за една секунда. Последователно се слагат и свалят всички тежести в хронологичен ред.



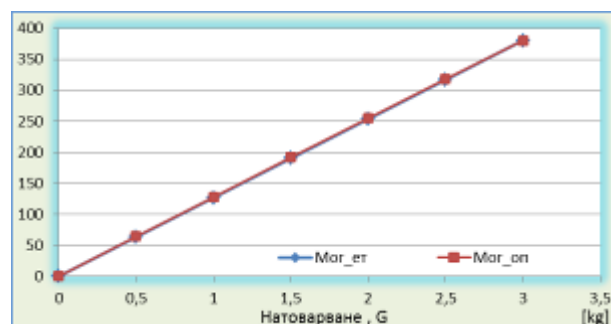
Фиг. 9. Работа със стенда

След приключване на измерването се натиска бутона Stop Measurement и програмата генерира файл от типа CSV, който се разпознава от Excel и получените данни могат да се съхранят и обработят допълнително при нужда. За точни измервания програмата може да се спира и стартира при всяка смяна на тежестите, но за демонстрации е препоръчително студентите да наблюдават изменението на момента при смяна на тежестите. Данните могат да бъдат записвани директно от дисплея или от генерирания файл. Препоръчително е студентите да записват получения момент от всяка тежест и след това да сравнят данните със стойностите на момента в генерирания файл. Освен това във файла може да се проследи и стойността на момента при колебания на системата и времето за затихване на колебателния процес. Получените и обработени резултати са дадени в Табл. 1.

Табл. 1 Получени и обработени резултати при измерване на огъващ момент

| Натоварване |         | Изчислени еталонни стойности |             | Измерени и изчислени опитни резултати |            |                 |          |  |
|-------------|---------|------------------------------|-------------|---------------------------------------|------------|-----------------|----------|--|
| G           | G       | P                            | $M_{ог.ет}$ | $M_{ог.оп}$                           | $\sigma_x$ | $\varepsilon_x$ | $\gamma$ |  |
| kg          | N       | N                            | Nm          | Nm                                    | MPa        | $\cdot 10^{-6}$ | %        |  |
| 3           | 29,4200 | 1042,23                      | 380,41437   | 380,4                                 | 24,3668    | 116,032         | 0        |  |
| 2,5         | 24,5166 | 868,53                       | 317,01197   | 318,1                                 | 20,3754    | 97,025          | 0,28601  |  |
| 2           | 19,6133 | 694,82                       | 253,60958   | 254,9                                 | 16,3272    | 77,748          | 0,33921  |  |
| 1,5         | 14,7100 | 521,12                       | 190,20718   | 191,8                                 | 12,2854    | 58,502          | 0,41871  |  |
| 1           | 9,8067  | 347,41                       | 126,80479   | 127,6                                 | 8,1732     | 38,920          | 0,20904  |  |
| 0,5         | 4,9033  | 173,71                       | 63,40239    | 64,1                                  | 4,1058     | 19,552          | 0,18338  |  |
| 0           | 0       | 0                            | 0           | 0                                     | 0          | 0               | 0        |  |

На фиг.9 е показана графичната зависимост на изменението на момента при натоварване на стенда. Вижда се, че опитните и еталонните стойности практически съвпадат.



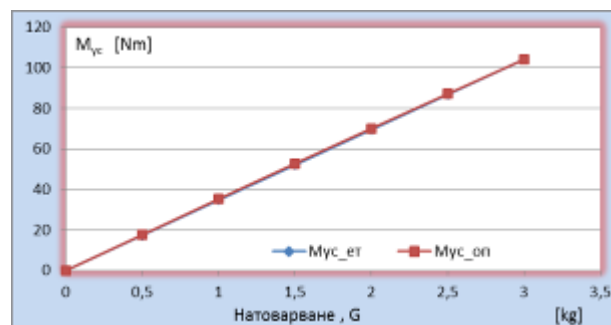
Фиг. 9. Графична зависимост – огъващ момент.

### 2.7 Измерване на усукващ момент

Измерването на усукващ момент извършва по същия начин. Получените и обработени резултати са дадени в Табл. 2, а графичната зависимост на фиг.10.

Табл. 2 Получени и обработени резултати при измерване на усукващ момент

| Натоварване |         | Изчислени еталонни |             | Измерени и изчислени опитни |          |                 |          |  |
|-------------|---------|--------------------|-------------|-----------------------------|----------|-----------------|----------|--|
| G           | G       | P                  | $M_{ус.ет}$ | $M_{ус.оп}$                 | $\tau_x$ | $\varepsilon_t$ | $\gamma$ |  |
| kg          | N       | N                  | Nm          | Nm                          | MPa      | $\cdot 10^{-6}$ | %        |  |
| 3           | 29,4200 | 1042,23            | 104,22311   | 104,22311                   | 3,337917 | 20,66329        | 0        |  |
| 2,5         | 24,5166 | 868,53             | 86,85260    | 87,2                        | 2,792724 | 17,28829        | 0,33327  |  |
| 2           | 19,6133 | 694,82             | 69,48208    | 70,1                        | 2,245068 | 13,89804        | 0,592885 |  |
| 1,5         | 14,7100 | 521,12             | 52,11156    | 52,8                        | 1,691007 | 10,46814        | 0,660547 |  |
| 1           | 9,8067  | 347,41             | 34,74104    | 35,3                        | 1,130541 | 6,998585        | 0,536313 |  |
| 0,5         | 4,9033  | 173,71             | 17,37052    | 17,6                        | 0,563669 | 3,489379        | 0,220182 |  |
| 0           | 0       | 0                  | 0,00000     | 0                           | 0        | 0               | 0        |  |



Фиг. 10. Графична зависимост – усукващ момент.

