

Българско списание за Инженерно ПРОЕКТИРАНЕ

брой №42, ноември 2020г.

ЦЕЛ И ОБХВАТ

„Българско списание за инженерно проектиране” е периодично научно списание с широк научен и научно-приложен профил. Целта му е да предостави академичен форум за обмен на идеи между учените, изследователите, инженерите, потребителите и производителите, работещи в областта на машиностроенето, транспорта, логистиката, енергетиката, технологиите, съвременното компютърно проектиране, а също така и в областта на различни интердисциплинарни научни и научно-приложни проблеми. Издателите приветстват научни публикации с високо качество и значими научни, научно-приложни и творчески приноси.

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

Председател

Б. Григоров, ТУ-София, България

М.Т.Георгиев	ТУ-София, България	К.Деметрашвили	ТУ, Тбилиси, Грузия
Г.Дюкенджиев	ТУ-София, България	С.Симеонов	ТУ, Бърно, Чехия
М.Денчев	ТУ-София, България	В.Николич	Университет в Ниш, Сърбия
И.Малаков	ТУ-София, България	А.Янакиев	Nottingham Trent University, UK
П.П.Петров	ТУ-София, България	Н.Чернев	University of Auvergne, France
В.Панов	ТУ-София, България	В.Лepadatescu	Transilvania University of Brashov, Romania
М.З.Георгиев	ТУ-София, България	N.Zrnic	University of Belgrad, Serbia
Н.Л.Николов	ТУ-София, България	M.Jovanovic	University of Nish, Serbia
М.Георгиев	МГТУ Станкин, Москва, Россия	D.Michalopoulos	University of Patras, Greece
В.Христов	ТУ-София, България	N.Kubota	Tokyo Metropolitan Univer- sity, Japan
Ch.Apostolopoulos	University of Patras, Greece	С.Емельянов	Юго-Западный гос. уни- верситет, Курск, Россия
Л.Червяков	Юго-Западный гос. уни- верситет, Курск, Россия	В.Спасов	ВТУ „Т.Каблешков“, Со- фия, България
О.Лисовиченко	Национален технически университет, Украина	В.Кирилович	Государственный универ- ситет "Житомирская поли- техника", Украина

Редактор

Р.Митрев, ТУ-София, България

Издател: Машиностроителен факултет, Технически университет-София. ISSN 1313-7530; **Адрес на редакцията:** София, бул.Климент Охридски №8, Технически Университет-София, бл.4, Машиностроителен факултет; **Електронна версия:** bjed.tu-sofia.bg.

Списанието се индексира в Index Copernicus: www.indexcopernicus.com

Всички статии в списанието се рецензират от членове на редакционната колегия и външни специалисти.

Bulgarian journal for **Engineering Design**

issue №42, November 2020

AIM AND SCOPE

Bulgarian Journal for Engineering Design is a periodical scientific issue covering wide scientific and application areas of engineering activities. The aim of the journal is to provide an academic forum for exchange of ideas and information between scientists, engineers, manufacturers and customers working in the spheres of mechanical engineering, transport, logistics, power engineering, modern computer – aided design and technology and solving different interdisciplinary scientific and applied problems. The editors welcome articles of substantial quality bearing significant contribution to the engineering knowledge.

EDITORIAL BOARD

Chairman

B.Grigorov, TU-Sofia, Bulgaria

M.T.Georgiev	TU-Sofia, Bulgaria	K.Demetrashvili	TU, Tbilisi, Georgia
G.Diukendzhiev	TU-Sofia, Bulgaria	S.Simeonov	TU, Brno, Czech Republic
M.Denchev	TU-Sofia, Bulgaria	V.Nikolich	Nish university, Serbia
I.Malakov	TU-Sofia, Bulgaria	A.Ianakiev	Nottingham Trent University, UK
P.P.Petrov	TU-Sofia, Bulgaria	N.Chernev	University of Auvergne, France
V.Panov	TU-Sofia, Bulgaria	B.Lepadatescu	Transilvania University of Brashov, Romania
M.Z.Georgiev	TU-Sofia, Bulgaria	N.Zrnic	University of Belgrad, Serbia
N.L.Nikolov	TU-Sofia, Bulgaria	M.Jovanovic	University of Nish, Serbia
M.Georgiev	MGTU Stankin, Moscow, Russia	D.Michalopoulos	University of Patras, Greece
V.Hristov	TU-Sofia, Bulgaria	N.Kubota	Tokyo Metropolitan University, Japan
Ch. Apostolopoulos	University of Patras, Greece	S.Emelianov	South West State University, Kursk, Russia
L.Cherviakov	South West State University, Kursk, Russia	V.Spasov	VTU „T.Kableshkov“, Sofia, Bulgaria
O.Lisovychenko	National technical university, Ukraine	V.Kirilovich	Zhytomyr Polytechnic State University, Ukraine

Editor

R.Mitrev, TU-Sofia, Bulgaria

Publisher: Mechanical Engineering Faculty, Technical University-Sofia. ISSN 1313-7530; **Publisher Address:** Bulgaria, Sofia, Kliment Ohridski blvd. №8, Technical University-Sofia, Mechanical engineering faculty; **Electronic version:** bjed.tu-sofia.bg.

The journal is indexed in Index Copernicus: www.indexcopernicus.com

All papers are reviewed by the members of Editorial Board and by external specialists.

Съдържание:

Оптимално управление на краткотрайни складови запаси.....	7
С. Попов, С. Баева	
Динамичен модел за изследване, анализ и прогнозиране на процесите при аварийно спиране на асансьорите.....	13
К. Чучуганов, Л. Хаздай, М. Митова, Г. Илиев	
Методика за изследване, изпитване и настройка на захващащи механизми за асансьори.....	18
К. Чучуганов, Л. Хаздай, М. Митова, Г. Илиев	
Разработване на стенд за изследване на термохимично съхранение на топлина чрез адсорбция/десорбция на вода в порьозни и хигроскопични материали.....	24
С. Митева, И. Маринов, С. Бойчева, А. Асенов, Д. Згурева, А. Иванов, И. Янков	
Автоматизирана обработка на данни от измерване на термоелектродвижещо напрежение в метали и сплави.....	30
Б. Велев, Б. Джуджев	
Електрохимични характеристики на PbSO₄/PbSO₂ електрод в присъствието на повърхностно активни вещества добавени в електролита.....	36
А. Александрова, Д. Цветкова, М. Матракова	
Моделиране на устойчивостта на колесни мобилни роботи.....	42
С. Лилов, В. Маркова, Н. Попов, В. Шопов	
Моделиране и симулация на енергийния баланс на мехатронна система с постояннотоков двигател.....	47
Н. Попов, С. Лилов, В. Маркова, В. Шопов	
The control and power subsystems of a solar powered smart irrigation system.....	53
S. C. Celik	
Изследване на възможностите за конструиране на иновативен мултифункционален продукт за екстериорна среда.....	59
Т. Пешева	
Общ преглед и анализ на проблемите, възникващи при изобразяване на информация във визуализациите от данни.....	63
К. Петрова	

Сепарирай, рециклирай, проектирай – наивният човек.	69
И. Луканова	
Системи за осигуряване безопасността на работниците при работа с промишлени машини.....	74
И. Александрова	
Автоматизация на повърхностния монтаж.....	80
Д. Кузманов	
Автоматизирана поточна линия за производство на контейнерни фиданки от семена добити в семепроизводствена градина на територията на разсадник Старозагорски бани.....	87
И. Иванова	
Безпилотни летателни системи в контекста на националното законодателство....	94
Д. Минчева	
Електронна информационна система за безпилотни летателни системи.	100
Д. Минчева	
Анализ на нормите, отнасящи се до придобиване и признаване на правоспособност за упражняване на професии по управление/обслужване на съоръжения с повишена опасност (СПО).....	105
И. Александрова	
Оценяване на съответствието на съоръжения под налягане.	111
А. Стоянов, Б. Илиева	
Тестване на токови преобразуватели от затворен тип.....	118
Г. Михалков, Х. Николова	
Нормативна и стандартизационна база за дейностите по производството на качествени вина и контролът върху тях.	121
М. Даскалова	
Cybersecurity and information security.	126
И. Станков, Г. Христов	
Разработване на потребителски интерфейс за система за избор на конструктивни алуминиеви профили.	131
М. Севим	

Приложение на 5G комуникацията за високоскоростни железници.....	136
И. Топалов, А. Коруни	
Локализиране на спойки върху печатни платки, изпълнени по метода на повърхстен монтаж.....	142
В. Попов	
Приложение на подходи от изкуствения интелект за автоматично генериране на синтетични записи на пациенти.	148
Б. Величков, К. Иванова, В. Христов, И. Борисов, А. Пейчев, И. Койчев, С. Бойчева	
Законодателно осигуряване на енергийната ефективност в Европейския съюз.....	154
И. Николова	
Подобряване на енергийната ефективност чрез управление на енергията.....	158
К. Годорова	
Параметрично проектиране на улична водоприемна решетка от стъклоусилени термореактивни формовъчни компаунди.....	164
К.Стайков	
Приложение на метода на мрежите при изследване в условията на равнинно напрегнато състояние и правоъгълна мрежа.....	170
Г.Тодорова	
Methods of reducing the dimension of technical dynamic systems.....	176
A.Stenin, O.Lisovichenko, I.Drozdovich, M.Soldatova, K.Araffa	



Младежка научна конференция

“МАШИНИ И НОВАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ” 2020

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

ПОЧЕТЕН ПРЕДСЕДАТЕЛ:

проф. д.н. инж. Иван Кралов
ректор на ТУ – София

ПРЕДСЕДАТЕЛ:

проф. д-р инж. Милка Вичева – декан на МФ

НАУЧЕН СЕКРЕТАР:

доц. д-р инж. Панчо Томов – зам. декан на МФ

ЧЛЕНОВЕ:

гл. ас. д-р инж. Александър Грънчаров – ИЛПТСТ
гл. ас. д-р инж. Велизар Захаринов – АДП
гл. ас. д-р инж. Елица Томова-Дамянова – ПТУ
гл. ас. д-р инж. Мариана Митова – ОТСК
ас. Теодора Пешева – ИД

ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛ:

проф. д-р инж. Любомир Димитров – зам. Ректор ТУ

ЧЛЕНОВЕ:

проф. д-р инж. Георги Дюкенджиев – Р-л кат. ПТУ
проф. д-р инж. Константин Димитров – Р-л кат. ИЛПТСТ
проф. д-р инж. Милка Вичева – декан на МФ
доц. д-р инж. Георги Тонков – Р-л кат. МЕНК
доц. д-р инж. Георги Станчев – Р-л кат. ОТСК
доц. д-р инж. Георги Червендинев – Р-л кат. ИД
доц. д-р инж. Панчо Томов – зам. декан на МФ
доц. д-р инж. Стилиян Николов – Р-л кат. АДП

ПРЕДГОВОР

Настоящият брой на научното списание „Българско списание за инженерно проектиране“ е посветен на Младежката научна конференция МАШИНИ, ИНОВАЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ “МИТ – 2020”, организирана от Машиностроителен факултет на Технически университет – София, с подкрепата на Фондация «ЕВРИКА».

За четвърта поредна година събитието е форум за изява на млади учени и таланти, средище за обмен и генериране на нови идеи и технически решения, както и на устойчиво сътрудничество между младите учени и бизнеса в България.

В това четвърто по ред издание на конференцията, участие взеха както млади учени от почти всички технически университети в България и от Българската академия на науките, така и от компании, разработващи иновативни технологични продукти.

Организационният комитет изказва благодарност за съдействието и финансовата подкрепа на НИС при ТУ – София, фондация „Еврика“ и фирма Directservices, които допринесоха това събитие да се състои.

София,
Организационен комитет
Ноември, 2020

ОПТИМАЛНО УПРАВЛЕНИЕ НА КРАТКОТРАЙНИ СКЛАДОВИ ЗАПАСИ

Стоян ПОПОВ¹ Силвия БАЕВА²

¹катедра „Математическо моделиране и числени методи“, Технически университет - София, България
e-mail: spopov@tu-sofia.bg

²катедра „Математическо моделиране и числени методи“, Технически университет - София, България
e-mail: sbaeva@tu-sofia.bg

Резюме: При управлението на складови запаси е от голямо значение максимално бързото им транспортиране от едно място на друго, особено ако става въпрос за продукти с кратък срок на годност. В настоящото изследване е предложен математически модел на задача за оптимално управление на краткотрайни складови запаси. Всички разходи свързани със съхранението на запаси са постоянни или се променят във времето и зависят от обема си. В задачите за управление на запаси се има предвид естеството на търсенето и възможността за тяхното попълване. Търсенето може да бъде известно или неизвестно, постоянно или променящо се във времето, а величината, която го характеризира – може да бъде дискретна или непрекъсната. За решаването на поставената задача в дискретен и непрекъснат случай е приложен принципа на Понтрягин. Направен е сравнителен анализ между получените резултати в двата случая.

Ключови думи: оптимално управление, складови запаси, принцип на Понтрягин

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Темата за управление на запасите винаги е била и ще бъде актуална. Проблемите свързани с управлението на запаси стават все по-сложни и многопластови, което налага търсенето на нови и по-ефективни методи за справяне с тях. Целта при оптималното управление на запасите е да се минимизира размера на всички разходи, свързани със създаването и съхранението на запасите. Тези разходи могат да бъдат постоянни или да се променят във времето и пряко зависят от обема на запасите. Търсенето може да бъде известно или неизвестно, постоянно или променящо се във времето, а величината, която го характеризира, може да бъде дискретна или непрекъсната. Наблюдават се различни ефективни изследователски подходи през последните години при оптимизиране управлението на запаси.

Предложеният от авторите в [6] модел на странично претоварване (LT) свързва разходите за разваляне на запасите във функцията на общите материални краткотрайни запаси с другите компоненти на разходите - покупка от редовен доставчик, LT, подреждане и задържане и оптимизира компромиса между тези ключови компоненти на разходите.

В [7] е представен обобщен модел за управление на производствени трайни запаси и е разработен точен алгоритъм на разклоняване и ограничаване.

Проучването в [1] изследва политиката за инвентаризация на възникващ двуканален склад, който има уникална структура, при която складът е разделен на две области: една за изпълнение на онлайн поръчки и друга за съхранение на продукти и изпълнение на офлайн поръчки.

Авторите в [4] изследват управлението на запасите и организационната ефективност. Приложили са класически методи към системата за инвентаризация на организацията като използват средните стойности на данните.

В [5] авторите разглеждат двустепенен модел за оптимизация: вторият етап характеризира най-лошия случай на разпределение на търсенето, като третира нивата на запасите като входни параметри, а първият етап идентифицира оптималните нива на запасите въз основа на резултатите от втория етап. Разработват евристика за общия случай. Подобен интегриран оптимизационен модел за попълване на запасите и решения за ценообразуване в система от един производител за много търговци на влошени артикули е разгледан в [2]. Разработени са два метаввристични алгоритми, т.е. подобрена оптимизация на роя на частици, вградена с механизъм SA (SAPSO), и алгоритъм за оптимизиране на колонии с непрекъснат домейн (CDACO).

Единичната изкупна цена на продуктите може да се увеличи или намали по различни причини, което влияе върху политиките за контрол на запасите на продавача и купувача. [8] разработва

модел за контрол на запасите, когато интервалите за попълване са вероятностни.

Целта на изследването в [3] е да се разработи модел за управление на запасите, базиран на модел на количеството на поръчките, използвайки асимптотични методи на възмущение.

При управлението на складови запаси е от голямо значение максимално бързото им транспортиране от едно място на друго, особено ако става въпрос за продукти с кратък срок на годност. В настоящето изследване е предложен един по-различен, но по-ефективен от посочените по-горе подход при оптимално управление на краткотрайни запаси. Целта на настоящето изследване е да се минимизират разходите при управление на краткотрайни складови запаси. За постигане на целта са предложени математически модели в дискретен и непрекъснат случай. За решаване на задачата е приложен принцип на Понтрягин. Направен е сравнителен анализ между получените резултати в двата случая.

2. ОПТИМАЛНО УПРАВЛЕНИЕ НА КРАТКОТРАЙНИ ЗАПАСИ

2.1 Непрекъснат случай

Задачата във формата на Понтрягин има вида:

$$(P) \quad \begin{aligned} B_0(\xi) &= \min; B_i \leq 0, i = 1, \dots, m', \\ B_i &= 0, i = m', \dots, m, \\ \dot{x}(t) - \varphi(t, x(t), u(t)) &= 0, \forall t \in T, \\ u(t) &\in U \quad \forall t \in \Delta, \end{aligned} \quad (1)$$

където $\xi = (x(\cdot), u(\cdot), t_0, t_1)$, $x \in PC^1(\Delta, R^n)$, $u \in PC(\Delta, R^r)$, $t_0, t_1 \in \Delta$, $t_0 < t_1$, Δ е зададен краен интервал, $U \subset R^r$ е произволно множество, $T \subset \Delta$ е множество от точките на непрекъснатост на управлението u ,

$$B_i(\xi) = \int_{t_0}^{t_1} f_i(t, x(t), u(t)) dt + l_i(t_0, x(t_0), t_1, x(t_1)), i = 1, \dots, m. \quad (3)$$

Векторната функция $x = (x_1, \dots, x_n)$ е фазова променлива, а векторната функция $u = (u_1, \dots, u_r)$ е управление. Ограничение (1) е диференциално

ограничение и трябва да е изпълнено във всички точки на непрекъснатост на управлението u . Ограничение (2) е свързано с типа включване и трябва да е изпълнено във всички точки $t \in \Delta$. Частни случаи на оптималното управление (P) се явяват задачи, в които единият от краищата или и двата края са фиксирани.

Елемент ξ е допустим управляем процес и $\hat{\xi} = (x(\cdot), \hat{u}(\cdot), \hat{t}_0, \hat{t}_1)$ е (локално) оптимален (или още оптимален в силен смисъл процес), ако съществува $\delta > 0$, такова че $B_0(\xi) \geq B_0(\hat{\xi})$ за всеки допустим управляем процес $\xi = (x(\cdot), u(\cdot), t_0, t_1)$, за който $\|x(\cdot) - \hat{x}(\cdot)\|_{C(\Delta)} < \delta, |t_0 - \hat{t}_0| < \delta, |t_1 - \hat{t}_1| < \delta$. Нека $\hat{\xi} = (x(\cdot), \hat{u}(\cdot), \hat{t}_0, \hat{t}_1)$ е оптимален (в силен смисъл) процес в задача на оптималното управление (P); функциите $f_i, \varphi (i = 0, 1, \dots, m)$ и техните частни производни спрямо x са непрекъснати в околност на множеството $\{(t, \hat{x}(t)) | t \in \Delta\}$, декартово умножено по U , а функциите $l_i, i = 0, 1, \dots, m$ са непрекъснато диференцируеми в околност на точката $(\hat{t}_0, \hat{x}(\hat{t}_0), \hat{t}_1, \hat{x}(\hat{t}_1))$ (условие за гладкост).