### 3.Изводи

1. Възстановен е стенд за демонстриране на комбинирано натоварване (огъване с усукване), чрез който може да се демонстрира измерването на огъващи и усукващи моменти с тензосъпротивителни датчици.

2. Използвана е съвременна елементна база – двустранен интегриращ измервателен преобразувател, периодометър и специализиран софтуер.

3. Получените резултати могат да бъдат съхранени и допълнително обработени при нужда.

4. Извършените изследвания доказват работоспособността на стенда за измерване на големи моменти, благодарение на удачната конструкция на лостовата система с коефициента на усилване  $k=35,429$ .

5. Основното приложение на стенда е за провеждане на лабораторни упражнения по дисциплината „Съпротивление на материалите“.

#### Литература:

- [1] Върбан Милков, Съпротивление на материалите (теория, задачи и софтуер на CD), ТУ-Варна, 2001
- [2] Цветан Бабинов, Върбан Милков, Лазар Добрев, Димитър Узунов, Ръководство за лабораторни упражнения по съпротивление на материалите, ВМЕИ – Варна, 1984
- [3] Strain Gauges and Accessories, HBM catalog, hbm.com
- [4] Гигов Х., „Измервания в електрониката“, ТУ-Варна, Варна, 2013.
- [5] Стоянов С., Станков С., Гигов Х., „Преобразовател разбаланси тензомоста в период“, НТК на Севастополски НТУ, Севастопол, Украйна, 16-19.04.2013, Материали МНТК, Современные технологии проектирования управляющих и мехатронных систем, секция 4, стр. 268-274, 2013г;
- [6] Стоянов С., Станков С., Гигов Х., „Преобразувател на двупосочен разбаланс на тензомост в период“, Годишник на ТУ-Варна, т.2, стр.48-52, 2013, ISSN 1311-896X.
- [7] Михайлов Р., Стоянов С., Петрова А., и др. „Разширяване приложението в земеделската практика на технологии, техники и съоръжения за прецизно земеделие“, Резюме на проект НП30/2014, под печат;

#### За контакти:

Гл. ас.д-р инж. Диян Минков Димитров  
9010 Варна, ул. “Студентска”1  
Технически университет –Варна,  
Катедра Техническа Механика  
e-mail: [dm\\_dimitrov@tu-varna.bg](mailto:dm_dimitrov@tu-varna.bg)

Гл.ас.д-р инж. Свилен Христов  
Стоянов, Добруджански технологичен  
колеж в структурата на ТУ-Варна,  
Гр.Добрич, ж.к. Добротица №12  
e-mail: [svilen.stoyanov@tu-varna.bg](mailto:svilen.stoyanov@tu-varna.bg)

Ас.инж. Лазар Георгиев Панайотов,  
Добруджански технологичен колеж в  
структурата на ТУ-Варна,  
Гр.Добрич, ж.к. Добротица №12  
e-mail: [panayotoff@abv.bg](mailto:panayotoff@abv.bg)



# СИМУЛАЦИОННО МОДЕЛИРАНЕ НА НАПРЕГНАТОТО СЪСТОЯНИЕ НА МОТОВИЛКА НА ДВГ

Веселин Михайлов<sup>1</sup>, Диян М. Димитров<sup>2</sup>

Технически Университет – Варна

Катедра: <sup>1</sup>Транспортна техника и технологии; <sup>2</sup>Техническа механика

**Abstract:** In present article loading of connecting rod of diesel engine is determined by using Solidworks Motion Analysis module. Comparison between analitically calculated forces and Solidworks results shows good agreement. The maximal bias is lower than 10%. Loading from Motion Analysis study at angle of crank shaft  $368^\circ$  is extracted and stress distridution is determined. Maximal equivalent stress value at engine speed  $4500\text{min}^{-1}$  (full loading) is  $247\text{MPa}$  and at engine speed  $1500\text{min}^{-1}$  (full loading) is  $341\text{MPa}$ .