Намираме множителите на Лагранж $(\lambda, p) \in R^{m+1} \times PC^1(\Delta, R^n)$, $\lambda \neq 0$, такива че функцията на Лагранж:

$$\begin{aligned} \Lambda(x(\cdot), u(\cdot), t_0, t_1) &= \\ &= \int_{t_0}^{t_1} (f(t, x, u) + p(t)(\dot{x} - \varphi(t, x, u))) dt + \\ &\quad + l(t_0, x(t_0), t_1, x(t_1)), \quad (4) \\ f(t, x, u) &= \sum_{i=0}^m \lambda_i f_i(t, x, u), \quad (5) \\ l &= \sum_{i=0}^m \lambda_i l_i(t_0, x(t_0), t_1, x(t_1)) \quad (6) \end{aligned}$$

изпълняват условията за стационарност по x - (7), (8) и (9); трансферзалност по x - (10) и (11); оптималност по u - (12) и (13); стационарност на подвижните краища (в сила е само за задачи с подвижни краища) - (14) и (15); допълнителна нежелателност - (16) и неотрицателност - (17):

$$L(t, x, \dot{x}, u) = f(t, x, u) + p(\dot{x} - \varphi(t, x, u)) \quad (7)$$

$$-\frac{d}{dt} \hat{L}_x(t) + \hat{L}_x(t) = 0 \quad (8)$$

$$-\dot{p}(t) + \hat{f}_x(t) - p(t)\hat{\varphi}_x(t) = 0 \quad (9)$$

$$\hat{L}_x(\hat{t}_0) = \hat{l}_{x(t_0)} \Leftrightarrow p(\hat{t}_0) = \hat{l}_{x(t_0)} \quad (10)$$

$$\hat{L}_x(\hat{t}_1) = -\hat{l}_{x(t_1)} \Leftrightarrow p(\hat{t}_1) = -\hat{l}_{x(t_1)} \quad (11)$$

$$\min_{u \in U} L(t, x(t), \hat{x}(t), u) = L(t, \hat{x}(t), \hat{x}(t), \hat{u}(t)) \quad (12)$$

⇕

$$\min_{u \in U} \{f(t, \hat{x}(t), u) - p(t)\varphi(t, \hat{x}(t), u)\} = \hat{f}(t) - p(t)\hat{\varphi}(t), \forall t \in T \quad (13)$$

$$\hat{L}_{t_0} = 0$$

⇕

$$-\hat{f}(\hat{t}_0) + \hat{l}_{t_0} + \hat{l}_{x(t_0)}\hat{x}(\hat{t}_0) = 0 \quad (14)$$

$$\hat{L}_{t_1} = 0$$

⇕

$$\hat{f}(\hat{t}_1) + \hat{l}_{t_1} + \hat{l}_{x(t_1)}\hat{x}(\hat{t}_1) = 0 \quad (15)$$

$$\lambda_i B_i(\xi) = 0, \quad i = 1, \dots, m' \quad (16)$$

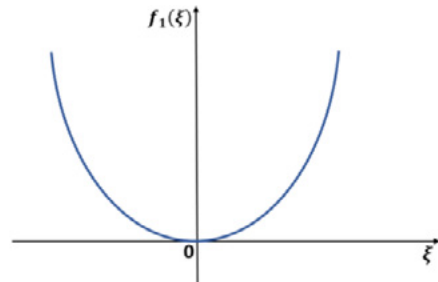
$$\lambda_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, m' \quad (17)$$

Приближаваме функционалната зависимост както следва:

$$f_1(\xi) = \begin{cases} a_1 \xi^2; & \xi \geq 0 \\ b_1 \xi^2; & \xi \leq 0 \end{cases} \quad b_1 > a_1 > 0 \quad (18)$$

За производителите на продукти, нивото на постоянна интензивност на производството, т.е. когато $x(t) = const$ или $u(t) = 0$, $u(t) = x(t+1) - x(t)$. Както в случай на увеличение на продукцията ($u(t) > 0$), така и в случай на намаляване ($u(t) < 0$), производителите търпят загуби, причинени от необходимостта от реструктуриране на производството. Функция на загубата на производителя $f_2(u)$ е показана на фиг. 2 или в аналитична форма:

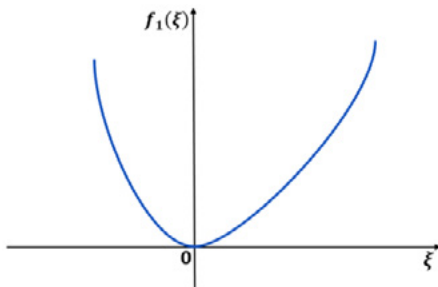
$$f_2(u) = \begin{cases} a_2 u^2; & u \geq 0 \\ b_2 u^2; & u \leq 0 \end{cases} \quad (19)$$



Фиг.2 Загуби в следствие на търсене на нови клиенти

2.2 Дискретен случай

Разгледаме процеса на производство и доставка в отделни моменти от време $t = 0, 1, \dots, T$, където T е планираният период. Търсенето на продукти в тези моменти се определя по предположение, дадена функция $r(t)$. Ако предлагането $x(t)$ и търсенето $r(t)$ не съвпадат, има загуба. В случай на дефицит - $\xi(t) = x(t) - r(t) < 0$, загубите са причинени от завишеното търсене и недостиг на печалбата на производителя; на излишък - $\xi(t) > 0$, загубите са причинени от необходимостта от търсене на нови потребители или други условия за продажба на продукти. И в двата случая на разликата $|\xi|$, тогава графиката на функцията на загуба $f_1(\xi)$ ще има вида представен на фиг.1.



Фиг.1 Графика на загубите причинени от дефицит

За разлика от (18), не може да се каже предварително кой от клоните (19) е по-стръмен. Съответно не може да се каже кой от коефициентите, a_2 или b_2 , е по-голям.

Задачата е: да се намери функцията на обема на предлагането на продукти $x(t), t = 1, 2, \dots, T$, и динамиката на необходимите промени в този обем, изразени чрез функцията $u(t), t = 1, 2, \dots, T-1$, за да се сведе до минимум общата загуба:

$$J = \sum_{t=0}^{T-1} [f_1(x(t) - r(t)) + f_2(u(t))] + f_1(x(T) - r(T)) \rightarrow \min \quad (20)$$

Първоначалното количество продукция задава началното условие (21), а уравнението на процеса записано в каноничен вид е (22):

$$x(0) = x_0 \quad (21)$$

$$x(t+1) = x(t) + u(t) \quad (22)$$

и определя $x(t)$ като състояние на системата, а $u(t)$ като управление, $x(t) \geq 0$. За да можем да решим задачата (20) - (22) по метода на Лагранж, е необходимо да се освободим от ограничението за състоянието $x(t) \geq 0, t = 1, 2, \dots, T$. Това може да стане с помощта на така наречения „метод на наказателна функция“, като се добави към функционал (20) „наказание“ за нарушаване на условията $x(t) \geq 0$, т. е. допълнително включваме в (20) сумата $M \sum_{t=1}^T [|x(t)| - x(t)]$, където $M > 0$ е произволно голямо положително число. При $x(t) \geq 0$, изразът в квадратни скоби под знака на сумата изчезва и „наказанието“ не се налага. При $x(t) < 0$, изразът в квадратната скоба се оказва $2|x(t)| > 0$ и във функционал (20) се появява произволно голямо положително увеличение, което противоречи на целта ни функционалът да се сведе до минимум.

Има възможност за премахване на определени ограничения с включването на „наказание“ за нарушаването им, но използваме числения метод на директната прогонка, за да разрешим проблема с граничната стойност. Тогава задача (20) - (22) принадлежи към класа на многостъпкови контролирани процеси. Необходимите условия за оптималност имат формата:

$$\frac{\partial H(t, x^*(t), \psi(t+1), u)}{\partial u} \Big|_{u^*(t)} = 0 \quad (23)$$

$$H(t, x, \psi, u) = \psi f(t, x, u) - f^0(t, x, u); \quad (24)$$

$$\psi(t) = \frac{\partial H(t, x^*, \psi(t+1), u^*(t))}{\partial x} \Big|_{x^*(t)} \quad (25)$$

$$x^*(t+1) = f(t, x^*(t), u^*(t)) \quad (26)$$

$$x^*(0) = x_0, \psi(t) = -\frac{\partial F(x)}{\partial x} \Big|_{x^*(t)} \quad (27)$$

Като се приложат към разглежданата от нас задача (20) - (22):

$$H(t, x, \psi, u) = \psi(x+u) - f_1(x-r) - f_2(u) \quad (28)$$

От условие (25) намираме (29), откъдето чрез (23) получаваме (30) и получаваме (31) или с отчитане на формула (18) получаваме (32):

$$\psi(t+1) - \frac{\partial f_2}{\partial u} \Big|_{u^*(t)} = 0 \quad (29)$$

$$\psi(t+1) = \begin{cases} 2a_2 u^*(t); & u^*(t) \geq 0 \\ 2b_2 u^*(t); & u^*(t) \leq 0 \end{cases} \quad (30)$$

$$\psi(t) = \psi(t+1) - \frac{df}{df_2} \Big|_{\xi=x^*(t)-r(t)} \quad (31)$$

$$\begin{aligned} & \psi(t) = \psi(t+1) \\ & -2 \begin{cases} a_1 [x^*(t) - r(t)]; & x^*(t) \geq r(t) \\ b_1 [x^*(t) - r(t)]; & x^*(t) \leq r(t) \end{cases} \quad (32) \end{aligned}$$

Условието (26) се определя от уравнението на процеса (22). Тъй като $a_2 > 0, b_2 > 0$, знакът на $\psi(t+1)$ в (30) съвпада със знака на $u^*(t)$. Това позволява да се изрази (30) в (33), а стойността $u^*(t)$, получена по формула (30), може да бъде заместена в уравнението на процеса (22), след което ще имаме:

$$u^*(t) = \begin{cases} \frac{\psi(t+1)}{2a_2}, & \psi(t+1) \geq 0 \\ \frac{\psi(t+1)}{2b_2}, & \psi(t+1) \leq 0 \end{cases} \quad (33)$$

$$x^*(t) = x^*(t+1) - \begin{cases} \frac{\psi(t+1)}{2a_2}, & \psi(t+1) \geq 0 \\ \frac{\psi(t+1)}{2b_2}, & \psi(t+1) \leq 0 \end{cases} \quad (34)$$

Ако са дадени стойностите $x^*(t+1), \psi(t+1)$, тогава формулите (32)-(34) ни позволяват да определим $x^*(t), u^*(t), \psi(t)$. В този случай, $x^*(t)$ се изчислява по формула (34), а $u^*(t)$ по формула (33). Тъй като $x^*(t)$ вече е известна и функцията на производственото търсене $r(t)$ е дадена от условието на задачата, изчисляваме $\psi(t)$ по формула (32). Продължавайки итеративния процес, преминаваме от $x^*(t), u^*(t), \psi(t)$ до $x^*(t-1), u^*(t-1), \psi(t-1)$ и т.н. Изчисленията ще продължат, докато се определи стойността $x^*(0)$. Съгласно (18) и като вземем предвид, че $\xi(T) = x(T) - r(T)$, получаваме:

$$\psi(T) = -\frac{df_1}{dx}\Big|_{x^*(T)} = -2 \begin{cases} a_1[x^*(T) - r(T)]; & x^*(T) \geq r(T) \\ b_1[x^*(T) - r(T)]; & x^*(T) \leq r(T) \end{cases} \quad (35)$$

Ако зададем $x^*(T), t + 1 = T$, по необходимия начин и изчислим $\psi(T)$ по формула (35), тогава можем да изчислим стойностите на функциите $x^*(t) = x^*(T - 1), u^*(t) = u^*(T - 1), \psi(t) = \psi(t - 1)$. Продължавайки итеративния процес, достигаем стойността $x^*(0)$, която зависи от приетата стойност $x^*(T)$. Ако този изчислителен процес можеше да се извърши в аналитична форма, бихме получили функционална зависимост $x^*(0, x^*(T)) = x_0$. Разглеждайки тази зависимост като уравнение по отношение на желаното количество $x^*(T)$ и решавайки я, бихме намерили необходимата стойност $x^*(T)$. В зависимост от отношението $x^*(T) \geq r(T)$ или $x^*(T) \leq r(T)$, се използва първата или втората версия на формула (35). Подобна ситуация възниква при използване на формули (32) и (33). Изхождайки от метода на директната прогонка, избираме необходимата числова стойност на $x^*(T)$, за да постигнем изпълнението на първоначалното условие (21) с дадена ε точност:

$$|(x^*(0), x^*(T)) - x_0| \leq \varepsilon \quad (36)$$

Ако за някаква стъпка t (с приетата стойност $x^*(T)$) се окаже $x^*(t) < 0$, тогава итерацията спира, стойността $x^*(T)$ се променя и настъпва преход към нова итерация.

3. ЧИСЛЕНА РЕАЛИЗАЦИЯ

Входни данни:

$$T = 7, x_0 = 3, a_1 = 1, b_1 = 3, a_2 = b_2 = 4 \quad (37)$$

Стойностите на функцията $r(t)$ са дадени в табл.1 при $\varepsilon = 0,01$.

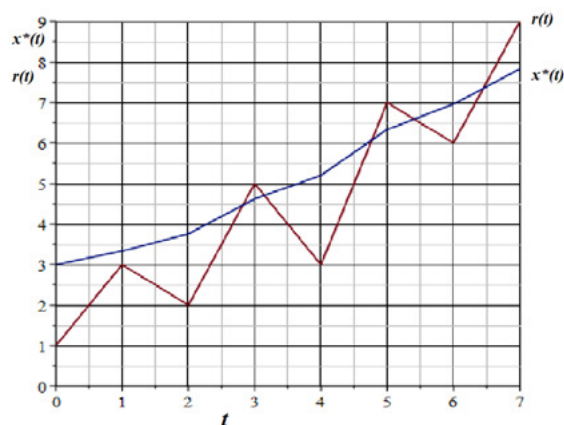
табл.1 Стойности на функцията $r(t)$

t	0	1	2	3	4	5	6	7
$r(t)$	1	2	1	5	4	8	6	9

Получените резултати са представени в табл. 2, а функциите на изхода $x^*(t)$ и $r(t)$ са представени графично на фиг. 3.

табл.2 Числени резултати

t	0	1	2	3
$x^*(t)$	2,998	3,337	3,76	4,623
$\psi(t)$	1,286	2,71	3,384	6,904
$u^*(t)$	0,339	0,423	0,863	0,58
t	4	5	6	7
$x^*(t)$	5,203	6,337	6,965	7,837
$\psi(t)$	4,641	9,046	5,049	6,978
$u^*(t)$	1,131	0,631	0,872	0,872



фиг.3 Графично представяне на числените резултати

4. ИЗВОДИ ОТ ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ ПРИ ЧИСЛЕНАТА РЕАЛИЗАЦИЯ

В непрекъснатия случай се вижда, че можем да получим най-добри резултати, но са неприложими в практиката. В конкретния случай се изисква дискретизация, която зависи от трайността на складираните продукти. Този факт, както и стойността на коефициентите пред променливите и зададената точност на приближенията влияят пряко върху точността на модела. С увеличаване броя на точките на дискретизация се постига по-добро приближение, но точките трябва да бъдат краен брой, за да се получи желания ефективен краен резултат.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Това изследване показва как различни случаи на един метод могат да бъдат обединени с цел получаване на по-добри резултати и постигане на по-голяма ефективност като е необходима и много добра времева оценка. Всички посочени резултати са получени експериментално, при изкуствено генерирани данни. В по-нататъшни трудове ще изложим подробни анализи и резултати получени, при обработката на реални данни.

Литература

1. **Alawneh F., Zhang G.** Dual-channel warehouse and inventory management with stochastic demand. *Transportation Research*, 2018, vol.112, p.84-106.
2. **Chen Z.** Optimal inventory replenishment and pricing for a single-manufacturer and multi-retailer system of deteriorating items. *Int. J. Operational Research*, 2018, vol.31, No 1, p.112-139.
3. **Holovan O., Oliynyk O., Makazan Y.** Optimization of Inventory Management Logistic Model of the Machine-Building Enterprises. *EconWorld Working Paper*, 2017, Series No: 2017-001, p.82-96.
4. **Inegbedion H., Eze S., Asaleye A., Lawal A.** Inventory Management and Organizational Efficiency. *The Journal of Social Sciences Research*, 2019, vol.5, issue. 3, p. 756-763.
5. **Li Z., Fu Q.** Robust inventory management with stock-out substitution. *Int. J. of Production Economics*, 2017, vol.193, p.813-826.
6. **Nakandala D., Lau H., Shum P.** A lateral transshipment model for perishable inventory management. *Int. J. of Production Research*, 2017, p.1-14.
7. **Qiu Y., Qiao J., Pardalos P.** Optimal production, replenishment, delivery, routing and inventory management policies for products with perishable inventory. *Omega*, 2019, vol.82, p.193-204.
8. **Taleizadeh A., Zarei H., Sarker B.** An optimal control of inventory under probabilistic replenishment intervals and known price increase. *Eur. J. of Operational Research*, 2017, vol.257, p.777-791.

OPTIMAL MANAGEMENT OF SHORT-TERM STOCKS

Stoyan POPOV¹ Silvia BAEVA²

¹Department of Mathematical Modeling and Numerical Methods, Technical University of Sofia, Bulgaria
e-mail: spopov@tu-sofia.bg

²Department of Mathematical Modeling and Numerical Methods, Technical University of Sofia, Bulgaria
e-mail: sbaeva@tu-sofia.bg

Abstract: When management stocks, it is very important to transport them as quickly as possible from one place to another, especially if they are products with a short shelf life. In the present study, a mathematical model of the problem for optimal management of short-term stocks is proposed. All costs associated with the storage of stocks are constant or change over time and depend on their volume. Inventory management tasks take into account the nature of demand and the possibility of replenishing them. Demand can be known or unknown, constant or changing over time, and the quantity that characterizes it can be discrete or continuous. The Pontryagin principle was applied to the solution of the set task in a discrete and continuous case. A comparative analysis was made between the obtained results in the two cases.