**Key words:** connecting rod, stress state, solidworks

## 1. Въведение

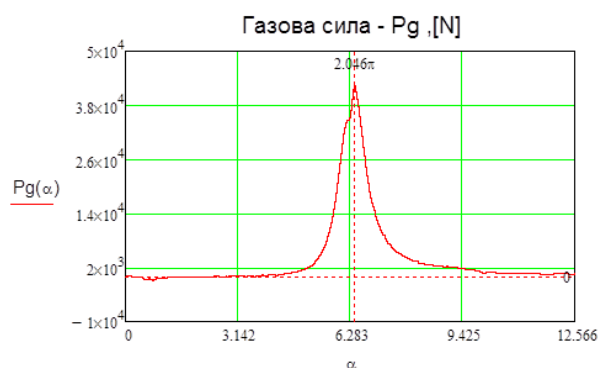
Мотовилката в двигателя служи да преобразува възвратно постъпателното движение на буталото във въртливо движение на колянвия вал. Тя извършва сложно равнинно движение и е натоварена от различни по големина и посока сили. Това основно са инерционните и газовите сили. Инерционните сили са функция на честотата на въртене и ъгъла на завъртане на колянвия вал (КВ). Газовите сили са функция на налягането и площта на буталото. Налягането в цилиндъра от своя страна зависи от горивния процес. При настоящото изследване за прототип е използван двигател Perkins Prima 65. Основни характеристики на двигателя и стойностите на определени параметри, имащи отношение към настоящето изследване са показани в табл.1.

**Табл.1 Двигател Perkins Prima 2.0D**

| №  | Параметър                   | Стойност                                    |
|----|-----------------------------|---------------------------------------------|
| 1. | Ходов обем                  | $V_h=1993\text{cm}^3$                       |
| 2. | Мощност                     | $N_e=46\text{kW}$ при $4500\text{min}^{-1}$ |
| 3. | Въртящ момент               | $M=122\text{Nm}$ при $2500\text{min}^{-1}$  |
| 4. | Брой цилиндри, конфигурация | 4, редови                                   |
| 5. | Диаметър на цилиндъра       | $D=84,5\text{mm}$                           |
| 6. | Ход на буталото             | $S=88,9\text{mm}$                           |
| 7. | Маса на буталото            | $m_b=0.862\text{kg}$                        |
| 8. | Маса на буталния            | $m_{bb}=0.242\text{kg}$                     |

|     |                                                   |                      |
|-----|---------------------------------------------------|----------------------|
|     | болт                                              |                      |
| 9.  | Маса на мотовилката                               | $m_m=0.957\text{kg}$ |
| 10. | Дължина на мотовилката                            | $L_m=144.5\text{mm}$ |
| 11. | Отношение на радиуса към дължината на мотовилката | $\lambda=0.308$      |
| 12. | относително изместване                            | $k=0.022$            |

Тъй като целта на настоящето изследване е да се определят точно реалните сили действащи на мотовилката, използваме реално заснета крива на налягане в цилиндъра – фиг.1.



**Фиг.1. Газова сила при  $n=4500\text{min}^{-1}$ , пълно натоварване на двигателя**

Силите действащи на мотовилката пресмятаме по методика описана в [2] Инерционната сила от праволинейно движещите се маси може да бъде получена

от зависимостите за определяне хода на буталото:

$$(6) \quad S_{\Sigma}(\alpha) := R \cdot \left[ (1 - \cos(\alpha)) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos(2\alpha)) - \lambda \cdot \kappa \cdot (\sin(\alpha)) + \frac{\lambda^2 \cdot \kappa^2}{2(1 + \lambda)} \right]$$

където:  $R$  – радиус на коляното;

$\alpha$  – ъгъл на завъртане на коляновия вал;

$\lambda$  – отношение на дължината на радиуса към дължината на мотовилката;  $\lambda = R/L_M$ ;

$L_M$  – дължина на мотовилката;

$\kappa$  – относително изместване;  $\kappa = a/R$

$a$  – изместване на оста на цилиндъра, спрямо оста на коляновия вал (КВ),  $a = 1 \text{ mm}$ .

След диференциране на горния израз получаваме съответно скоростта (2)- и ускорението (3) на буталото. Умножавайки ускорението по масата  $m_j$ , която е сума от масите на буталото, буталния болт и горната половина на горната глава на мотовилката, получаваме инерционната сила  $P_j$  (4).

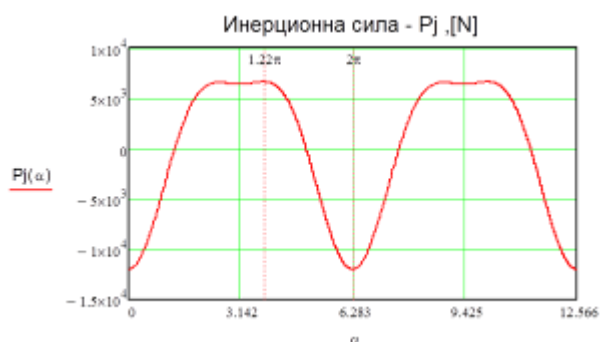
$$(7) \quad c(\alpha) := \omega \cdot R \cdot \left( \sin(\alpha) + \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot \sin(2\alpha) - \lambda \cdot \kappa \cdot \cos(\alpha) \right)$$

$$(8) \quad a(\alpha) := \omega^2 \cdot R \cdot (\cos(\alpha) + \lambda \cdot \cos(2\alpha) + \lambda \cdot \kappa \cdot \sin(\alpha))$$

$$(9) \quad P_j(\alpha) := -m_j \cdot \omega^2 \cdot R \cdot (\cos(\alpha) + \lambda \cdot \cos(2\alpha) + \lambda \cdot \kappa \cdot \sin(\alpha))$$

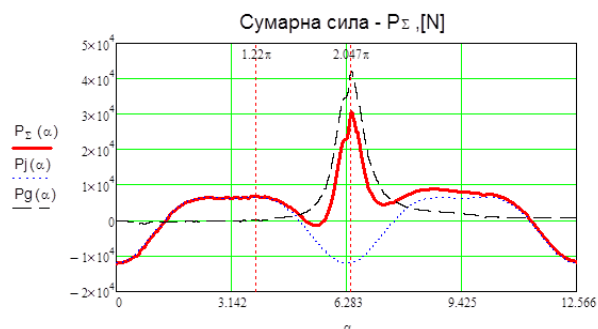
На фиг.2 е показана инерционната сила при честота на въртене  $n=4500 \text{ min}^{-1}$  и маса  $m_j=0.94 \text{ kg}$ .

В този случай  $P_{j\max}=6576 \text{ N}$  и  $P_{j\min}=-11988 \text{ N}$ .



Фиг.2. Инерционна сила при  $n=4500 \text{ min}^{-1}$

Сумарната сила, която действа по оста на буталото е равна на сумата от инерционната и газовата сила – фиг.3. Вижда се, че инерционната и газовата сила са с различни знаци и оттам максималната сумарна сила е по-малка от максималната газова.



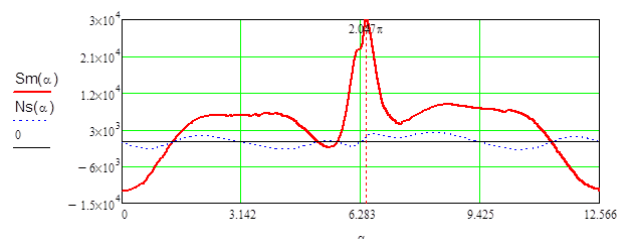
Фиг. 3. Сумарна, инерционна и газова сила при  $n=4500 \text{ min}^{-1}$ ,

Максималната сумарна сила е при  $6.43 \text{ rad}$  или  $368^\circ \text{ KB}$  и е с големина  $P_{\Sigma}=30566 \text{ N}$ . За сравнение максималната газова сила в този случай е  $P_g=42339 \text{ N}$ . От фигурата може да се направи извода, че мотовилката би била по-малко натоварена при режим с максимално натоварване и максимална честота на въртене сравнен с режим при максимално натоварване и минимална честота на въртене.

За да се определи натоварването на различни елементи на коляно-мотовилковия механизъм е необходимо сумарната сила да се разложи на две компоненти и да се пренесе нейното действие. Сумарна сила действа под ъгъл  $\beta$  (който от своя страна е функция на ъгъла на завъртане на КВ  $\alpha$ ) спрямо оста на мотовилката. Сумарната сила, действаща в горната глава на мотовилката, може да бъде разложена на странична сила  $N_s$  (5) и на сила по оста на мотовилка  $S_m$  (6):

$$(10) \quad N_s(\alpha) := \operatorname{tg} \beta(\alpha) \cdot P_{\Sigma}(\alpha)$$

$$(11) \quad S_m(\alpha) := \frac{P_{\Sigma}(\alpha)}{\cos \beta(\alpha)}$$



Фиг. 4. Странична сила и сила по оста на мотовилката при  $n=4500 \text{ min}^{-1}$

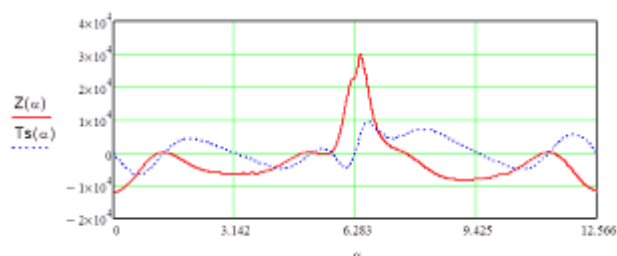
Силата  $S_m$  натоварва мотовилката на натиск, когато е с положителен знак, и на опън съответно при отрицателни стойности. Страничната сила натоварва мотовилката на огъване. От фигурата може да се предположи, че максималните напрежения ще са при ъгъл  $368^\circ KB$ , когато мотовилката е подложена на максимален натиск, а също и на огъване. След тази точка силата на огъване расте, но силата на натиск намалява с по-голям градиент.

Силата  $S_m$ , действаща по остта на мотовилката, може да бъде пренесена и приложена в центъра на голямата глава на мотовилковата шийка и да бъде разложена на две компоненти:

- нормална сила  $Z$ , действаща по радиуса на коляното (7);
- тангенциална сила  $T_s$ , действаща перпендикулярно на радиуса на коляното (8).

$$(12) \quad Z(\alpha) := \frac{P_\Sigma(\alpha)}{\cos\beta(\alpha)} \cdot (\cos\beta(\alpha) \cdot \cos(\alpha) - \sin(\alpha) \cdot \sin\beta(\alpha))$$

$$(13) \quad T_s(\alpha) := \frac{P_\Sigma(\alpha)}{\cos\beta(\alpha)} \cdot (\sin(\alpha) \cdot \cos\beta(\alpha) + \cos(\alpha) \cdot \sin\beta(\alpha))$$



Фиг.5. Нормална  $Z$  и тангенциална сила  $T_s$  при  $n=4500\text{min}^{-1}$

Долната глава на мотовилката е натоварена и от центробежната инерционна сила от въртящите се маси  $PR_{mot}$ . Тя е насочена навън от остта на въртене на коляновия вал и при постоянна ъглова скорост тя е постоянна по големина

$$(14) \quad P_{R,mot} := -m_{mk} \cdot R \cdot \omega^2,$$

където  $m_{mk}$  - приведена маса на мотовилката към оста на мотовилковата шийка.