Keywords: optimal management, warehouse stocks, Pontryagin principle

ДИНАМИЧЕН МОДЕЛ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ, АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРАНЕ НА ПРОЦЕСИТЕ ПРИ АВАРИЙНО СПИРАНЕ НА АСАНСЬОРИТЕ

Калин ЧУЧУГАНОВ¹ Леонид ХАЗДАЙ² Мариана МИТОВА³ Георги ИЛИЕВ⁴

¹катедра „Инженерна логистика, подемно-транспортна и строителна техника”, Технически университет - София, България

e-mail: chuchuganov@tu-sofia.bg

²катедра „Инженерна логистика, подемно-транспортна и строителна техника”, Технически университет - София, България

e-mail: loni.hazdai@mail.bg

³катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България

e-mail: mariana.mitova@tu-sofia.bg

⁴катедра „Инженерна логистика, подемно-транспортна и строителна техника”, Технически университет - София, България

e-mail: giliev@tu-sofia.bg

Резюме: Захващащия механизъм, като част от системата за аварийно спиране на асансьора е една от най-важните системи за безопасност. Спирането на асансьорната кабина, чрез нея трябва да се случва максимално безопасно за пътниците, което налага подробното и изследване и анализиране. Това може да се постигне чрез съставянето на динамичен модел на асансьорната система, което е и целта на настоящата работа. Чрез него ще могат да се изследват процеса на аварийно спиране, да се определят силите и закъсненията, които ще действат на системата и на пътниците в кабината. Освен това, могат да се прогнозираят и стойностите на ключови параметри при различни начални условия. Това ще спомогне процеса на проектиране и усъвършенстване на асансьорните конструкции.

Ключови думи: асансьори, захващащ механизъм, аварийно спиране, динамичен модел

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Едно от най-важните устройства за осигуряване на безопасността при пътуване с асансьор е системата за аварийно спиране, която се състои от ограничител на скоростта (ОС) и захващащ механизъм (ЗМ) [1], [2], [3].

Тази система се задейства при следните основни ситуации:

- скъсване на подемното въже – изключително рядко явление, тъй като те са оразмерени с коефициент на сигурност 12 пъти над разрушаващата сила на въжетата;

- увеличаване на скоростта на кабината в посока надолу и нагоре с повече от до 40% от номиналната скорост ($1,4V_n$) – при несработване на системата за непредвидено движение или повреда в подемния механизъм или системата за управление;

Задействането на системата за аварийно спиране при летяща с превишена скорост кабина (надолу или нагоре) е процес, при който основните носещи и водещи елементи се пренатоварват значително, пораждат се закъснения достигащи до (3-5)g.

Тези натоварвания са опасни за стабилността на конструкцията (кабина, рамка, подемен механизъм, релсов път и др.), които се деформират и дори разрушават.

Високите закъснения при спиране са опасни за пътуващите в асансьора особено при стойности по-големи от 3g.

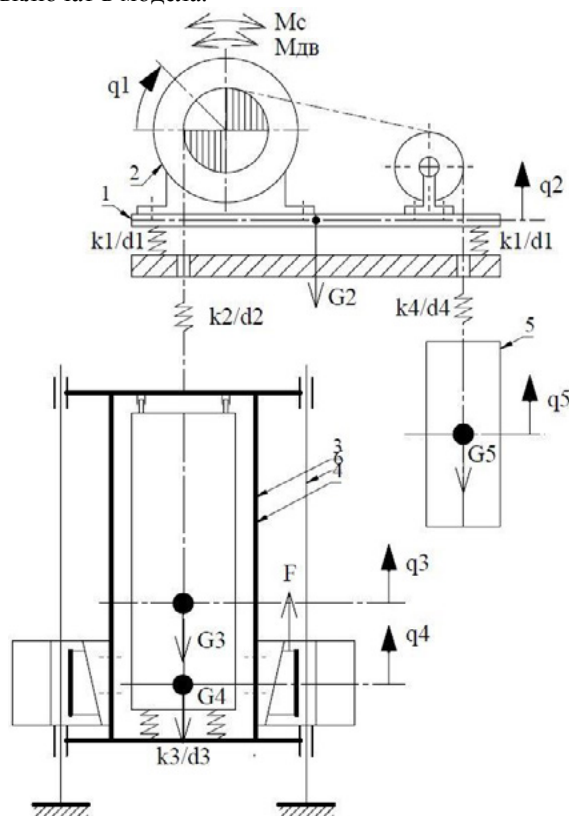
2. ОБОСНОВКА НА ПРОБЛЕМА

Основна задача на производителите на асансьори е да осигурят подходяща конструкция на всички елементи на асансьора (кабина, рамка, подемен механизъм, релсов път и др.) така че при задействане на аварийната система за спиране конструкцията за се запази здрава и пътниците да не пострадат.

Един от начините за оптимизиране и адекватно решаване на задачата е използване на метода на математическото динамично моделиране, за да се изследва и анализира теоретично цялата система преди и по време на нейната изработка.

3. ДИНАМИЧЕН МОДЕЛ

За да се изследва натоварването на носещите елементи на асансьора е необходимо те да се включат в модела.



фиг. 1

За решаване на задачата избираме ДМ с 5 степени на свобода (фиг.1) в който се разглеждат като идеално твърди тела следните елементи:

- Подземен механизъм (1), включващ: масата на металната конструкция на носещата рамка, и масите на задвижващия механизъм (триещя шайба, двигател, редуктор, спирачка) с обща маса m_1 [kg];
- Задвижваща система (2) включваща: всички въртящи се маси (триещя шайба, ротор на двигателя, спирачен барабан, валове и зъбни колела) с приведен към вала на триещата шайба общ масов инерционен момент J_2 [kg.m²].
- Носеща рамка (3) включваща: носещата метална конструкция, релсовите водачи, захващащи

механизми и захващащите висящи кабели (флексири) с обща маса m_3 [kg];

- Кабина (4) с металната конструкция (под, таван, стени) и всички ел. апарати монтирани към нея съответно и полезния товар на пътниците с обща маса m_4 [kg];

- Противотежест (5) с всички монтирани елементи с обща маса m_5 [kg];

Като абсолютно еластични с коефициенти на еластичност и демфиране се приемат следните елементи:

- Окачването на ПМ към фундамента - k_1 [N/m], d_1 [N.s/m];
- Въжетата в участъка между шайбата (2) и рамката (3) - k_2 [N/m], d_2 [N.s/m];
- Еластичната връзка между рамката и кабината (гумени или пружинни елементи) - k_3 [N/m], d_3 [N.s/m];
- Въжетата в участъка между шайбата (2) и противотежестта (5) - k_4 [N/m], d_4 [N.s/m];

Включени са следните действащи сили и моменти:

- Силите от теглата G_i [N], ($i=1,3,4,5$);
- Момент на двигателя $M_{дв}$ [N.m];
- Момент на спирачката M_c [N.m];
- Силите на триене от действието на захващащите механизми към релсовия път а F [N];

Съпротивленията при движение на рамката и противотежестта във водачите към релсовия път не се отчитат като пренебрежимо малки в сравнение с другите сили.

Диференциалните уравнения на движението съгласно аналитичната динамика на Лагранж от втори род в матричен вид са:

$$M\ddot{q} + B\dot{q} + Cq = G + F \quad (1)$$

където:

- M, B, C са масовата, дисипативна и еластична матрици;
- \ddot{q}, \dot{q}, q са векторите на обобщените координати $q = [q_1, q_2, q_3, q_4, q_5]$;
- G статичните сили;
- F динамичните сили зависещи от времето и обобщените координати.

ДУ се съставят чрез диференциране на: кинетичната енергия на системата и потенциалната енергия на дисипативните и еластични сили.

Масовата, дисипативна и еластична матрици имат вида:

$$M = \begin{pmatrix} m_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & J_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & m_5 \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & 0 & b_{14} & b_{15} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & 0 & b_{25} \\ 0 & b_{32} & b_{33} & b_{34} & 0 \\ b_{41} & 0 & b_{43} & b_{44} & 0 \\ b_{51} & b_{52} & 0 & 0 & b_{55} \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & 0 & c_{14} & c_{15} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & 0 & c_{25} \\ 0 & c_{32} & c_{33} & c_{34} & 0 \\ c_{41} & 0 & c_{43} & c_{44} & 0 \\ c_{51} & c_{52} & 0 & 0 & c_{55} \end{pmatrix} \quad (4)$$

ДУ се решават чрез вградените процедури на програмата Matlab като системата ДУ се трансформира към по-ниска степен:

$$\ddot{q} = A \cdot y + H \cdot u' \quad (5)$$

където:

$$A = \begin{pmatrix} \text{zeros}(5) & \text{diag}(\text{ones}(1,5), 0) \\ -\text{inv}(M) \cdot C & -\text{inv}(M) \cdot B \end{pmatrix} \quad (6)$$

$$H = \begin{pmatrix} \text{zeros}(5) & \text{zeros}(5) \\ \text{diag}(\text{ones}(1,5), 0) & -\text{inv}(M) \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$y = |y_1, \dots, y_{10}| \quad (8)$$

$$u = |u_1, \dots, u_{10}| \quad (9)$$

Решението се получава чрез програмната функция на Matlab:

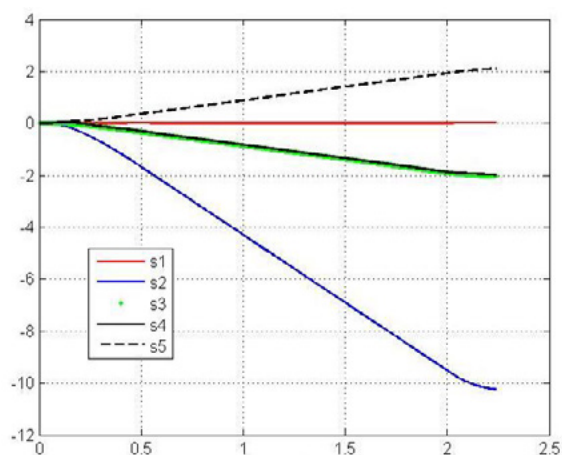
$$[t, y] = \text{ode45}(\dots, tspan, y_0) \quad (10)$$

където:

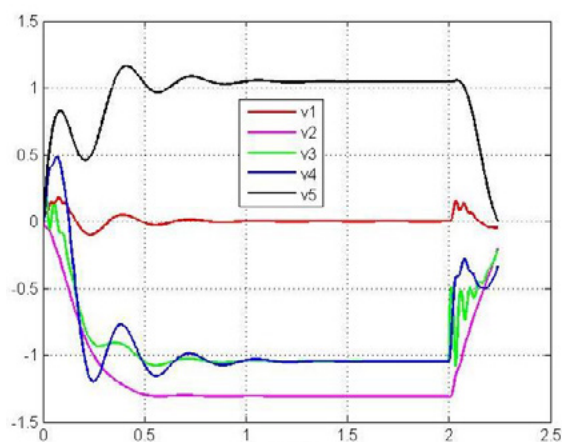
t_{span} – вектор на начално и крайно време;

y_0 – начални условия.

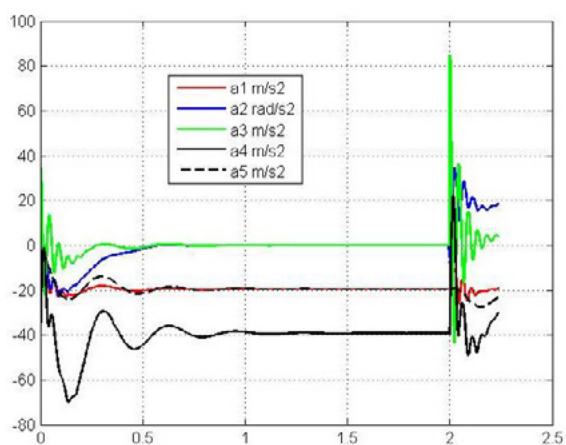
Едно примерно решение на ДУ е показано на следните фигури:



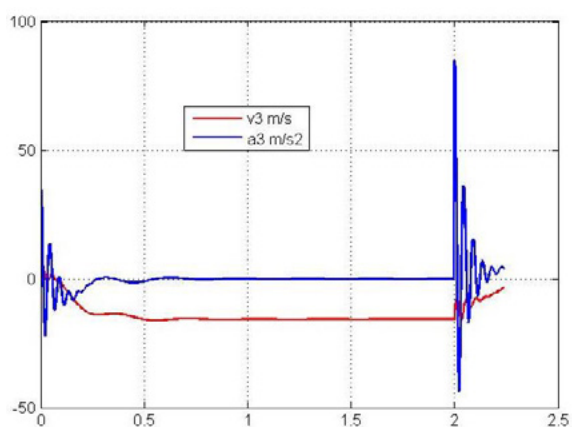
фиг. 2



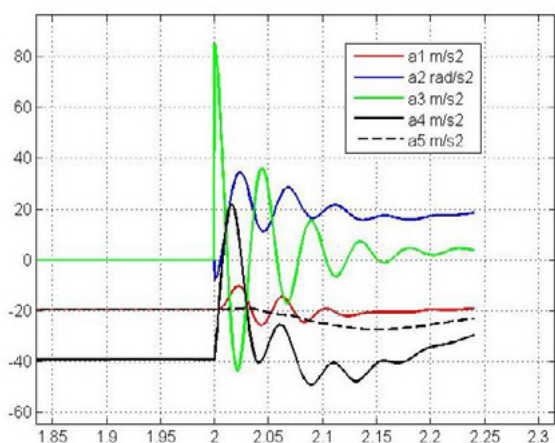
фиг. 3



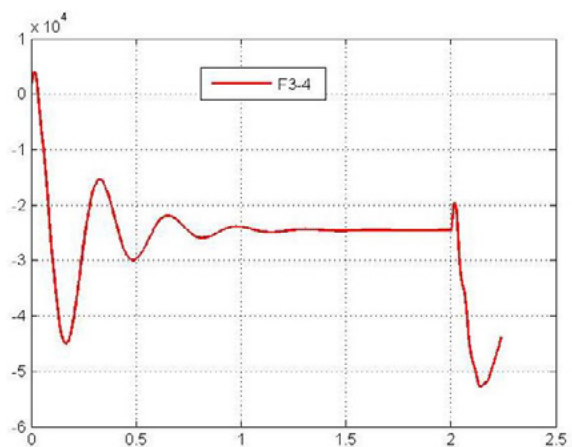
фиг. 4



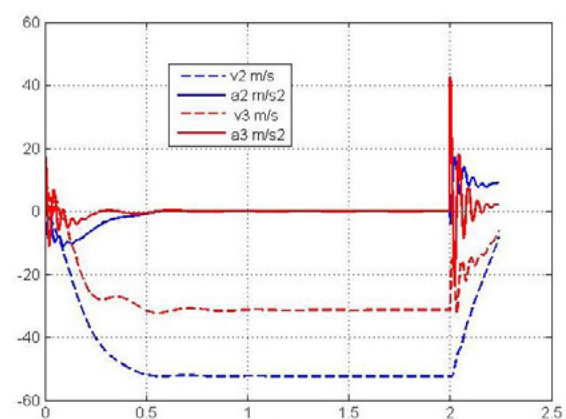
фиг. 7



фиг. 5



фиг. 8



фиг. 6

Избрани графични резултати от решението на диференциалните уравнения са както следва:

- фиг.2 - преместванията на масите за разглеждания период.
- фиг.3 - диаграмите на скоростта.
- фиг.4 – ускоренията за целия период;
- фиг.5 – ускоренията по време на аварийното спиране на асансьора (заклинване);
- фиг.6 – скоростите и ускоренията на триещата шайба и рамката;
- фиг.7 – скоростите и ускоренията на рамката на кабината;
- фиг.8 – силите в еластичните връзки между рамката и кабината.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработения динамичен модел ще може да се използва за теоретично изследване на процесите при аварийно спиране при задействане на захващащите механизми на асансьора.

Основната задача на производителите на асансьори е да конструират цялата асансьорна система така, че при всички степени на натоварване да се осигурят безопасност на пътниците. ДМ позволява да се симулират – посока на движение и заклиняване, степен на натоварване и различни закони на спирателни сили за да се установи и оптимизира конструкцията.

Литература

1. Чучуганов К., Хаздай Л., Илиев Г. Елементи за безопасност на логистична техника за транспорт на хор, Българско списание за инженерно проектиране, бр.34, октомври 2017г.

2. Хаздай Л., Проблеми при работата на система за аварийно спиране на кабината на асансьор, Българско списание за инженерно проектиране, бр.40, октомври 2019г.

3. Чучуганов К., Хаздай Л., Митова М. Анализ на процесите при работа на системите за аварийно спиране при асансьорите, Българско списание за инженерно проектиране, бр.40, октомври 2019г.

4. БДС EN 81 – 20:2014 Правила за безопасност за конструирани и монтирани на асансьори. Асансьори за превозване на пътници и товари. Част 20: Пътнически и товарни асансьори

5. БДС EN 81 – 50:2014 Правила за безопасност за конструирани и монтирани на асансьори. Изследвания и изпитвания. Част 50: Правила за проектиране, изчисляване, изследване и изпитване на съставни части на асансьор.

6. Илиев Г., Панов В., Компютърно моделиране на подемно транспортна и строителна техника. Технически университет София, 1995г.

DYNAMIC MODEL FOR EXAMINATION, ANALYSIS AND FORECASTING OF THE PROCESSES IN ACCIDENTAL STOPPING OF LIFTS

Kalin CHUCHUGANOV¹ Leonid HAZDAI² Mariana MITOVA³ Georgi ILIEV⁴

¹ Department of Engineering logistic and materials handling and construction machines, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: chuchuganov@tu-sofia.bg

² Department of Engineering logistic and materials handling and construction machines, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: loni.hazdai@mail.bg

³ Department of Fundamentals and technical means of design, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: mariana_mitova@tu-sofia.bg

⁴ Department of Engineering logistic and materials handling and construction machines, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: giliev@tu-sofia.bg

Abstract: The safety gear, as part of the lift emergency stop system, is one of the most important safety systems. The stopping of the lift car must be done as safely as possible for the passengers, which requires detailed research and analysis. This can be achieved by developing a dynamic model of a lift system, which is the purpose of this work. It will be possible to investigate the process of emergency braking, to determine the forces and deceleration that will affect the system and the passengers in the car. In addition, the values of key parameters can be predicted by applying different initial conditions. This will help in the design process and improving the lift installations.

Keywords: lift, safety gear, overspeed governor, emergency braking

МЕТОДИКА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ, ИЗПИТВАНЕ И НАСТРОЙКА НА ЗАХВАЩАЩИ МЕХАНИЗМИ ЗА АСАНСЬОРИ

Калин ЧУЧУГАНОВ¹ Леонид ХАЗДАЙ² Мариана МИТОВА³ Георги ИЛИЕВ⁴

¹катедра „Инженерна логистика, подемно-транспортна и строителна техника”, Технически университет - София, България

e-mail: chuchuganov@tu-sofia.bg

²катедра „Инженерна логистика, подемно-транспортна и строителна техника”, Технически университет - София, България

e-mail: loni.hazdai@mail.bg

³катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България

e-mail: mariana.mitova@tu-sofia.bg

⁴катедра „Инженерна логистика, подемно-транспортна и строителна техника”, Технически университет - София, България

e-mail: giliev@tu-sofia.bg

Резюме: Системата за аварийно спиране при асансьорите обхваща един комплекс от елементи, които трябва да работят синхронно, за да се осигури безотказната им работа. Целта на настоящата работата е да се разработи методика чрез която да се изследват параметрите на захващания механизъм и извърши настройка, чрез които да се гарантира безотказна работа съгласно европейските стандарти. Резултатите от изследванията могат да се ползват в работата на проектантите, производителите на асансьори, специалистите по монтажа и експлоатация на асансьорите.

Ключови думи: асансьори, захващан механизъм, ограничител на скоростта, аварийно спиране.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Захващаният механизъм съвместно с ограничителя на скоростта са едни от основните предпазни устройства, които имат за задача директно да предпазя падането на кабината на асансьора при наличие на съответните аварийни ситуации.

Независимо от утвърдените в световната наука, принципи и конструкции, в практиката на асансьорите има аварийни ситуации с фатален край, за които основни причини са проблеми при тази система.

2. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СИЛОВИТЕ ДЕЙСТВИЯ

При задействане на захващания механизъм на падаща (движеща се) кабина със скорост $V_{ав}$,

$$V_{ав} = (1,15 - 1,4)V_{ном} \quad (1)$$

върху кабината възникват следните сили (фиг.1):

- Сила от собствената маса

$$(m_k + m_q)g \quad [N] \quad (2)$$

- Силата от триене в захващания механизъм – T [N] в двете релси (най-често), зависи от вида

на конкретната конструкция захващан механизъм и неговата настройка.

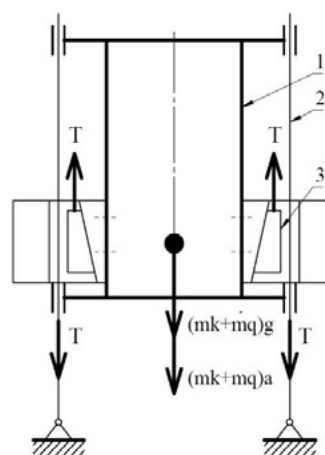
- Инерционните сили вследствие на закъснението - a [m/s^2] в процеса на спускане –

$$(m_k + m_q)a \quad [N], \quad (3)$$

където

m_k – маса на кабината

m_q – маса на полезния товар



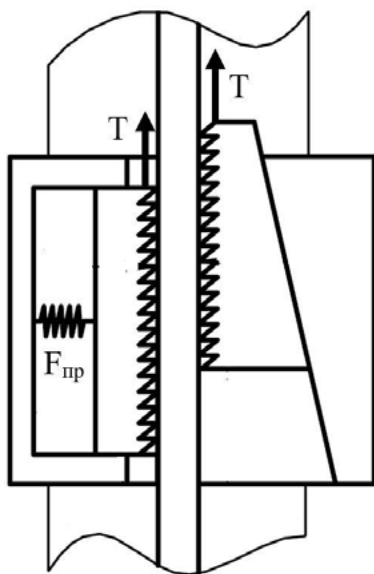
фиг. 1

$$T=0,5(m_k + m_q)(g + a) \quad (4)$$

Триещата сила между релсата и захващания механизъм зависи от вида на захващания механизъм, както следва:

а) при конструкция „клин“ фиг. 2 е:

$$T=F_{\text{пр}}[\mu_1 + \mu_2] = F_{\text{пр}}\omega'_1 \quad (5)$$



фиг. 2

б) при конструкция „ролка“ фиг. 3 е:

$$T=F_{\text{пр}} \left[\frac{2f}{d} + \mu_1 + \mu_3 \sin \alpha \right] = F_{\text{пр}}\omega'_2 \quad (6)$$

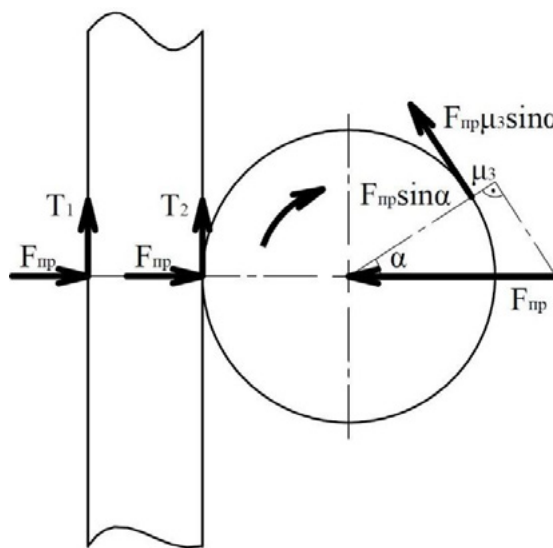
където:

$F_{\text{пр}}$ – силата в еластичния елемент;
 μ_1, μ_2, μ_3 – коефициенти на триене при плъзгане в релсов път;
 f – коефициент на триене при търкаляне на ролката към релсата;
 d – диаметър на ролката;
 ω_1, ω_2 – обобщени коефициенти на триене;
 Необходимата сила в еластичния елемент се определя от зависимостта:

$$F_{\text{пр}} = \frac{(m_k + m_q)(g + a)}{\omega'}, \quad (7)$$

от където закъснението при спиране е:

$$a = \frac{F_{\text{пр}}\omega'}{m_k + m_q} - g \quad [\text{m/s}^2] \quad (8)$$



фиг. 3

Европейските хармонизирани стандарти БДС EN 81-50:2014 и БДС EN 81-20:2014 изискват закъснението на спиране заради комфорта и безопасността да бъде по-малко от $1g=9,81 \text{ m/s}^2$ и не по-малко от 6 m/s^2

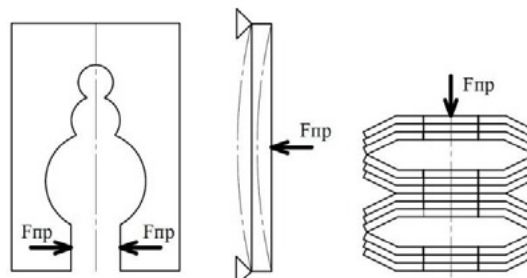
$$6 < a < 9,81 \quad [\text{m/s}^2] \quad (9)$$

От горната зависимост се вижда, че при празна кабина (без товар) $m_q=0$ закъснението ще бъде най-голямо, но трябва да бъде $a \leq 9,81$.

Може да се направи извод, че настройката на захващания механизъм трябва да се направи при празна кабина.

При пълна кабината закъснението ще бъде по-малко от 9.81 m/s като е необходима допълнителна проверка за спирания път.

3. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СИЛАТА В ЕЛАСТИЧНИЯ ЕЛЕМЕНТ - $F_{\text{пр}}$

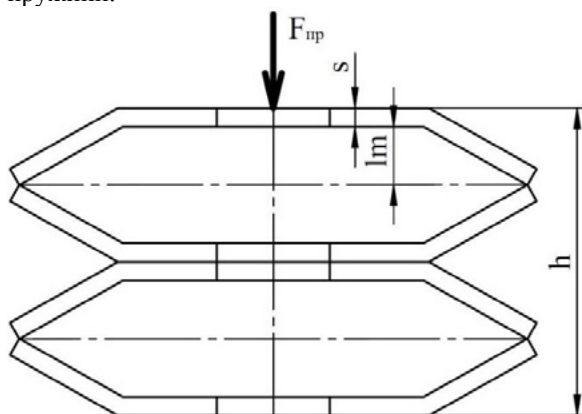


фиг. 4

За създаване на спирачните сили при захващащите механизми се използват различни еластични елементи съгласно фиг. 4:

- тип подкова;
- греда на две опори;
- пружина (винтова или дискова);

Най-компактното решение е набор от дискови пружини, които се използват в повече от 60% от конструкциите в практиката на захващащи механизми с постепенно действие. Ще разгледаме оразмеряването на конструкцията с дискови пружини.



фиг. 5

Пружинните дискове се подреждат по два начина (фиг.4) и (фиг.5):

- последователно;
- паралелно;

Основните параметри са:

- h – обща височина на комплекта от дискове;
- s - дебелина на един диск;
- f_m - максималната деформация на един диск;
- n_1 – брой дискове монтирани по начин „паралелно“;
- n_2 - брой дискове монтирани по начин „последователно“;
- $f_{об}$ – обща максимална деформация;
- $C_{об}$ - общ коефициент на еластичност;
- C_o – коефициент на еластичност на един диск.

$$H = (n_1 s + f_m) n_2 \quad (10)$$

$$f_{об} = f_m n_2 \quad (11)$$

$$C_{об} = \frac{n_1 C_o}{n_2} \quad (12)$$

Анализът показва, че монтирайки повече паралелно дискове „ n_1 “ ще получим по-големи сили в еластичната система и по-голям $C_{об}$, които са необходими, но деформацията ще бъде малка, което е неподходящо.

Необходимо е да се търси оптимален набор на параметри n_1 и n_2 .

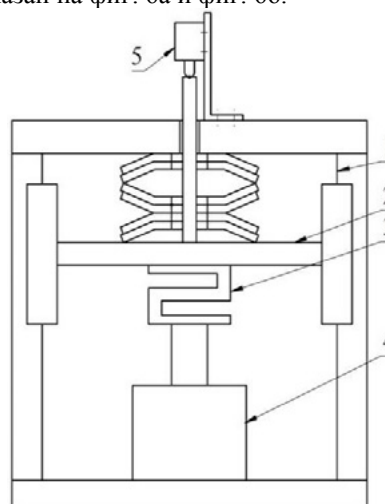
4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ПРОВЕРКА НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ЕЛАСТИЧНАТА СИСТЕМА

Точното определяне на общия коефициент на еластичност $C_{об}$ е изключително важно за получаване на параметрите на спирачните сили при задействане на захващащи механизъм.

В практиката производителите влагат дискове, за които не разполагат с данни за техните характеристики и тези захващащи механизми не работят правилно. В някои случаи създават много големи спирачни сили с високи закъснения и трудно възстановяване на системата. В други случаи, спират слабо, с големи спирачни пътища или в най-лошия случай изобщо не задействат.

Точното регулиране на системата е от изключително важно значение за надеждността и безотказността.

За експериментална проверка е разработен стенд показан на фиг. 6а и фиг. 6б.



фиг. 6а



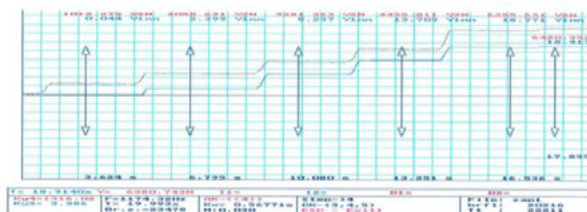
фиг. 6б

където:

- 1- основна рама на стенда;
- 2- подвижна гредата, водена паралелно;
- 3-доза за измерване на силата;
- 4- ръчно задвижван крик;
- 5-доза за измерване на еластична деформация.

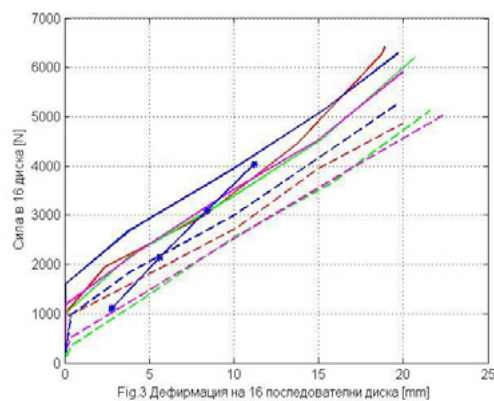
Дисковата пружина се подрежда по избрана схема (последователно, паралелно), с крика 4 се премества гредата 2 и се натоварват дисковете, като се измерва силата с дюза 3, и деформация с дюза 5.

На фиг. 7 е показан запис при 6 стъпки на натоварване с по 2 стойности – сила/деформация.



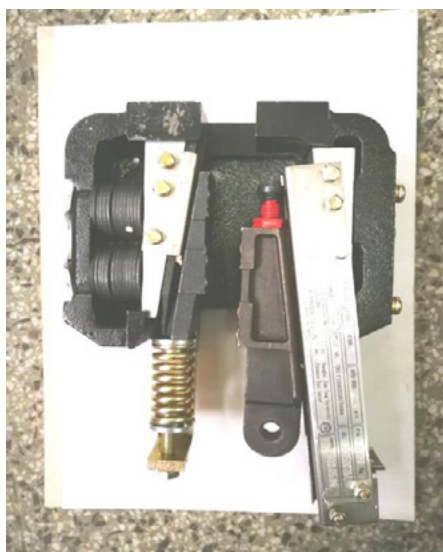
фиг. 7

На фиг. 8 са показани серия от измервания при сухи дискове (плътните линии) и при омаслени дискове (прекъсваните линии), а правата е теоретична функция съгласно каталог на фирма производител (със съмнителен произход).

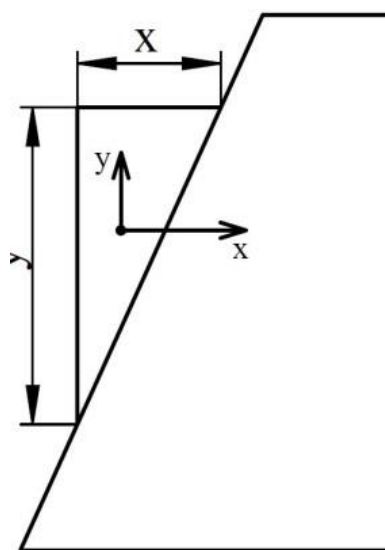


фиг. 8

На фиг. 9 е показан реален захващащ механизъм, на който е извършена настройка на параметрите показани на фиг.11.



фиг. 9

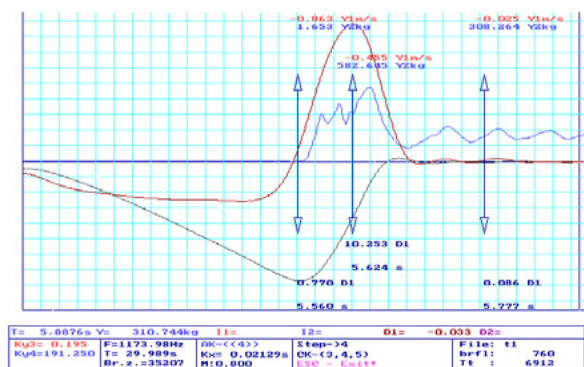


фиг. 10

Pk kg	a m/s ²	Fpr N	n1	n2	h mm	X_настр mm	Y_настр mm
300	6	7905	4	3	23.1000	1.42	16.30

фиг. 11

Извършена е експериментална проверка на клина в реални условия и са получени спирачните сили и закъснения фиг. 12, които отговарят на зададените с отклонение около 3-4%.



фиг. 12

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученият резултат от примерното прилагане на методиката потвърждава адекватно, заложените характеристиките на изработената система.

Методиката може да се използва от производителите на захващащи механизми, от лаборатории и от нотифицирани органи при проверка на изискванията и оценка на съответствието със съществените изисквания на европейските стандарти - БДС EN 81-50:2014 и БДС EN 81-20:2014 [1, 2].

Литература

1. БДС EN 81 – 20:2014 Правила за безопасност за конструиране и монтиране на асансьори. Асансьори за превозване на пътници и товари. Част 20: Пътнически и товарни асансьори.
2. БДС EN 81 – 50:2014 Правила за безопасност за конструиране и монтиране на асансьори. Изследвания и изпитвания. Част 50: Правила за проектиране,

изчисляване, изследване и изпитване на съставни части
на асансьор.

METODOLOGY FOR EXAMINATION, TESTING AND ADJUSTMENT OF SAFETY GEARS FOR LIFTS

Kalin CHUCHUGANOV¹ Leonid HAZDAI² Mariana MITOVA³ Georgi ILIEV⁴

¹ Department of Engineering logistic and materials handling and construction machines, Technical University-Sofia,
Bulgaria

e-mail: chuchuganov@tu-sofia.bg

² Department of Engineering logistic and materials handling and construction machines, Technical University-Sofia,
Bulgaria

e-mail: loni.hazdai@mail.bg

³ Department of Fundamentals and technical means of design, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: mariana.mitova@tu-sofia.bg

⁴ Department of Engineering logistic and materials handling and construction machines, Technical University-Sofia,
Bulgaria

e-mail: giliev@tu-sofia.bg

Abstract: The lift emergency braking system comprises a set of elements that must operate synchronously to ensure safety operation. The purpose of the present work is to develop a methodology for examination of safety gears parameters and to make adjustments in order to ensure safety operation according to European standards. The results of the research can be used by designers, lift manufacturers and installation specialists.

Keywords: lift, safety gear, overspeed governor, emergency braking

РАЗРАБОТВАНЕ НА СТЕНД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТЕРМОХИМИЧНО СЪХРАНЕНИЕ НА ТОПЛИНА ЧРЕЗ АДСОРБЦИЯ/ДЕСОРБЦИЯ НА ВОДА В ПОРЪОЗНИ И ХИГРОСКОПИЧНИ МАТЕРИАЛИ

Симона МИТЕВА¹, Иван МАРИНОВ¹, Ангел ИВАНОВ¹, Иван ЯНКОВ¹, Силвия БОЙЧЕВА¹,
Деница ЗГУРЕВА², Асен АСЕНОВ¹

¹Катедра „Топлоенергетика и ядрена енергетика”, Технически университет - София, България
e-mail: miteva.simona97@gmail.com; marinov1016@gmail.com; sboycheva@tu-sofia.bg; a.asenov@tu-sofia.bg;

²Колеж по „Енергетика и електроника”, Технически университет - София, България
e-mail: dzgureva@tu-sofia.bg;

Резюме: Системите за съхранение на топлинна енергия (TES), функциониращи на принципа на термохимични цикли на адсорбция/десорбция на вода, се изследват интензивно като достъпно технологично решение за ефективно използване на слънчевата енергия. Капацитетът, ефективността, компактността и себестойността на термохимичните TES зависят от характеристиките на топло-акумулиращия материал: плътност на съхранение на енергията, температура на десорбция, термична стабилност и др. Усъвършенстването на термохимичните TES изисква разработване и изследване на нови или модифицирани порьозни и/или хигроскопични материали. В настоящето изследване е разработен лабораторен стенд за изследване на потенциала за термохимично съхранение на топлина чрез адсорбция/десорбция на вода в тестови среди.