## 2. Създаване на модел за изследване по метода на крайните елементи (МКЕ)

За създаване геометрията на буталото, буталния болт, мотовилката, коляновия вал и цилиндровия блок е използвана CAD/CAE системата SolidWorks. След задаване на материал на отделните елементи, програмата автоматично пресмята масата и инерционните моменти. Масата на моделираните детайли е сравнена с масата на реалните, тъй като е важен параметър за определяне на истинските инерционни сили. Отклонението е под 2%. На фиг. 6 е показан сглобен целия механизъм. При по-нататъшните фигури с цел по-голяма прегледност цилиндровия блок няма да бъде изобразяван.



Фиг. 6. CAD модел на коляно-мотовилковия механизъм на двигател Perkins Prima 65

При определяне на напреженията в мотовилката може да се подходи по два начина. Първият е да се пресметнат аналитично силите в даден момент от завъртане на коляновия вал и да се въведат ръчно в модела на мотовилката [2,3]. Вторият подход е да се използва модулът Motion Analysis, който може да определи автоматично при зададена честота на въртене инерционните сили и реакциите в определени опори. Подобен подход е използван в [4]. В този модул може да бъде зададена и външна сила, действаща на механизма. В нашия случай това е газовата сила, действаща върху буталото. Тя е зададена чрез импортиране на текстов файл със 7200 точки.

Вторият подход има много предимства, тъй като може автоматично да се пресметнат силите във всеки един момент, могат да бъдат автоматично прехвърлени като натоварване в модула Simulation (пресмятания по метода на крайните елементи). Това например би позволило да се пресметнат напреженията в мотовилката за всеки един момент от завъртане на колянвия вал, въпреки че това би отнело дълго време за изчисляване. Това време зависи от производителността на компютъра. При компютър с параметри процесор- Intel core 2 duo 1.8 Ghz, 1.5GB RAM, това време е от порядъка на 18 часа. При използването на компютърни симулации първо трябва да се провери адекватността на модела и едва след това да се правят параметрични изследвания. За

целта първо проверяваме дали получените резултати от симулацията отговарят на тези от аналитичните пресмятания. Сравнени са резултатите за ускорение на буталото, опорни реакции в горната глава на мотовилката само от инерционните сили и опорни реакции в горната глава на мотовилката от инерционните сили и газовата сила. Резултатите са представени в табл.2. Знаците на силите се разминават поради различната координатна система в SolidWorks.

Ускорението на буталото се определя с висока точност, като грешката е под 2%. Има по-голямо разминаване при определяне на опорните реакции. Тази област изисква по-подробно изследване. Все пак грешката е под 10% и може да се приеме, че модела е адекватен.

Табл.2 Сравнение на получените стойности за силите на натоварване на мотовилката

|                                                   | °KB | Резултат комп. симулации (SolidWorks) | Резултат аналит. пресмятания (Mathcad) | Грешка, [%] |
|---------------------------------------------------|-----|---------------------------------------|----------------------------------------|-------------|
| Ускорение на буталото, [m/s <sup>2</sup> ]        | 220 | -6913                                 | 6994                                   | -1,15       |
|                                                   | 360 | -12907                                | 12753                                  | 1,2         |
|                                                   | 368 | -12720                                | 12551                                  | 1,34        |
| Инерционна сила в малката глава на мотовилка, [N] | 220 | -5943,5                               | 6573                                   | -9,57       |
|                                                   | 360 | 11092                                 | -11987                                 | -7,47       |
|                                                   | 368 | 10975                                 | -11798                                 | -6,98       |
| Сумарна сила, [N]                                 | 220 | -6188                                 | 6816                                   | -9,21       |
|                                                   | 360 | -23302                                | 22945                                  | 1,55        |
|                                                   | 368 | -30656                                | 30497                                  | 0,52        |
|                                                   | 720 | 11155                                 | -11935                                 | -6,35       |

### 3. Резултати от изследванията

Разгледани са следните 2 работни режима на двигателя:

1.  $n=4500\text{min}^{-1}$  натоварване- пълно

2.  $n=1500\text{min}^{-1}$  натоварване- пълно

Второто натоварване се приема поради това, че при максимална газова сила, инерционната има противоположна посока - фиг. 3. При една и съща газова сила, натоварването на мотовилката ще бъде по-голямо при по-малка инерционна сила. За изработка на мотовилки най-често се използват стомани [5]. Материалът, който е

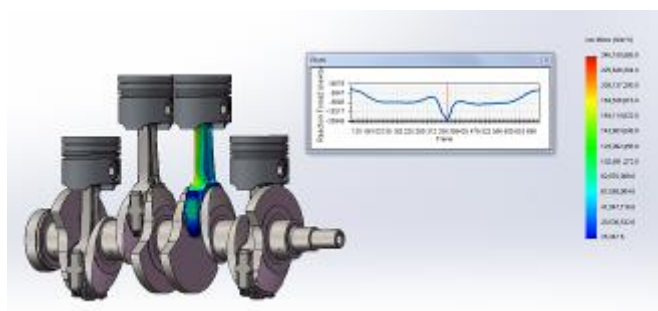
избран за мотовилката е легирана стомана със следните параметри, табл.2.