Ключови думи: съхранение на топлинна енергия, химични термпомпи, адсорбция/десорбция на вода

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Системите за съхранение на топлинна енергия (TES) са налична технология за балансиране на потреблението на топлина в сградни отоплителни инсталации. Усъвършенстването на TES ще допринесе за устойчиво използване на соларните инсталации чрез дългосрочно съхранение на получената топлинна енергия за часовите диапазони от денонощието, когато слънчевата енергия е с понижен интензитет или не е достъпна. Измежду известните технологични подходи за съхранение на топлинна енергия (съхранение на латентна топлина, системи за разумно съхранение на топлина) термохимичното съхранение на енергия е най-интензивно изследвано, поради предимствата на тези TES: висока плътност на енергийно съхранение, нулеви енергийни загуби, дългосрочно съхранение, компактност на системата и ниски температури на зареждане [1]. Мощността и ефективността на термохимичните TES зависят от характеристиките на активния материал: плътност на акумулиране на енергията, работен температурен диапазон (температура на зареждане), устойчивост в работни цикли и кинетика на процесите на зареждане и

разреждане, безопасност, екологосъвместимост и себестойност [6]. Разработването на ефективни TES ще допринесе за икономията на горива, ограничаване на въглеродните емисии и на редица атмосферни замърсители. Изследванията показват, че термохимичното съхранение на топлина осигурява шесткратно по-висока енергийна плътност на съхранение в сравнение със съхранението на латентна топлина и петнадесет пъти над чувствителните TES, което провокира повишения интерес към разработването и изследването на материали като активни термохимични среди [3]. За да бъде от практически интерес обаче една термохимична TES, тя трябва да отговаря на редица критерии: цикличният процес да бъде обратим без необратими съпътстващи взаимодействия; количеството топлина, което се освобождава да бъде в полезен диапазон; етапът на разреждане да протича на 95 % при температури 5-10 °C над желаната изходяща температура от системата; активната среда да осигурява висока енергийна плътност; продуктите от разреждането на TES да се сепарират лесно; веществата, прилагани като работна среда, да са силно реактивоспособни към вода или кислород, които лесно могат да бъдат доставени в TES от отворен тип; средите да са

безопасни за работа и да не изискват сложен инструментариум за защиты; да са налични в големи количества в търговската мрежа на достъпна цена, която да осигурява икономически осъществим термохимичният цикъл на съхранение на енергия [5]. Тези критерии до значителна степен се покриват от активни среди, акумулиращи вода чрез адсорбция и хидратация, като цикличността на процеса се осигурява чрез термична десорбция или дехидратация [2,4].

Целта на настоящето изследване е разработването на лабораторен стенд за изследване на термохимичното съхранение на топлина чрез цикли на адсорбция/десорбция на вода в порести материали и хидратация/дехидратация на хигроскопични вещества.

2. ПРИНЦИП НА ТЕРМОХИМИЧНОТО СЪХРАНЕНИЕ НА ЕНЕРГИЯ

Термохимичното съхранение на енергия се реализира чрез физична адсорбция на вода в порести материали (напр. зеолити), чрез адсорбция в хигроскопични среди или при хидратацията на соли [6]. TES системите имат два работни периода и един период на съхранение: период на зареждане, при който горещ въздух, подгрят от соларна инсталация, се пропуска през колона, запълнена със слой от материал (работна среда) със сорбционни или хигроскопични свойства, при което протича отделяне на акумулираната вода (десорбция или дехидратация); следва период на съхранение до възникване на необходимост или повишено потребление на топлинна енергия; по време на периода на разреждане през колоната с пълнеж се пропуска влажен въздух с температура на околната среда, при което в слоя от материал се отделя топлина в резултат на екзотермична адсорбция или хидратация. Генерираната топлина се оползотворява за сградно отопление.

3. ОПИСАНИЕ НА ИЗМЕРВАТЕЛНАТА АПАРАТУРА

За окомплектоване на стенда за изследване на термохимичното съхранение на топлинна енергия са използвани следните измервателни прибори и

електронни устройства за обработка и събиране на електрически сигнали:

- Преобразувател на относителна влажност (RH) за въздух и неагресивни газове и газови смеси, „Комеко“: обхват 0-100 % RH, точност на измерване $<\pm 2.5$ % RH, изходен сигнал 4-20 mA, с двупроводен трансмитер, дължина на измервателната сонда 100 mm – фиг. 1.



фиг. 1. RH-преобразувател

- Ротаметър KDS-E Kobold за прецизно измерване и регулиране на флуидни потоци с предаване на данни към универсален трансмитер: обхват при измерване на въздух: 3-30 NI/h, точност ± 3 %, аналогов изход 4-20 mA, параметри на работната среда; налягане до 420 bar и температура до 130 °C - фиг. 2.



фиг. 2. Ротаметър за прецизно измерване на въздушния поток.

- Трансмитер на данни с контролен блок RMA 42, Endress&Hauser за обработка и преобразуване на аналогови сигнали. RMA42 е технологичен предавател, който се управлява от микроконтролер, снабден е с дисплей за визуализиране на показания, аналогови входове и аналогови и цифрови изходи за сигнали, както и с интерфейс за конфигуриране. Свързаните сензори и измервателни устройства, в случая за температура, относителна влажност и дебит на въздух, могат да бъдат захранвани от интегрираната мощност на предавателя. Сигналите от измерванията се преобразуват от аналогов в цифров формат, обработват се цифрово в устройството, след което се преобразуват в аналогови сигнали и се предават към различни изходи. RMA 42 обработва данни в широки диапазони от ток, напрежение, съпротивление, както и от голям набор термосъпротивления и термодвойки, за които е конфигуриран предварително. Трансмитерът на данни, използван за окомплектоване на стенда за изследване на термохимичното съхранение на топлина е визуализиран на фиг. 3.

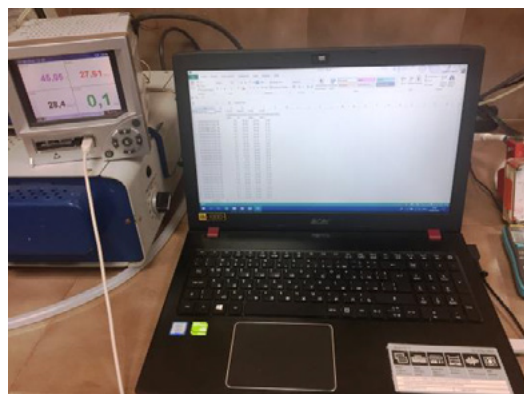


фиг. 3. Универсален трансмитер на данни.

- Мултимер VA40B V&A Instrument с USB порт за софтуерно събиране на данни, с термосъпротивление с обхват 1-1000 °C с точност ± 2 °C; Мултимер ANENG AN8001

ElectronicStorm; UNI-TUT, Мултимер UNI-TUT 20 B.

- Устройство за събиране на данни Universal Data Manager Ecograph T RSG 30, Endress&Hauser - записва, визуализира и проследява всички аналогови или цифрови входни сигнали – фиг. 4.



фиг. 4. Универсално устройство за събиране на данни и свързването му към PC.

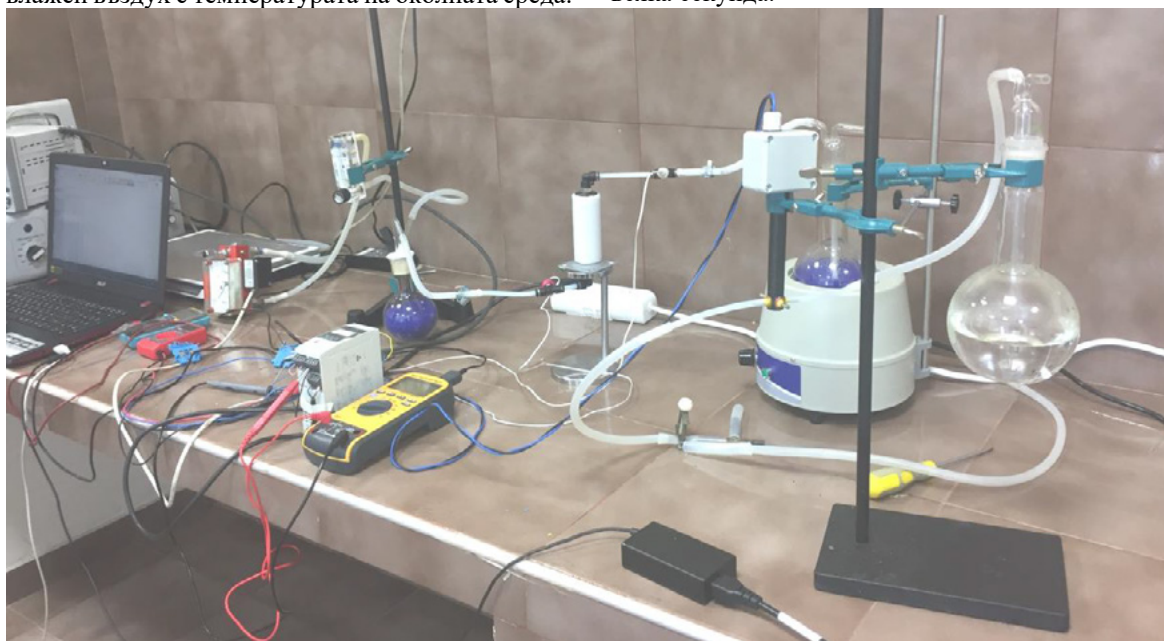
4. СТЕНД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТЕРМОХИМИЧНОТО СЪХРАНЕНИЕ НА ТОПЛИННА ЕНЕРГИЯ ЧРЕЗ АДСОРБЦИЯ/ДЕСОРБЦИЯ НА ВОДА

Цялостният вид на окомплектования стенд за изследване на термохимичното съхранение на топлина е представено на фиг. 5. Изследваният материал се претегля на аналитична везна и се зарежда в топлоизолирана вертикална цилиндрична адсорбционна колона с фиксиран слой. Като топлоакумулиращи среди обикновено се прилагат гранулирани материали, като за предотвратяване на преминаването им в изходящия флуиден поток, на изхода от адсорбционната колона е поставен филтър от стъквени влакна или сфери. В режим на зареждане през запълнената с изследвания материал адсорбционна колона чрез вакуумна помпа (аспиратор), монтирана в края на газовия тракт, се пропуска горещ сух въздушен поток, който десорбира акумулираната в порите на материала вода. Въздухът се нагрява и изсушава преминавайки през термоустойчив съд (химическа колба или дрекслеров съд), запълнен със сушилен агент и подгряван до температурата на десорбция (90-130 °C) от лабораторен

нагревател с терморегулация до 300 °С. Лабораторният нагревател се прилага за целите на лабораторните тестове, като в реалните термохимични системи за съхранение на топлинна енергия, необходимата топлина за зареждане се осигурява от соларни инсталации или чрез оползотворяване на отпадъчна топлина. Дебитът на въздуха за зареждане на термохимичната система се регулира и измерва чрез ротаметър или система от ротаметри за груба настройка и прецизно измерване, като за целите на лабораторни тестове, се пропуска въздушен поток с разход 3-5 Nl/h.

Температурата на сухия въздух за десорбция се задава от терморегулатора на лабораторния нагревател и се измерва прецизно с термодвойка. След етапа на зареждане на термохимичната система следва разреждане, при което през лабораторната адсорбционна колона се пропуска влажен въздух с температурата на околната среда.

Превключването на флуидните потоци се извършва чрез трипътен вентил. Влажният въздушен поток се създава чрез барботирането на въздух през лабораторен съд, запълнен с дестилирана вода. Влажността на въздушния поток за разреждане на термохимичната система се измерва прецизно с трансмитера на влага. При преминаването на влажен въздух в слоя топлоакмулиращ материал протича адсорбция на водни молекули в порите му, която е екзотермичен процес и температурата на изходящия въздушен поток се повишава. Температурата на изходящия въздух се измерва прецизно с термодвойка тип К, монтирана непосредствено на изхода от адсорбционната колона, а показанията се събират през времева стъпка от 1 s. Дебитът на изходящия въздушен поток, подгрят в резултат на адсорбционния процес се измерва чрез прецизен ротаметър във всяка секунда.



фиг.5 Стенд за измерване на термохимичното съхранение на топлина чрез адсорбция/десорбция на вода в лабораторията по „Водоподготовка и горива”, катедра „Топлоенергетика и ядрена енергетика”.

Данните от трансмитера на влага, температурите на вход и изход от адсорбционната колона в режимите на зареждане и разреждане, както и показанията на ротаметъра се предават към универсалния трансмитер на данни чрез

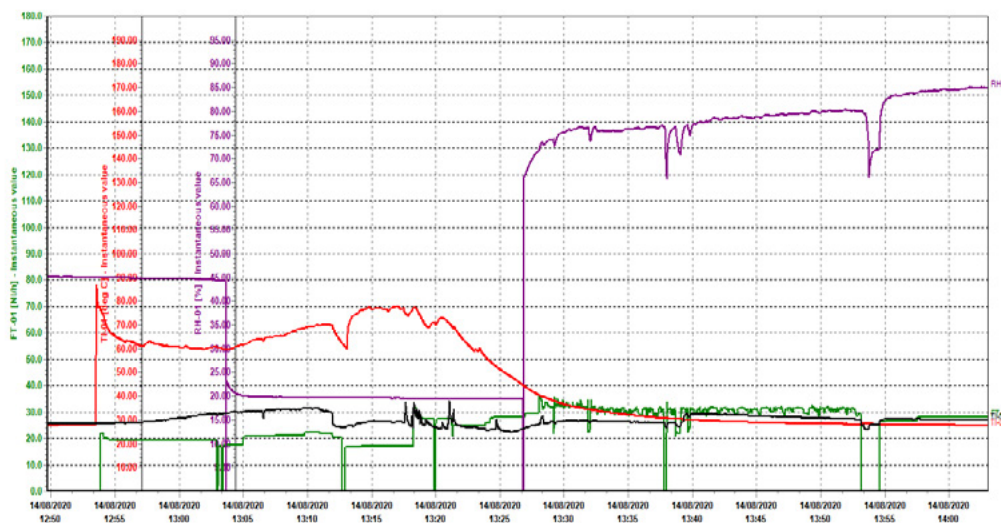
свързване на изходите на сензора за влага, ротаметъра и мултиметрите към аналоговите входове на трансмитера. Изходите от трансмитера за всяка от измерваните електрически величини се свързват към

входовете на устройството за събиране, визуализация и архивиране на данни, от където софтуерно се прехвърлят в компютърна система. Входовете на трансмитера и устройството за събиране на данни се програмират според диапазона за измерване на всяка от величините. Параметрите, които се измерват от стенда за тестване на потенциала на различни среди за термохимично съхранение на топлинна енергия чрез акумулиране и освобождаване на вода са обобщени в таблица 1.

На фиг. 6 са представени работни характеристики от тестово изпитване на стенда, визуализирани от Universal Data Manager Escograph T RSG 30. Графиките показват, че след периода на зареждане на TES и с увеличаване на влажността на въздушния поток, пропускан през лабораторната колона в периода на разреждане, температурата на изход от реактора се повишава, съответстващо на екзотермичния ефект на адсорбцията на вода в работната среда.

табл.1 Параметри, измервани от лабораторния стенд

Режим на TES	
Зареждане	Разреждане
Температура на вход на адсорбционната колона $T_{вх}$, °C	Относителна влажност на студен въздух на вход на адсорбционната колона RH, %
Разход на сух горещ въздух през системата, NI/h	Температурна разлика на въздушен поток на изход и вход на адсорбционната колона, ΔT , °C
Потребление на ел.енергия за зареждане на системата, Wh	Разход на студен влажен въздух през системата, NI/h



фиг. 6. Работни характеристики, визуализирани от устройството за събиране на данни: червена линия – $T_{вх}$; зелена линия - ΔT ; лилава линия – RH.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследването на нови материали като среди за термохимично съхранение на топлина е ключов фактор при разработването на ефективни системи за съхранение на енергия.

В настоящето изследване е разработен лабораторен стенд за измерване на термохимичния потенциал на порести и хигроскопични материали за съхранение на топлина в цикли на адсорбция/десорбция и хидратация/ дехидратация.

Благодарности

Авторите изказват благодарност на Научно-изследователския сектор при Технически университет-София за финансовата подкрепа на настоящето изследване в рамките на научно-изследователски проект „Студентски иновационен хъб” № 201ИХЪБ0004-02.

Литература

1. **Aydin D., Casey S.P., Riffat S.** The latest advancements on thermochemical heat storage systems, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015, vol. 41, p. 356-367.
2. **Lehmann C., Kolditz O., Nagel T.** Models of Thermochemical Heat Storage, 2017, Springer.
3. **Prasad D.M.R., Senthilkumar R., Lakshmanarao G., Krishnan S., Prasad B.S.N.**, A critical review on thermal energy storage materials and systems for solar applications, *AIMS Energy*, 2019, vol. 7, p. 507–526.
4. **Rammelberg H.U., Osterland T., Priehs B., Opel O., Ruck W.K.L.**, Thermochemical heat storage materials – Performance of mixed salt hydrates, *Solar Energy*, 2016 Vol. 136, p. 571-589.
5. **Wentworth W.**, General characteristics of thermochemical heat storage, *Nat. Resources J.*, 1985, vol. 25, p.1129-1143.
6. **Zondag H., Kikkert B., Smeding S., de Boer R., Bakker M.**, Prototype thermochemical heat storage with open reactor system, *Applied Energy*, 2013, vol. 109, p. 360–365.

ASSEMBLING OF A LABORATORY SET-UP FOR INVESTIGATION OF THERMOCHEMICAL HEAT STORAGE VIA ADSORPTION/DESORPTION OF WATER IN POROUS AND HYGROSCOPIC MATERIALS

Simona MITEVA¹, Ivan MARINOV¹, Angel IVANOV¹, Ivan YANKOV¹, Silviya BOYCHEVA¹, Denitza ZGUREVA², Asen ASENOV¹

¹Department of Thermal and Nuclear Power Engineering, Technical University of Sofia, Bulgaria
e-mail: miteva.simona97@gmail.com; marinov1016@gmail.com; sboycheva@tu-sofia.bg; a.asenov@tu-sofia.bg;

²College of Energy and Electronics, Technical University of Sofia, Bulgaria
e-mail: dzgureva@gmail.com;

Abstract: Thermal energy storage systems (TES) operating on the principle of thermochemical cycles of water adsorption/desorption are intensively studied as an affordable technological solution for efficient use of solar energy. The capacity, efficiency, compactness and cost of the thermochemical TES depend on the characteristics of the heat-accumulating material: energy storage density, desorption temperature, thermal stability, etc. The improvement of the thermochemical TES requires development and research of novel or modified porous and/or hygroscopic materials. In the present study, a laboratory set-up was developed to investigate the potential for thermochemical heat storage by adsorption/desorption of water in test media.

Keywords: heat storage, chemical heat pumps, adsorption/desorption

АВТОМАТИЗИРАНА ОБРАБОТКА НА ДАННИ ОТ ИЗМЕРВАНЕ НА ТЕРМОЕЛЕКТРОДВИЖЕЩО НАПРЕЖЕНИЕ В МЕТАЛИ И СПЛАВИ

Борис ВЕЛЕВ¹, Божидар ДЖУДЖЕВ²

¹ Институт по механика - БАН - София, България

e-mail: b.velev@imbm.bas.bg

² катедра „Електроизмервателна техника“, Технически университет - София, България

e-mail: b.djudjev@tu-sofia.bg

Резюме: В работата се анализират някои възможности за автоматизирана обработка на данни от измерване на характеристиката на термоелектродвижещата сила (ТЕДС) - термоелектродвижещо напрежение ЕТ в образци от метали и сплави. Представени са алгоритми за разработване на софтуер за автоматизирана система за оценка на резултатите. Изследвани са 2 статистически метода за класифициране на групи образци и изделия по измерени стойности на ЕТ при сортиране по марка (химически състав) и термообработка (твърдост) на някои метали и сплави - клъстер анализ и робастни (устойчиви) оценки, които са подходящи за обработка на данни с голямо разсейване.

Ключови думи: клъстер анализ, робастни оценки

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В практиката на машиностроенето често възниква необходимост от класифициране на сравнително малки партии изделия на групи по химически състав (марка) или термообработка (твърдост). Класическата класификация чрез химически анализ или стандартно определяне на твърдост по Бринел или Рокфел в много случаи е трудно реализуемо и това налага внедряване на методики и средства за неразрушаващо измерване. Данните от неразрушаващите измервания са с голямо разсейване [6], което налага използване на автоматизирана система за оценка на резултатите на основата на прецизно изготвени критерии за класификация [3,4]. Прилагат се методи със стандартни (еталонни) образци, генериращи обучаващи извадки [3] и методи чрез които се изграждат системи със самообучение [2].

2. ЦЕЛ НА РАБОТАТА

Цел на настоящата работа е да се апробира модулния уред за безразрушителен контрол „MULTITEST TE010“ за безразрушителен контрол на състава (марката) на широк кръг метали и сплави. За автоматизираната обработка на данните от контрола да се представят и изследват два метода за класифициране на групите по данни от измерените стойности на ЕТ, mV при сортиране по

марка и термообработка на конструкционни стомани - клъстер анализ и робастни оценки [2,3,4], които са подходящи за данни с голямо разсейване.

3. АПАРАТУРА, МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИКА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ

3.1 Апаратура

Уредът MULTITEST TE010 е предназначен да измерва безразрушителния информационен параметър - термоелектродвижещо напрежение - ЕТ и е част от автоматизираната система за комплексен безразрушителен контрол MULTITEST [5,6]. Измерванията се провеждат с приложен термоелектрически преобразовател. Външният вид на уреда и преобразователя са представени на фиг.1.



фиг.1 Външен вид на уреда и преобразователя

3.2. Програмно осигуряване

Събирането, обработката и визуализацията на измервателната информация, получена от експерименталните изследвания извършени с уреда "MULTITEST TE010" се осъществява от програмният продукт LabVIEW. Програмният продукт дава възможност да се извърши непрекъснато събиране на измервателната информация и нейната обработка и визуализиране в реално време. След приключване на експерименталните изследвания, програмата записва цялата информация във формат Excel. Освен изброените по-горе възможности, чрез използване на допълнителен модул се предоставя опция за визуализиране на измервателната информация получена при експерименталните изследвания в реално време.

3.3. Материали за изследване

Обект на измерване са еталонни образци от широк кръг метали и сплави (табл.1) с размери $\Phi 25 \times 20 \text{ mm}$, а също така сравнителни образци от легирана конструкционна стомана по ГОСТ - 38ХС и 40Х с различна степен на термообработка и твърдост. За провеждане на изследванията за сортиране по марка са формирани сравнителни образци от двете марки с еднакви механични свойства, като от всяка марка са подбрани 5 броя образци с размери $\phi 25 \times 20 \text{ mm}$ (табл.2). Принадлежността им към съответна марка или метал е гарантирана в най-голяма степен чрез химичен анализ и измерване на твърдост (табл. 1 и табл.2). В табл. 1 са дадени състава и средните стойности на E_T, mV измерени върху еталонните образци от различни метали и сплави (по ГОСТ).

табл. 1 Еталонни образци на метали и сплави за измерване на E_T (Фиг.2)

№	1	2	3	4
Метал, марка	Cu	Месинг, CuZn30	Бронз, CuSnPb5	Ал.сплав, 2017АТ4
E_T, mV	+0,4	-3,6	-7,34	-4
№	5	6	7	8
Метал, марка	Ал. сплав, 6061-Т4	Инстр.ст Х12М	Констр.ст Ст.45	Лег.к. ст. 38ХС
E_T, mV	-3,8	+25,8	+12,3	+14,1
№	9	10	11	12
Метал, марка	Чугун СЧ40	Чугун ВЧ45	Чугун ВЧ60	Лег. ст. 20Х13
E_T, mV	-12,9	-13,8	-14	+16,3
№	13	14	15	
Метал,	Чугун	Лег. ст.	Чугун	

марка	СЧ15	40Х	СЧ15	
E_T, mV	-11,6	+13,3	-12	

В табл.2 са дадени термообработката и твърдостта по Роквел на 4 групи сравнителни образци със същите размери от легираните конструкционни стомани 38ХС и 40Х.

табл. 2 Термообработка и твърдост на групи сравнителни образци от стомана 38ХС и 40Х

груп и	ТО; Тзак-840°C	Време на задържане	HRC
1	Само Тзак.	15'	37-39
2	Тз + Тотв. 500°C	30'	27-29
3	Тз + Тотв. 550°C	30'	27-28
4	Тз + Тотв. 600°C	30'	23-24

3.4. Методика за изследване

За апробация на уреда и двата метода за обработка на данните - клъстер анализ и робастни оценки, е разработена конкретна методика за неразрушаващ контрол на структурата на сравнителни образци метали и сплави с различен химически състав [5]. За реализиране на неразрушаващия контрол, от всеки контролируем материал са подготвени сравнителни образци, класифицирани в групи с еднаква структура и механични свойства [6]. Данните от неразрушаващия контрол се подлагат на статистическа обработка. Статистическият анализ на сериите измервания може да се извърши със следните методи:

- Интервални оценки

Това е класически метод за пресмятане на средните значения и интервални оценки на измерванията, по един, два или повече неразрушаващи информационни параметри и формиране на характеристични области.

- Еднопараметрова интервална оценка.

- Многопараметрова интервална оценка.

В зависимост от поставената задача, се определят средните стойности на единия или двата информационни параметъра \bar{E}_T и \bar{E}_{NB} , горната и долна гранична стойност $\bar{v}_1 = \bar{E}_{NB} \pm 3\sigma$ и $\bar{v}_2 = \bar{E}_T \pm 3\sigma$ на групите сравнителни образци, съгласно следния алгоритъм:

Пресмята се точковата оценка:

$$\bar{x}_j^{(k)} = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} x_{ij}^{(k)}, \quad (1)$$

и интервалната оценка:

$$\bar{x}_j^{(k)} \pm c(P_r) S_j^{(k)}, \quad j=1, \dots, \rho, \quad k=1, \dots, m \quad (2)$$

Където - серия измервания $x_{ij}^{(k)}$, $1 \leq i \leq n_k$; $1 \leq j \leq \rho$; $1 \leq k \leq m$; ρ - брой на параметрите; n_k - брой на измерванията върху k -ти образец;

От интервалната оценка (2) се определят характеристичните области [5]. Този алгоритъм основно се използва за автоматизираната обработка на измерванията при автоматизираната система за комплексен безразрушителен контрол МУЛТИТЕСТ и не е обект на настоящото изследване[5].

• Клъстер анализ

Ако имаме измервания, написани във вида:

$$\left\{ x_{ij}^{(k)} \right\}_{\substack{i=1 \\ j=p \\ k=m}}^{(k)} \quad (3)$$

Където - n - брой на измерванията върху всеки образец; m - общ брой образци; p - брой на измерваните параметри.

Данните се подреждат по следния начин:

$$x_{(1)j} \leq x_{(2)j} \leq \dots \leq x_{(n)j} \quad (4)$$

Определят се средните стойности:

$$\bar{x}_{ij}^{(k)} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_{ij}^{(k)} \equiv y_{kj}, \quad j=1, \dots, p, \quad (5)$$

Данните получени по (5) се подреждат по следния начин:

$$y_{(1)j} \leq y_{(2)j} \leq \dots \leq y_{(m)j}, \quad (6)$$

В (6) се оценява разстоянието на всяка от стойностите до съседната:

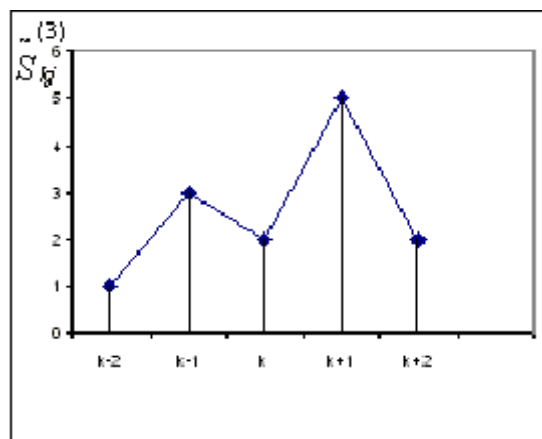
$$y_{kj} = y_{(k+1)j} - y_{(k)j}, \quad j=1, n; \quad k=2, \dots, m-2, \quad (7)$$

Разстоянията, оценени по (7) се подлагат на клъстер анализ. В точките на съгъстяването на данните около минимумите на q_{kj} се намират търсените средни стойности на групите. Възможно

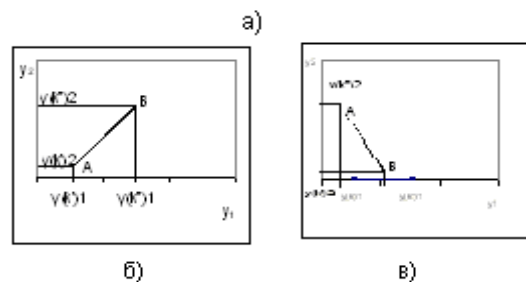
е обединяване (изглаждане) на групите по три или повече измервания. Например по три измервания изглаждането се представя във вида:

$$\tilde{S}_{kj}^{(3)} = \frac{1}{3} [q_{(k-1)j} + q_{kj} + q_{(k+1)j}] \quad (8)$$

$j=1, \dots, p; \quad k=2, \dots, m-2$



брой образци.



фиг. 2 Клъстер анализ. Определяне на прилежаща площ

С цел да се отчете "ширината" на съответния минимум или максимум, се въвежда понятието "прилежаща площ". Например прилежащата площ към k -то измерване от s измервания $S_{kj}^{(s)}$ се определя като се разглеждат по два трапеца в ляво и в дясно от k -то измерване, както е показано на фиг. 2.

Пресмята се сумата на лицата по формулата:

$$S_{kj}^{(5)} = \frac{1}{2} q_{k-2,j}^{(3)} + q_{k-1,j}^{(3)} + q_{k,j}^{(3)} + q_{k+1,j}^{(3)} + \frac{1}{2} q_{k+2,j}^{(3)}, \quad (9)$$

$j = 1, \dots, p; \quad k = 3; \quad m = 3$

По получения ред в (9) се определя първия минимум:

$$k' : S_{kj}^{(s)} = \min S_{kj}^{(s)} ; 3 \leq k \leq m-3 \quad (10)$$

Числовото значение е $y(k'')j$. Вторият минимум се намира след като от реда $S_{kj}^{(s)}$ се отстраня първият минимум и онези членове на реда, които са по-малки от двата съседни минимума и се получава числената стойност $y(k'')j$. Проверява се зависимостта $y_2 = y_2(y_1)$ дали расте или намалява и се определят координатите на групи А и В (фиг.2-b и фиг.1-c). По представения по-горе алгоритъм след това се построява критерий за класификация [5] и софтуер за автоматизирана обработка на данни от измерване на E_T в образци от легирани конструкционни стомани за сортиране по марка ст38ХС и ст40Х (фиг.3).

• Робастни (устойчиви) оценки

Робастните оценки се определят от (4), като средна стойност на измерванията, пресметната по формулата:

$$\bar{x}_m = \begin{cases} X(n)/2, & \text{ако } n \text{ - четно число} \\ 0,5[x_{(n/2)} + x_{(n/2+1)}], & \text{ако } n \text{ - нечетно число} \end{cases} \quad (11)$$

Определя се и разсейването S_m по формулата:

$$S_m = 1,48148 \text{ med}(|x_k - \bar{x}_m|), 1 \leq k \leq n \quad (12)$$

Където с X_m и S_m са означени съответно робастните оценки за средната стойност и нейното стандартно отклонение за дадена съвкупност група от данни от вида:

$$x_i = y_{(i,j,k)}^{(l)}, (i = 1, \dots, n \text{ и } 1, j, k \text{ са фиксирани}) \quad (13)$$

Данните се подреждат в нарастващ ред:

$$x_{(1)} \leq x_{(2)} \leq \dots \leq x_{(n)}, \quad (14)$$

След робастното осредняване по (12) (13) (14) на експерименталните данни в дадена група, нейните характеристики се представят с доверителен интервал във вида:

$$\bar{x} = C(\alpha)s \quad (15)$$

Където: \bar{x} е вектора на робастната средна стойност за групата, s - вектора на робастната оценка на стандартното отклонение;

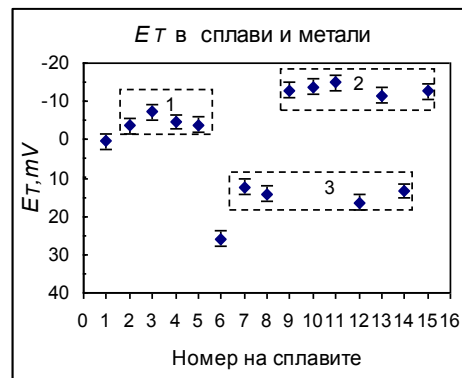
$$c(\alpha) = m^{-0.5} + \left(\frac{\alpha}{2}; m-1\right) : + \left(\frac{\alpha}{2}; m-1\right) -$$

квантил на разпределението на Стюдънт при вероятност $1-d$ и степен на свобода $m-1$. За представения алгоритъм е разработен софтуер за автоматизирана обработка на данни, апробирана за класифициране по твърдост на образци, от конструкционна стомана 40Х с различна степен на термообработка (табл.2).

4. ЕКСПЕРИМЕНТИ И ДИСКУСИИ

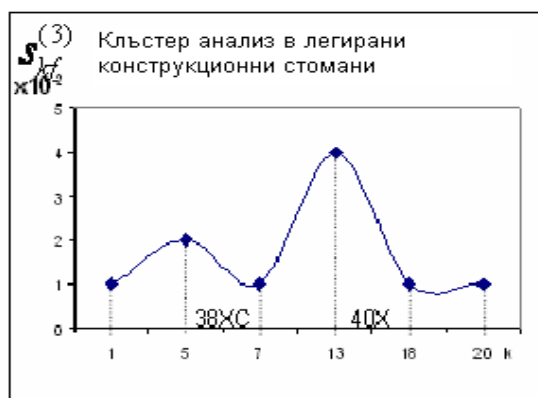
4.1. Експериментални резултати

На фиг. 3 е са дадени средните стойности и интервалните оценки, съгласно класическия метод за статистически анализ от измерване на E_T в широк кръг метали и сплави от табл.1. Вижда се голямо разсейване на експерименталните данни.

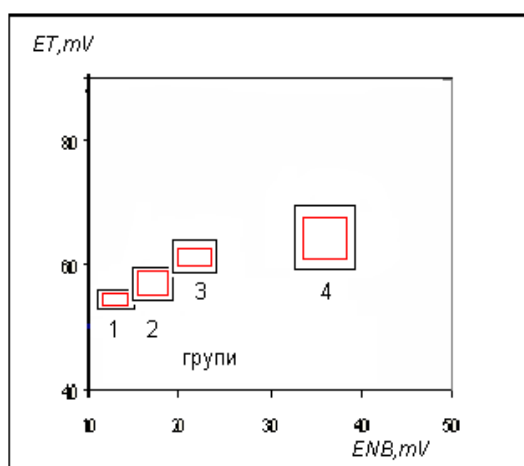


Фиг.3 Интервални оценки при измерване на E_T в метали и сплави

На фиг. 4 са представени данните от клъстер-анализа от измерване на E_T . На ординатата е нанесена величините \bar{S}_{kj} , пресметнати по (9), а по абсцисата присвоения номер на образците при подреждане на измерванията. От представената графика на фиг.2 се вижда, че клъстер-анализа се формират минимумите, съответстващи на отделните марки.



Фиг. 4 Клъстер анализ на данни от измерване на E_T в образци от конструкционна стомана 38ХС и 40Х



Фиг.5 Характеристични области при E_T и E_{NB} в ст. 40X, формирани с класически и робастни оценки (табл.2)

На фиг. 5 са представени характеристичните области при комплексно измерване на E_T и E_{NB} за класифициране на групите образци от табл. 2 по твърдост [2], на основата на класически и робастни оценки при степен на вероятност 0,9, съответно представени с черни и червени линии. Проведени са по три независими комплексни измервания на термоелектродвижещо напрежение $E_T, \mu V$ и магнитношумово напрежение $E_N, \mu V$ [3,4]

4.2. Анализ на експерименталните резултати

От фиг. 3 се вижда, че при класическите оценки чугуните се отделят в една група (група 2), но трудно се различават по между си. Алуминиевите и медните сплави също се отделят в една група, но

трудно се различават (група 1). Легираните конструкционни стомани (група 3) уверено се различават от инструменталните стомани, но трудно се различават по между си. Следователно, данните от измерване на E_T са с голямо разсейване и с класическите интервални оценки не може да се определи надежден критерий за класифициране по хим. състав на металите и сплавите с близки измерени стойности.

От фиг. 4 се вижда, че с клъстер-анализа уверено се разделят групите образци принадлежащи към марките 38ХС и 40Х само с измерване на E_T , независимо че измерените стойности са близки. Следователно той е приложим, там където възниква необходимост от класифициране на сравнително малки партии изделия (50-60 бр.) на групи по марка (химически състав) с E_T .

Сравнителният анализ на резултатите представени на фиг.5 показва, че разделянето на групи с класическите доверителни интервали съществено се различава от тези на робастните оценки. За групите образци от ст.40Х с еднаква термообработка, характеристичните области, формирани от робастните интервали са по-стеснени от тези на класическите оценки и не се застъпват (червените линии), което е критерий за различимост на групите сравнителни образци. Следователно робастните доверителни интервали дават една значително по-достоверна оценка за формиране на критерии за неразрушаваща класификация на термообработката на ст.40Х.

5. ИЗВОДИ

Класическите интервални оценки не са приложими при обработка на данни с голямо разсейване, както е при измерване на E_T . Необходимо е приложението на други статистически методи за данни с голямо разсейване.

Клъстер анализа е приложим при обработка на данни от измерване на E_T в образци от конструкционна стомана за сортиране по марка (химически състав).

Робастните интервални оценки са подходящи при обработка на данни от класифициране на образци от конструкционна стомана с еднаква ТО.

Резултатите от изследването на двата статистически метода за обработка на данни, дават основание да се приложат при разработването на софтуера за автоматизирана система МУЛТИТЕСТ за неразрушаващ контрол на структурата и състава на метали и сплави.

Благодарности:

Тази работа е реализирана по проект M27/7 от 2018г., финансиран от Фонда за научни изследвания на МОН.

Литература

1. Горелик А. Л., В. А. Скрипкин, Методы распознавания. Мир, Москва, 1984.