Табл.2 Еластични константи и механични свойства на легирана стомана.

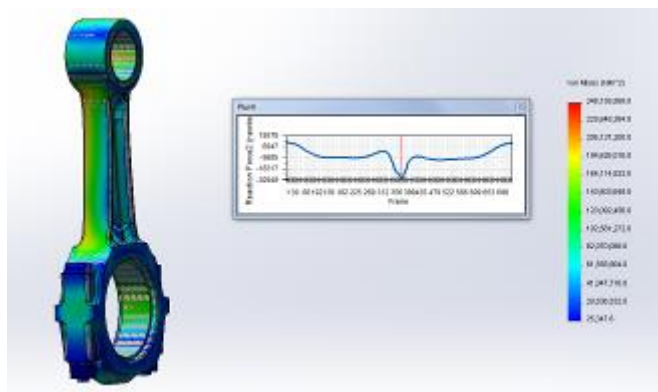
|                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| Модул на еластичност   | $E=210\text{ GPa}$        |
| Плътност               | $\rho=7700\text{ kg/m}^3$ |
| коеф. на Поасон        | $\mu=0,28$                |
| Якост на опън          | $723\text{MPa}$           |
| Граница на провлачване | $620\text{MPa}$           |

При първия случай на натоварване максималните напрежения се получават при 368°KB имат стойност 247MPa, коеф. на сигурност 2.52. От фиг.9 може да се определи, че максималните напрежения са в прехода между стеблото и малката глава на мотовилката.

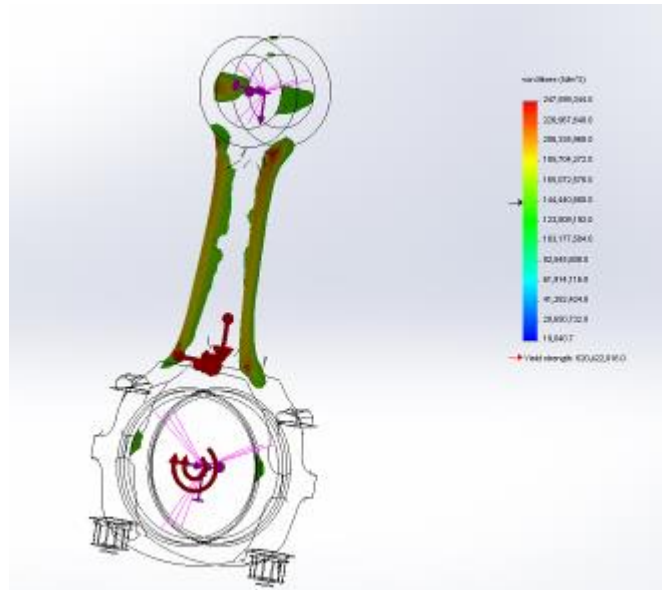
При втория случай на натоварване максималните напрежения се получават при 368°KB имат стойност 341MPa, коеф. на сигурност 1.81. Натоварените части са стеблото, переходите, както и вътрешната средна част на малката глава на мотовилката.



Фиг. 7. Еквивалентни напрежения,  $n=4500\text{min}^{-1}$ , 368°KB



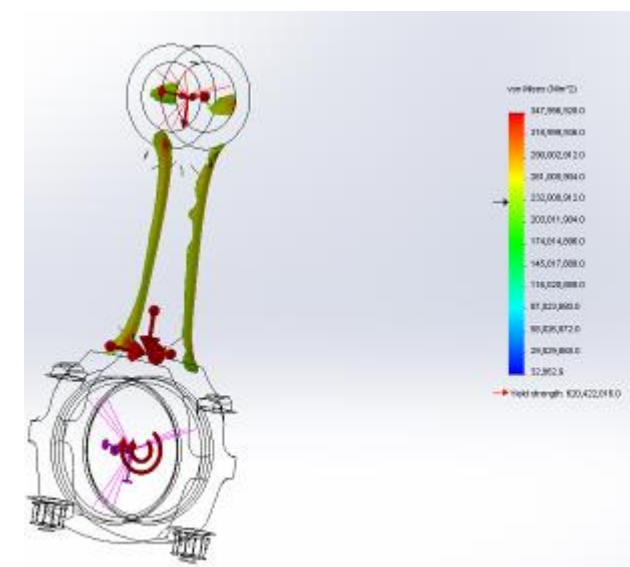
Фиг. 8. Еквивалентни напрежения,  $n=4500\text{min}^{-1}$ , 368°KB



Фиг. 9. Еквивалентни напрежения,  $n=4500\text{min}^{-1}$ , 368°KB



Фиг. 10. Еквивалентни напрежения,  $n=1500\text{min}^{-1}$ , 368°KB



Фиг. 11. Еквивалентни напрежения,  $n=1500\text{min}^{-1}$ , 368°KB



### 3.Изводи

В настоящото изследване е направен анализ на силите действащи на мотовилка на ДВГ по МКЕ с помоща на Motion Analysis модул на Solidworks. Направеното е сравнение с аналитично пресметнатите сили показва, че модела е адекватен като грешката е под 10%. Показано е разпределението на напреженията при два работни режима в позиция 368°KB, където силата на натоварване е най-висока.