2. Дюран Б., П. Одела. Кластерный анализ. Москва, Статистика, 1971.

3. Енютков И.С. Прикладные программное обеспечение многомерной статистики. Мир, Москва, 1986.

4. Райзен Дж., Класификация и кластер анализ. Мир, Москва, 1978.

5. Dzhudzhev B., Angelov V., Zlatkov M., Kostadinov P., Testing of Automaticized System for Complex Non-destructive Study of Metallic Materials, International Scientific Journal MACHINES, TECHNOLOGIES, MATERIALS, 2019, Vol. 13, Issue 6, pp. 273-276.

6. Kamenov V., Mirchev Y., Metrological provision of MULTITEST CD010 device for measuring the velocity and attenuation of ultrasound in materials, NDT 2019, 2019, Volume 2, Issue 4, pp. 156-158.

AUTOMATED PROCESSING OF DATA FROM MEASUREMENT OF THERMOELECTRIC DRIVING VOLTAGE IN METALS AND ALLOYS

Boris VELEV¹ Bozhidar DZHUDZHEV²

¹Bulgarian Academy of Sciences

e-mail: b.velev@imbm.bas.bg

²Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: b.djudjev@tu-sofia.bg

Abstract: The paper analyzes some possibilities for automated data processing from measuring the characteristic of the thermoelectric driving force (TEDS) - thermoelectric driving voltage ET in samples of metals and alloys. Algorithms for software development for an automated system for evaluation of results are presented. 2 statistical methods for classification of groups of samples and articles by measured values of ET in sorting by brand (chemical composition) and heat treatment (hardness) of some metals and alloys - cluster analysis and robust (stable) estimates that are suitable for processing of data with high scattering.

Keywords: cluster analysis, robust estimates

ЕЛЕКТРОХИМИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА $PbSO_4 / PbO_2$ ЕЛЕКТРОД В ПРИСЪСТВИЕТО НА ПОВЪРХНОСТНО АКТИВНИ ВЕЩЕСТВА ДОБАВЕНИ В ЕЛЕКТРОЛИТА

Албена АЛЕКСАНДРОВА¹ Десислава ЦВЕТКОВА², Мария МАТРАКОВА¹

¹ Институт по електрохимия и енергийни системи (ИЕЕС) – Българска академия на науките - София, България

e-mail: albena.aleksandrova@iees.bas.bg

² студент, ХТМУ - София, България

e-mail: desislavatsvetkova@abv.bg

Резюме: Настоящото изследване се фокусира върху изясняването на основните ефекти на концентрацията на цетилтриметил амониев бромид (СТАВ), като електролитна добавка, върху електрохимичните реакции протичащи върху оловен електрод, потопен в 4.5 М разтвор на H_2SO_4 , чрез прилагане на линейна циклична волтаметрия (LSV) в потенциалната област на $PbSO_4/PbO_2$. Изследвани са електроди от чисто олово (Pb (99.99%)) и оловни сплави (олово-калций-калай (Pb-Ca-Sn) или олово-антимон (Pb-Sb)). Данните от проведените експерименти показват, че добавянето на СТАВ към електролита не влияе съществено върху поведението на Pb електрод. Pb-Sb електроди демонстрират по-високи капацитети в сравнение с електроди от чисто Pb или сплав Pb-Ca-Sn. Органичната добавка в електролита вероятно се адсорбира на повърхността на Pb-Ca-Sn електрод и променя неговите характеристики. Наличието на легиращи елементи в сплавите и изследваната електролитна добавка влияят върху процесите, които протичат върху положителния електрод.

Ключови думи: оловен акумулатор, положителен електрод на оловния акумулатор, добавка в електролит, СТАВ

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Непрекъснато нарастващите обеми произведени оловни батерии в последното десетилетие се обуславя от новите им приложения като съхранение на енергия от възобновяеми източници, дистанционни телекомуникации, микрохибридни превозни средства, аварийно захранване за компютри, осветление и системи за сигурност. Енергията на оловната батерия се генерира при протичане на електрохимичната реакция на преобразуването на PbO_2 в $PbSO_4$, на положителна плоча и Pb до $PbSO_4$ върху отрицателната плоча. Основният фактор, който допринася за спад в капацитета на положителната плоча през цикличния живот на акумулатора е прогресивно намаляване на степента на електрически контакт между частиците PbO_2 в положителната плоча и между тези частици, и решетката. Допълнителни фактори за загуба на капацитет на оловния акумулатор са намалената проводимост, корозията на решетката, омекване и опадване на положителната активна маса [7].

Чисто олово (Pb) или олово-антимон (Pb-Sb) и

олово-калций-калай (Pb-Ca-Sn) сплави се използват за решетки, клеми и съединители на акумулатори поради техните висока устойчивост на корозия и добра електрическа проводимост [8, 9]. Предишни работи са установили, че използването на сплав Pb-Sb с ниско съдържание на антимон (1-2,7% Sb) за решетки на положителната плоча, намалява отлагането му върху отрицателната плоча и по този начин намалява загубата на вода на батерията, особено когато се комбинират с отрицателни решетки от Pb-Ca сплав. Сплавите Pb-Ca са въведени през тридесетте години на 20-ти век [3], за да се намали разлагането на водата и по този начин се елиминира или силно намалява необходимостта от поддръжка на батерията. При поляризация в потенциалната област на $PbSO_4/PbO_2$ повърхността на положителния електрод се окислява и се образува корозионен слой (CL), съдържащ разнообразие от оксиди Pb / PbO / PbO_n / PbO_2 ($1 < n < 2$). Monahov and Pavlov [6] са установили, че Sb от сплавта се включва в CL и по този начин може да подобри електрическия и механичен контакт между CL и положителната активна маса и да подобри енергийните

характеристики на оловната клетка. Slavkov *et al.* [13] установяват, че Pb-Ca-Sn сплави показват повишена скорост на корозия в сравнение с чисто Pb. Проведени са много изследователски изследвания за модифициране на състава на Pb-Ca сплави [4, 5, 8, 11, 17] с цел преодоляване на този недостатък и подобряване на електрохимичните характеристики на електрода в разтвор на H₂SO₄.

Повърхностно активни вещества (ПАВ), разтворени в течност, се адсорбират върху повърхността и намаляват повърхностното напрежение на двуфазни системи. За приложение в оловни акумулатори ПАВ трябва да са стабилни в концентрирани разтвори на H₂SO₄ и при високи анодни потенциали. В последните десетилетия са проведени изследвания на редица органични добавки и е оценен потенциалът им за подобряване на капацитета и живота на оловния акумулатор, както и реакциите на отделяне на газове и загубата на вода [1, 2, 10, 12, 14, 15, 16].

2. ЦЕЛ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Фокусът на настоящото проучване е да изясни основните ефекти на различни концентрации на СТАВ, като електролитна добавка, върху електрохимичните реакции, протичащи върху плосък електрод от олово или оловна сплав, потопен в 4.5 М разтвор на H₂SO₄, чрез прилагане на електрохимични методи в потенциалната област PbSO₄/PbO₂. Окси-редукционните процеси в тази потенциална област протичат на положителния електрод на оловния акумулатор.

3. ЕЛЕКТРОХИМИЧНИ ЕКСПЕРИМЕНТИ

3.1 Експериментална електрохимична клетка

Използвана е малка три-електродна клетка с плосък работен електрод от Pb (99.99% чистота) или Pb-1.8Sb сплав, или Pb-0,06Ca-1.25Sn сплав. Гладката геометрична площ на електрода, потопена в електролита, е 0.4 cm². По-голяма пластина Pb (99.99%), с площ от 2.5 cm², беше използвана като противоелектрод, а сравнителен електрод е Hg/Hg₂SO₄. Електродите се поставят в клетката и се добавят 50 ml 4.5M разтвор на H₂SO₄ с или без

добавка на изследваното органично вещество. ПАВ и изследваните концентрации в електролита са обобщени в Таблица 1. Използваните сярна киселина (95-98%) и СТАВ (> 99%) са доставени от Sigma-Aldrich. Получените резултати за така приготвените тестови клетки се сравняват с тези за контролна клетка с чист електролит (без добавка ПАВ).

3.2 Електрохимични методи и апаратура

Като първа стъпка от теста работният електрод от Pb или Pb сплав беше електрополиран чрез катодно поляризиране при постоянен потенциал от -1.30 V (спрямо Hg/Hg₂SO₄) за 30 минути, с цел разтваряне на всички двувалентни оловни съединения на повърхността му, след което беше анодно поляризиран при +1.70 V за още 30 минути, за да се образува слой PbO₂ на повърхността му. Тестваните електроди бяха подложени на линейна циклична волтаметрия в потенциалната област на PbSO₄/PbO₂ електрод от +0.70 до +1.50 V (спрямо Hg/Hg₂SO₄) при скорост на сканиране 10 mV.s⁻¹ за 600 цикъла. Измерената плътност на тока, в mAh.cm⁻², е получена чрез интегриране на площта на катодния пик, който се дължи на редукцията на PbO₂ до PbSO₄.

Всички електрохимични тестове са осъществени с потенциостат/ галваностат ARBIN Instrument BT2043 при температура 25°C.

Таблица 1. Изследвани ПАВ и концентрации в електролита

Електролитна добавка	Химична формула	Молекулно тегло	Добавка, ppm
Цетилтриметил амониев бромид (СТАВ)	C ₁₉ H ₄₂ BrN	364.45	40 100 240

4. АНАЛИЗ НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

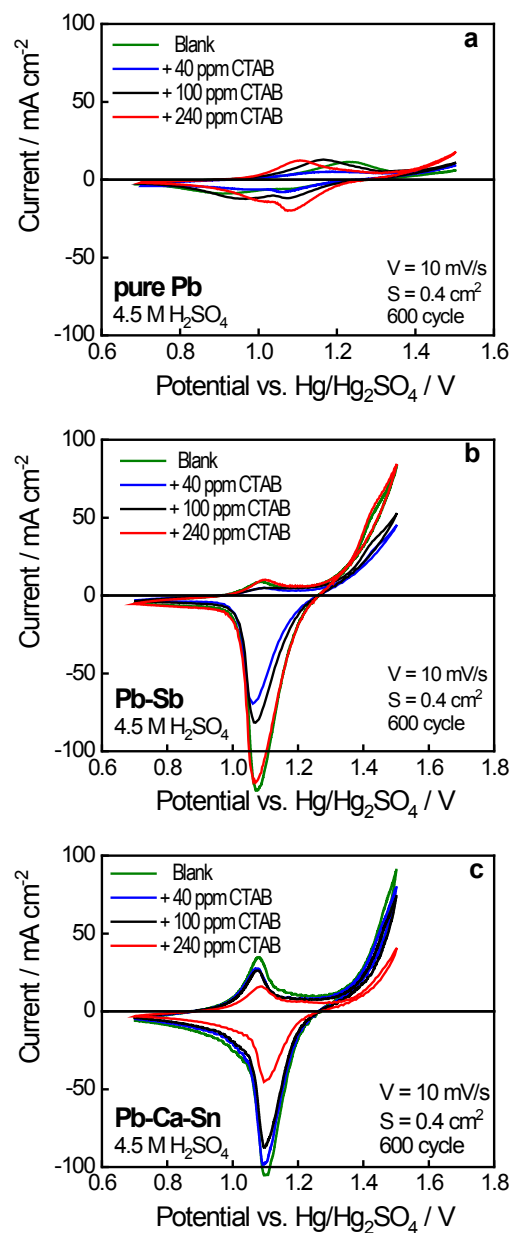
Проведени са измервания чрез линейна циклична волтаметрия на тестваните електроди в разтвори на 4.5 М H₂SO₄, с добавени различни количества СТАВ, с цел да бъде получена информация за влиянието на концентрацията на избраното ПАВ върху реакциите на заряд/разряд

на положителния електрод. На фиг.1 са представени цикличните волтамограми регистрирани на 600-ния цикъл за всеки тип тестован електрод и електролит - чист (Blank) или с добавка. Данните на фиг.1 показват, че пиковете на тока, както на реакциите на окисление, така и на редукция, се влияят от материала на електрода и от концентрацията на СТАВ в електролита. Анодните пикове, свързани с окисляването на олово до различни оксиди $PbO / PbO_n / PbO_2$ ($1 < n < 2$) за различните типове електроди в Blank и в разтвори с органично вещество, се явяват при потенциали в интервала от 1.08 V до 1.23 V. Катодният пик или пикове са свързани с редукцията на образувания по време на анодната поляризация на електрода оловен диоксид до оловен сулфат.

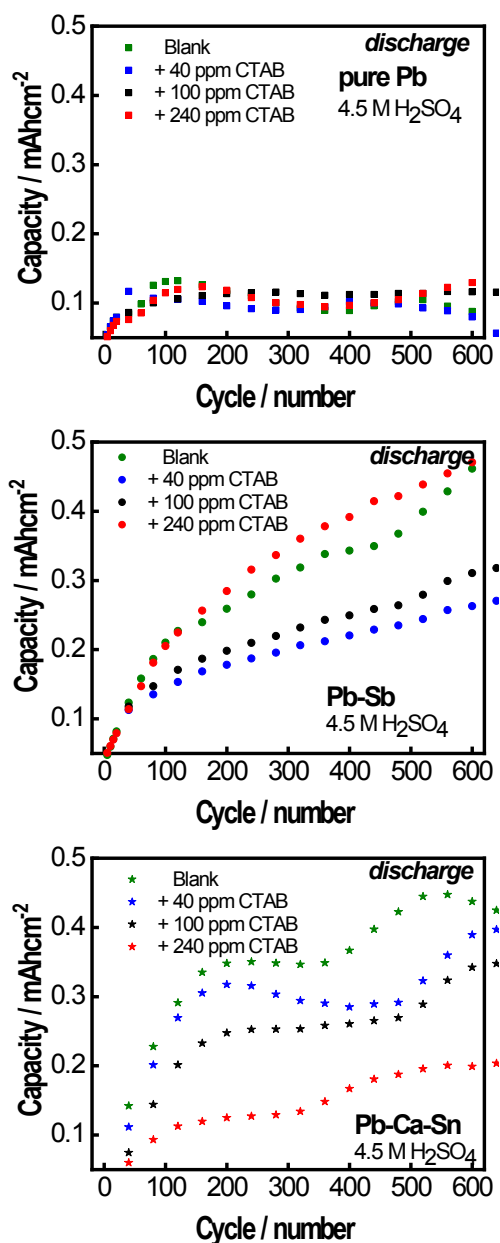
Известно е, че чистото олово е с висока корозионна устойчивост и съответно силата на тока на реакциите на заряд/разряд на този електрод е най-малка в сравнение с електродите от оловни сплави. За електрод Pb влиянието на добавката се изразява в изместване на анодния пик към по-отрицателни стойности в сравнение с Blank електролит, като това в най-голяма степен важи за високата концентрация, 240 ppm, на СТАВ. При този електрод се появяват два пика в катодната област, докато при другите електроди е само един.

Поведението на Pb-Sb и Pb-Ca-Sn електроди се характеризира с по-голяма сила на тока на реакциите. При Pb-Sb електрод ниските концентрации на добавката в електролита намаляват катодния пик в сравнение с Blank, а най-високата концентрация добавка не оказва съществено влияние на поведението на електрода. Известно е, че ПАВ имат склонност към образуване на мицели над определена критична концентрация. Вероятно за този електрод се наблюдава влиянието на размера на разтворените частици ПАВ в електролита, като ниските концентрации с малък размер на частиците се адсорбират върху повърхността и намаляват катодния пик, докато големите мицели на СТАВ не влияят на електрода.

Характерно за Pb-Ca-Sn електрод е ясно изразената тенденция на намаляване на силата на тока и за двете реакции, окисление и редукция, с увеличаване концентрацията на СТАВ в електролита. Вероятно органичната добавка се адсорбира на повърхността на електрода и по този начин блокира в значителна степен реакциите.



Фиг. 1 Циклични волтамограми на тестваните електроди в разтвори без и с различна концентрация на СТАВ в електролита, регистрирани на 600-ния цикъл: (a) Pb електрод, (b) Pb-Sb електрод и (c) Pb-Ca-Sn електрод



фиг. 2 Зависимост на капацитета на тестваните електроди от броя цикли в разтвори без и с различна концентрация на СТАВ в електролита: (а) Pb електрод, (b) Pb-Sb електрод и (c) Pb-Ca-Sn електрод

Зависимостта на разрядния капацитет на тестваните електроди от броя цикли е представена на фиг. 2. Стойностите на разрядния капацитет

(количество на катодното електричество), за различните експериментални електроди, са изчислени чрез интегриране на повърхността на катодния пик, съответстващ на редуцията на PbO₂ до PbSO₄. От фиг.2 можем да направим извода, че при изпитваните електроди, за почти всички разтвори, капацитетът нараства с броя на циклите. Стойностите на капацитетите на електроди от чисто Pb в различните електролити, без и с добавка, са най-ниски в сравнение с тези на електродите от оловни сплави. Капацитетите на тестваните в различни разтвори Pb-Sb електроди имат най-високи стойности и непрекъснато нарастват с броя цикли. Този експериментален факт е в съгласие с добре познатия положителен ефект на антимона върху положителната решетка на оловно-киселинната батерия. Установено е [8], че антимонът се вражда в корозионния слой и по този начин позволява на решетката да се възстанови след дълбок разряд, чрез възпрепятстване образуването на непроводим слой PbSO₄ между активната маса и решетката, което подобрява енергийните характеристики на положителната решетка. От данните за Pb-Ca-Sn електроди представени на фиг.2 може да се направи извод, че с увеличаване на концентрацията на добавката СТАВ в електролита, органичното вещество се адсорбира върху повърхността на електрода, блокира я и намалява активните центрове за извършване на електрохимични реакции на окисление и редуция. Това се проявява в намаляване капацитетът на тестваните електроди в електролит с добавка в сравнение с Blank електролит. За електрод в разтвор с най-високата концентрация на ПАВ в електролита – 240ppm СТАВ – капацитетът на Pb-Ca-Sn електрод се доближава по стойности до капацитет на електрод от чисто Pb. Можем да направим извод, че вероятно тази концентрация подобрява корозионните характеристики на тествания електрод.

5. ИЗВОДИ

Изследването на основните ефекти на концентрацията на органичното повърхностно активно вещество СТАВ върху електродните реакции на Pb и сплави Pb-Sb, и Pb-Ca-Sn електроди, в областта на положителните потенциалите показва, че добавянето на избраното

вещество в електролита има специфичен ефект върху електрохимичните характеристики на изпитвани електроди.

Добавката в електролита не променя съществено поведението на електрод от чисто Pb, като той запазва ниски стойности на разрядния капацитет в изследваните разтвори.

За Pb-Sb електродите е характерно непрекъснато нарастване на капацитета с броя цикли. Ниските концентрации добавка намаляват капацитета в сравнение с този в Blank електролит, докато при най-високата концентрация се наблюдава положителен ефект върху капацитета.