### Литература:

- [1] В. Севастакиев, В. Живков, Е. Маринов, Динамика и трептения на ДВГ, Техника, София, 1986, стр.413
- [2] Ramani H., Analysis of Connecting Rod under Different Loading Condition Using Ansys Software, International Journal of Engineering Research & Technology, Vol. 1 Issue 9, November-2012
- [3] TOLIYA, Priyank D.; TRIVEDI, Ravi C.; CHOTAI, Nikhil J. Design and finite element analysis of aluminium-6351 connecting rod. In: International Journal of Engineering Research and Technology. ESRSA Publications, 2013.
- [4] DONG, Qiangbing; LIANG, Zheng. Force and Stress Analysis of Connecting Rod bushing. IJEART, Volume-1, Issue-3, September 2015, pp.23-27
- [5] Ilia E., K. Tutton, G. Lanni, “Overview of Properties of the Materials Used to Manufacture Connecting Rods.” PM World Congress, Yokohama, Japan, October (2012)

За контакти:

9010 Варна, ул. “Студентска”1  
Технически университет –Варна,

Катедра: Транспортна техника и технологии

Ас. инж. Веселин Михайлов  
e-mail: v\_mihaylov@tu-varna.bg

Катедра: Техническа Механика  
Гл. ас.д-р Диян Минков Димитров  
e-mail: dm\_dimitrov@tu-varna.bg

## МОТОВИЛКА НАЧАЛОТО НА СИНОПТИЧНАТА МЕТЕОРОЛОГИЯ В СЛУЖБА НА МОРЕПЛАВАНЕТО

Добромир Гроздев

**Резюме:** На 19 февруари 1855 година започва историческото и професионално развитие на една от най-необходимите понастоящем информационни технологии. Този ден се счита като ден на стартирането на първата в света геоинформационна система – метеорологичната. Основател е френският математик и астроном Юрбен Льоверие. Първата синоптична карта е разработена на базата от получените по телеграф метеорологически данни от редица градове в Европа и на практика е началото на световната служба за времето. Разработката на Льоверие доказва възможността за предсказване на жестоки щормове и силно вълнение, подобни на тези, наблюдавани по време на Кримската война през есента на 1854 година, разрушили англо-френския военен флот.

**Ключови думи:** синоптична метеорология, метеорологично обслужване на мореплаването

### Увод

Изготвянето на прогноза за времето е интересувало учените отдавна. Постепенното набиране на информация за метеорологичното време и климата в различни райони на света, започвайки с епохата на великите географски открития, а впоследствие и изобретяването на прибори за измерване на основните метеорологични елементи, откриват пътя към научното предсказване на времето.

### Началото

Всеки обзор на историята на международната дейност и сътрудничество в областта на метеорологията неизбежно започва с Първата международна метеорологична конференция, състояла се в Брюксел през месец август 1853 година. Президент на конференцията е белгийският учен Адолф Кетеле. Той събира 12 специалисти, десет от които са морски офицери, от Белгия, Великобритания, Дания, Холандия, Норвегия, Португалия, Русия, САЩ, Франция и Швеция. В основата на организацията на конференцията на практика стои американецът Матю Фонтейн Мори. Сред океанографите той бил известен с наблюденията на теченията, а сред метеоролозите с изследване на вятъра. Той е основател не само на съвременната

оперативна океанография, но и на морската метеорология и е основоположник на международното сътрудничество.

На конференцията се утвърждава стандартен формат на корабния дневник за метеорологични наблюдения, а също така и редица стандартни инструкции за тяхното осъществяване.

В началото на 1853 година, Петър Берон издава в Атина само за два месеца три сравнително обемисти метеорологични труда, написани на гръцки език. Това са "Обща климатология", "Атмосферология" и "Магнитология". Част от дългото заглавие на първата книга е "... законите за разпределението на дъждовете, ветровете и температурата и тяхното използване в корабоплаването, земеделието, медицината, геологията и прочие". За пореден път авторът подчертава важността на метеорологията и климатологията за нуждите на корабоплаването. Може само да гадаем, дали има връзка между написването на тези три книги и проведената в Брюксел Първа международна метеорологична конференция.

### Балаклавската буря

На 14 ноември през далечната 1854 година в северните райони на Черно море се развива силен щорм. Метеорологичното явление се случва в хода на Севастополската битка по

време на Кримската война. Щормът е от типа на известните в района ветрове левант или сирокко-левант с посоката на вятъра от югоизток (Прох, 1983). Той се стоварва върху Балаклава, където са били разположени корабите на англо-френския флот, участващи в обсадата на Севастопол. Този щорм в Черно море, известен като Балаклавската буря, потопява 38 френски, английски и турски кораба. Потопен е и корабът на Хенри IV. Загиват 400 моряци. На 12 ноември в крайбрежните води на Варна потъват две френски бригантини, край Балчик още една.

Поради тази причина френското правителство се обръща с молба към назначения неотдавна директор на Парижката обсерватория Юрбен Льоверие да създаде метеорологична служба с крайна цел предсказване на времето. Предоставя му се всичко необходимо. Урбен Льоверие изпраща на много европейски астрономи и метеоролози писма с молба да му предоставят данни от всички наблюдения върху състоянието на атмосферата, извършени за периода 12-16 ноември 1854 година. Получавайки 250 отговора той успява да установи географските мащаби на щорма и да определи пътя му над Европа. Така Льоверие демонстрира възможността за прогноза на подобни явления.

На 13 февруари 1855 година Льоверие предоставя на Наполеон III предложение за съставяне на широка мрежа от станции за метеорологични наблюдения, като обмена на информацията да се осъществява с помощта на свръх съвременния за онова време електричен телеграф. На 19 февруари 1855 година, основавайки се на получената от неговите колеги информация, Льоверие на практика съставя първата оперативна синоптична (συνοπτικός) карта. На картата са нанесени линии, свързващи точки с едно и също атмосферно налягане – изобари. Тяхната извитост позволила да се оцени разположението на областите с ниско и високо налягане - циклони и антициклони. Френското правителство застава изцяло зад неговите идеи. . И така за кратко време във Франция се разгръща мрежа от 24 метеорологични станции за наблюдения. Други

европейски държави също се включват в проекта и към 1864 година метеорологични станции са вече 50.

През 1857 година в САЩ за изготвянето на синоптични карти започва предаване по телеграфа на метеорологична информация от 32 станции. В Англия през 1860 година синоптични карти започва да изготвя Роберт Фицрой. Между другото той именно е кръстил изготвяните карти с името “синоптични”. Името идва от гръцката “синоптикус”, което ще рече “от птичи поглед”. Интересното в случая е, че първите задачи на образуваните по онова време метеорологични служби са били в изготвянето на щормови оповестявания, предупреждения и прогнози за мореплаването.

### **Синоптичната метеорология в България**

В България първите синоптични карти започват да се разработват през 1922 година в основаната “Служба за времето” към тогавашната Дирекция на въздухоплаването. За ръководител е назначен аерологът Никола Негенцов. По-късно тази служба се преименува в Метеорологична служба при войската. От 1922 до 1956 година Метеорологичната служба изготвя ежедневните прогнози за времето, които са били четени по радио София и отпечатвани във вестниците (Андреев, 2000) .

През месец май на 1956 година на базата на разработените синоптичните карти прогнози за времето започват да се издават и от синоптиците в сектор “Прогнози” към Главното управление по метеорология и хидрология.

За нуждите на българското корабоплаване първите синоптични карти започват да се чертаят през 1959 година в отдела по метеорология към Хидрографната служба във Варна с началник Иван Зографов – физик-метеоролог.

През 1970 година е взето решение към Областната хидрометеорологична служба (ОХМС) във Варна да се сформира звено за метеорологично обслужване на цивилното корабоплаване (Гроздев, 2007). Първите двама назначени служители са Иван Зографов,

синоптика в икономисаното време детайлно да обмисли прогнозата и да повиши нейната събдваемост. И все пак работата на синоптика не се е променила. Той по старому си остава верен на синоптичния метод и синоптичната карта за него е настолна книга.

Grandes barométriques  
du 20<sup>th</sup> 7 septembre 1867.  
à 7-8 h. M.

La direction des flèches  
donne celle du vent

→ 40 fath. → 30 fath. → 20 fath. → 10 fath. → 0 fath.

**Фиг. 1:** Първата синоптична карта от 7.09.1863 година отпечатана във Франция в Бюлетин на Международната имперска обсерватория (Locher, 2009)

**Фиг. 2:** Първата синоптична карта в ХМС Варна от 1 XII 1970 г. Наносвач Стефка Митева

**Литература:**

- Андреев, В., (2008): 120 години българска метеорологична и хидрометеорологична служба, Част 1, „Деметра” ЕООД, София, 118, 212 стр.
- Гроздев, Д., (2007): *Морско метеорологично обслужване в България*, 10 книги за Варна 2006, Сдружение Книги за Варна, Варна, 453-456 стр.
- Прох, Л. Т., (1983): Словарь ветров, Гидрометеоиздат, Ленинград, 96-97, 170 стр.
- Fabien Locher, (2009): Les météores de la modernité : la dépression, le télégraphe et la prévision savante du temps (1850-1914), *Revue d'histoire moderne et contemporaine* 2009/4, p. 77-103.

**За контакти:**

Технически университет – Варна,  
9010 Варна, ул. „Студентска” № 1,  
e-mail: dobgro@abv.bg



ISSN 1310-5833

---