Реакцията на окисление на Pb до PbO₂ и реакцията на редукция на PbO₂ до PbSO₄ на повърхността на плоските Pb-Ca-Sn електроди са силно повлияни от наличието на избраното ПАВ в електролита. СТАВ вероятно се адсорбира върху повърхността на Pb-Ca-Sn електроди и по този начин потиска окси-редукционните процеси. Намаляването на капацитета на електрода в тези експериментални условия е свързано с подобрената му корозионна устойчивост.

Литература

1. **Ghaemi M., Ghafouri E., Neshati J.** Influence of the nonionic surfactant Triton X-100 on electrocrystallization and electrochemical performance of lead dioxide electrode. *Journal Power Sources*, 2006, vol. 157, issue 1, p. 550-562.
2. **Ghavami R. K., Kameli F., Shirojan A., Azizi A.** Effects of surfactants on sulfation of negative active material in lead acid battery under PSOC condition. *Journal of Energy Storage*, 2016, vol. 7, p. 121-130
3. **Haring H. E., Thomas U. B.** The Electrochemical Behavior of Lead, Lead-Antimony and Lead-Calcium Alloys in Storage Cells. *Transactions of the Electrochemical Society*, 1935, vol. 68, number 1, p. 293-308
4. **Lin G., Zhou G., Li D., Zheng M.** Effect of Cerium on Gas Evolution Behavior of Pb-Ca-Sn Alloy. *Journal of Rare Earths*, 2006, vol. 24, issue 2, p. 232-237
5. **Liu H. T., Yang J., Liang H. H., Zhuang J. H., Zhou W. F.** Effect of cerium on the anodic corrosion of Pb-Ca-Sn alloy in sulfuric acid solution. *Journal of Power Sources*, 2001, vol. 93, issues 1-2, p. 230-233
6. **Monahov B., Pavlov D.** Influence of Antimony on the Structure and the Degree of Hydration of the Anodic PbO₂ Layer Formed on Pb-Sb Electrodes. *Journal of The Electrochemical Society*, 1994. vol. 141, number 9, p. 2316-2325
7. **Pavlov D.** *Lead-Acid Batteries: Science and Technology. A handbook of lead-acid battery technology and its influence on the product*, 2017, Book, Second Edition
8. **Prengaman R. D.** New low-antimony alloy for straps and cycling service in lead-acid batteries. *Journal of Power Sources*, 2006, vol.158, issue 2, p. 1110-1116
9. **Prengaman R. D.** Challenges from corrosion-resistant grid alloys in lead acid battery manufacturing. *Journal of Power Sources*, 2001, vol. 95, issues 1-2, p. 224-233
10. **Sato Y., Hishimoto K., Togashi K., Yanagawa, K., Kobayakawa H.** The effect of nicotinamide on the charge/discharge behavior of PbO₂ electrode in sulfuric acid solution. *Journal of Power Sources*, 1992, vol. 39, issue 1, p. 43-50
11. **Shervedani R. K., Isfahani A. Z., Khodavisy R., Hatefi-Mehrjardi A.** Electrochemical investigation of the anodic corrosion of Pb-Ca-Sn-Li grid alloy in H₂SO₄ solution. *Journal of Power Sources*, 2007, vol. 164, issue 2, p. 890-895
12. **Shi Z., Zhou Y.-H., Cha C.-S.** Influence of perfluorinated surfactants on the positive active-material of lead/acid batteries. *Journal of Power Sources*, 1998, vol. 70, issue 2, p. 205-213
13. **Slavkov D., Haran B. S., Popov B. N., Fleming F.** Effect of Sn and Ca doping on the corrosion of Pb anodes in lead acid batteries. *Journal of Power Sources*, 2002, vol.112, issue 1, p. 199-208
14. **Tizpar A., Ghasemi Z.** The corrosion inhibition and gas evolution studies of some surfactants and citric acid on lead alloy in 12.5 M H₂SO₄ solution. *Applied Surface Science*, 2006, vol. 252, issue 24, p. 8630-8634
15. **Torcheux L., Rouvet C., Vaurijoux J.P.** Effect of a special additive on the performance of standby valve-regulated lead acid batteries. *Journal of Power Sources*, 1999, vol. 78, issues 1-2, p. 147-155
16. **Wen T. C., Wei M. G., Lin K. L.** Electrocrystallization of PbO₂ Deposits in the Presence of Additives. *Journal of The Electrochemical Society*, 1990, vol. 137, number 9, p. 2700-2703
17. **Zhou Y. B., Yang C. X., Zhou W. F., Liu H. T.** Comparison of Pb-Sm-Sn and Pb-Ca-Sn alloys for the positive grids in a lead acid battery. *Journal of Alloys and Compounds*, 2004, vol. 365, issues 1-2, p. 108-111

ELECTROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF PbSO₄ / PbO₂ ELECTRODE IN THE PRESENCE OF SURFACTANTS ADDED TO THE ELECTROLYTE

Albena ALEKSANDROVA¹, Desislava TSVETKOVA², Maria MATRAKOVA¹

¹Institute of Electrochemistry and Energy Systems "Acad. Evgeni Budevski", Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

e-mail: albena.aleksandrova@iees.bas.bg

²student, UCTM-Sofia, Bulgaria

e-mail: [desislavatsvetkova @abv.bg](mailto:desislavatsvetkova@abv.bg)

Abstract: The present study focuses on elucidating the main effects of cetyltrimethyl ammonium bromide (CTAB) concentration, as an electrolyte additive, on the electrochemical reactions occurring on a lead electrode immersed in a 4.5M H₂SO₄ solution by applying linear sweep voltammetry (LSV) in the potential range of PbSO₄/PbO₂. Electrodes of pure lead (Pb (99.99%)) and lead alloys (lead-calcium-tin (Pb-Ca-Sn) or lead-antimony (Pb-Sb)) were studied. Experimental data show that the addition of CTAB to the electrolyte does not significant effect on the behavior of Pb electrode. Pb-Sb electrodes demonstrate higher capacities compared to pure Pb or Pb-Ca-Sn alloy electrodes. The organic additive in the electrolyte is probably adsorbed on the surface of the Pb-Ca-Sn electrode and changes its characteristics. The presence of alloying elements and studied electrolyte additive affects the processes that occur on the positive electrode.

Keywords: lead battery, lead battery positive electrode, electrolyte additive, CTAB

МОДЕЛИРАНЕ НА УСТОЙЧИВОСТТА НА КОЛЕСНИ МОБИЛНИ РОБОТИ

Стоян ЛИЛОВ¹ Ваня МАРКОВА¹ Николай ПОПОВ¹ Венцеслав ШОПОВ¹

¹Институт по роботика, Българска академия на науките

e-mail: lsv@abv.bg

Резюме: В тази статия се разглеждат надлъжната и напречна устойчивост на колесни мобилни роботи, в зависимост от геометричните им пропорции, както и от действащите върху тях сили. Построен е динамичен модел на такъв тип робот, основаващ се на принципите на кинетостатиката. Изследвано е влиянието на отделите параметри на модела върху надлъжната и напречната му устойчивост. Динамичният модел е построен така, че е възможно да се определят интервали със стойности на параметрите, при които надлъжната и напречна устойчивост е гарантирана

Ключови думи: динамичен модел на мобилен робот, кинетостатика, симулация и моделиране, надлъжна и напречна устойчивост

1. УВОД

През последните години проектирането на мобилни колесни роботи е обект на голям научен и практически интерес. Тези роботи намират приложение както при работа в затворени помещения [4] така и като автономни превозни средства [1].

Особен интерес представляват автономните мобилни колесни механизми. При тях се решават различни научни задачи и проблеми като: определяне на траекторията на движение [2,6], следване на такава траектория [3,4]. Както и въпроси касаещи устойчивостта и стабилността на такива роботи.

Според принципа на D’Alembert [2] – принципът на кинетостатиката – отчитането на инерционна сила ни дава възможност да разглеждаме робота като тяло, на което действа уравновесена система от сили.

Така, при даден закон на движение, можем да определим опорните реакции и по този начин да получим стойности за параметрите на модела, при които роботът ще остане стабилен – няма да има преобръщане спрямо повърхнината на движение.

В настоящата статия ние разширяваме добре познатите [2,3] модели, с пресмятане на надлъжната и напречна устойчивост на колесни мобилни роботи, съдържащ геометрични и масови конструкционни параметри. В модела са включени движещи, съпротивителни, инерционни сили и опорни реакции, т.е. включени са активни сили, опорни реакции и инерционни сили.

Статията е организирана както следва: във втората част даваме кратко описание на кинематичния и динамичния модели и имплементацията на надлъжната и напречна устойчивост на робота; в третата част, чрез числени експерименти, изследваме траекторията и ускоренията на които е подложен роботът; в последната част правим изводи за работата на модела.

2. МЕТОДИ И МАТЕРИАЛИ

2.1 Представяне на основните означения

Oxz – Декартова координатна система, свързана с тялото на робота;

m – маса;

m_c – масов център ($m_c \equiv O$);

$G = mg$ – сила на тежестта, където g е гравитационното ускорение; h – разстояние от даден масов център до пътя (според поставените задачи, в модела може да се добавят приведени маси, всяка със свой, локален масов център, на определено разстояние от пътя);

P, P_{centr}, U – сили: движеща, центробежна и надлъжна инерционна; a – разстояние от оста z до предния мост; b – разстояние от оста z до задния мост;

l – база; tr_f – предна колея;

tr_r – задна колея;

c_r – разстояние от Oxz до задно ляво колело;

c_f – разстояние от Oxz до предно ляво колело;
 d_r – разстояние от Oxz до задно дясно колело;
 d_f – разстояние от Oxz до предно дясно колело;

A_l, A_r, B_l, B_r – опорни реакции, действащи съответно на предно ляво, предно дясно, задно ляво и задно дясно колело;

$A = A_l + A_r; B = B_l + B_r$ – сумарни опорни реакции, действащи съответно на преден и заден мост;

$L = A_l + B_l; R = A_r + B_r$ – сумарни опорни реакции, действащи съответно на леви и десни колела;

$A_{lx}, A_{ly}, A_{lz}, A_{rx}, A_{ry}, A_{rz}$ и

$B_{lx}, B_{ly}, B_{lz}, B_{rx}, B_{ry}, B_{rz}$ – проекции на опорните реакции по осите на координатната система $Oxyz$, съответно на предно ляво, предно дясно, задно ляво и задно дясно колело.

2.2 Кинематичен и динамичен модел на колесен мобилен робот

2.2.1 Кинематичен модел и ограничения

Кинематичният модел на превозното средство е:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\varphi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \varphi & 0 \\ \sin \varphi & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ \omega \end{bmatrix} \quad (1)$$

Нехолономното ограничение на движението е:

$$-\dot{x} \sin \varphi + \dot{y} \cos \varphi = 0, \quad (2)$$

което означава, че достижимите посоки на движение са колони от кинематичната матрица:

$$S = \begin{bmatrix} \cos \varphi(t) & 0 \\ \sin \varphi(t) & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

а коефициентите на матрицата на ограниченията са:

$$A = [-\sin \varphi \quad \cos \varphi \quad 0] \quad (4)$$

Полученият динамичен модел, написан в матрична форма, е:

$$M(q)\ddot{q} + V(q, \dot{q}) + F(\dot{q}) = E(q)u - A^T(q)\lambda \quad (5)$$

Система може да се запише под формата на пространство на състоянието:

$$x = f(\dot{x}) + g(x)u, \quad (6)$$

където векторът на състоянието е $x = [q^T; v^T]^T$ и

$$M = \begin{bmatrix} m & 0 & 0 \\ 0 & m & 0 \\ 0 & 0 & J \end{bmatrix} \quad \text{и} \quad E = \frac{1}{r} \begin{bmatrix} \cos \varphi & \cos \varphi \\ \sin \varphi & \sin \varphi \\ \frac{L}{2} & -\frac{L}{2} \end{bmatrix},$$

$$A = [-\sin \varphi \quad \cos \varphi \quad 0] \quad \text{и} \quad u = [\tau_r \quad \tau_l].$$

Полученият модел е:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\varphi} \\ \dot{v} \\ \dot{\omega} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v \cos \varphi \\ v \sin \varphi \\ \omega \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ \frac{mr}{L} & \frac{mr}{L} \\ \frac{1}{2Jr} & -\frac{1}{2Jr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tau_r \\ \tau_l \end{bmatrix} \quad (7)$$

Обратният системен модел се получава, като се вземе предвид:

$$\begin{bmatrix} \tau_r \\ \tau_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{v} \frac{mr}{L} + \dot{\omega} \frac{Jr}{L} \\ \frac{2}{L} \dot{v} \frac{mr}{L} - \dot{\omega} \frac{Jr}{L} \end{bmatrix} \quad (8)$$

2.2.2 Опорни реакции, породени от силата на тежестта, при позиция на робота върху хоризонтална равнина

Разглеждаме следните две моменти и едно проекционно уравнение, когато действа само силата на тежестта (фиг. 1):

$$\sum MB_i = 0; \quad \sum MA_i = 0; \quad \sum x_i = 0$$

Тук уравнението $\sum x_i = 0$ може да отпадне, тъй като няма действаща сила, чиято проекция по оста x да е различна от нула.

От моментовите уравнения се получава:

$$A_z = \frac{G.b}{l}; \quad B_z = \frac{G.a}{l},$$

където A_z и B_z са опорните реакции на преден и заден мост.

Аналогично се определят вертикалните опорни реакции за всяко колело:

$$A_{lz} = A_z \frac{d_f}{tr_f}; \quad A_{rz} = A_z \frac{c_f}{tr_f}$$

$$B_{lz} = B_z \frac{d_r}{tr_r}; B_{rz} = B_z \frac{c_r}{tr_r}.$$

2.2.3 Приведени маси

Инерционният момент на тялото на работа в системата $Oxyz$ може да бъде отчетен в модела, ако разпределим масата му по подходящ начин в няколко локални масови центъра. За тази цел предлагаме формулите по-долу, ако са известни координатите на масовия център и основните геометрични размери. Това е в случай, че инерционният момент не е известен.

Според опорните реакции от раздел 2.1, определяме приведени маси:

$$m_f = m \frac{b}{l}; m_r = m \frac{a}{l}$$

с масови центрове m_{cf} , m_{cr} за преден и заден мост и

$$m_{fl} = m_f \frac{d_f}{tr_f}; m_{fr} = m_f \frac{c_f}{tr_f}$$

$$m_{rl} = m_r \frac{d_r}{tr_r}; m_{rr} = m_r \frac{c_r}{tr_r}$$

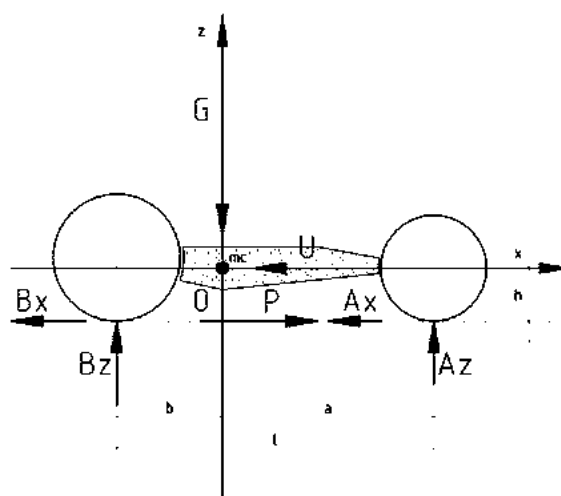
с масови центрове m_{cfl} , m_{cfr} , m_{crl} и m_{crr} , съответно за предно ляво, предно дясно, задно ляво и задно дясно колело.

Ако няма други ориентири, компоновъчни например, координатите на локалните масови центрове се взимат на височината масовия център, за мостовете централно, а за колелата – върху контактната точка с пътя.

2.2.4 Надлъжна и напречна устойчивост

В тази точка ще изведем уравненията за напречна и надлъжна устойчивост при следните условия (фиг.1, фиг.2):

- $tr_f = tr_r = tr$;
- $c_r = c_f = d_r = d_f = \frac{tr}{2}$;
- при завой, осите на всички колела са успоредни на P_{centr} и оста Oy ;
- масата е съсредоточена в m_c .



фиг.1 Сили, касаещи надлъжната устойчивост

2.2.4.1 Надлъжна устойчивост

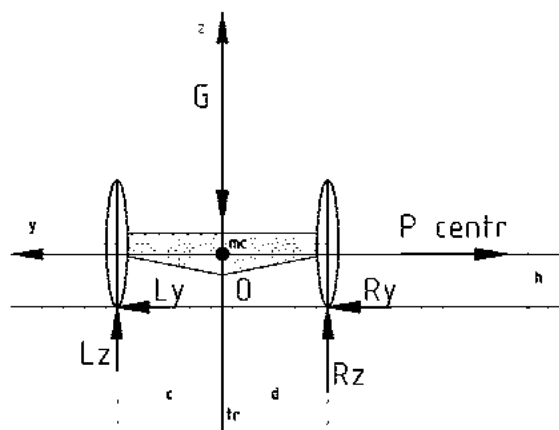
Разглеждаме следните две моменти и едно проекционно уравнение:

$$\sum MB_i = 0; \sum MA_i = 0; \sum x_i = 0.$$

Получава се:

$$A_z = \frac{G.b - U.h}{l}; B_z = \frac{U.h - G.a}{l}$$

$$P - U = B_x + A_x$$



фиг. 2 Сили, касаещи напречната устойчивост

B_x и A_x са сили на съпротивление от придвижване по дадената повърхност, следователно:

$$B_x = fB_z; A_x = fA_z,$$

където f е коефициент на триене при търкаляне.

Така:

$$B_x + A_x = f(B_z + A_z); \frac{B_x}{A_x} = \frac{fB_z}{fA_z} = \frac{B_z}{A_z}$$

Получава се:

$$\begin{cases} P - U - A_x - B_x = 0 \\ B_x + A_x = f(B_z + A_z) \\ \frac{B_x}{A_x} = \frac{B_z}{A_z} \end{cases}$$

Формулите по-горе дават стойности на величините A_x , B_x , P , f , като или P , или f остава като параметър.

2.2.4.2 Напречна устойчивост

Разглеждаме следните две моменти и едно проекционно уравнение:

$$\sum ML_i = 0; \sum MR_i = 0; \sum y_i = 0.$$

Получава се:

$$R_z = \frac{P_{centr} \cdot h + G \cdot c}{tr}; L_z = \frac{G \cdot d - P_{centr} \cdot h}{tr};$$

$$P_{centr} = R_y + L_y.$$

L_y и R_y са сили на съпротивление срещу странично приплъзване по дадената повърхност на движение, следователно:

$$L_y = \mu L_z \mu R_z; R_y = \mu R_z,$$

където μ е коефициент на сцепление. Така:

$$L_y + R_y = \mu(L_z + R_z); \frac{L_y}{R_y} = \frac{\mu L_z}{\mu R_z} = \frac{L_z}{R_z}.$$

Получава се:

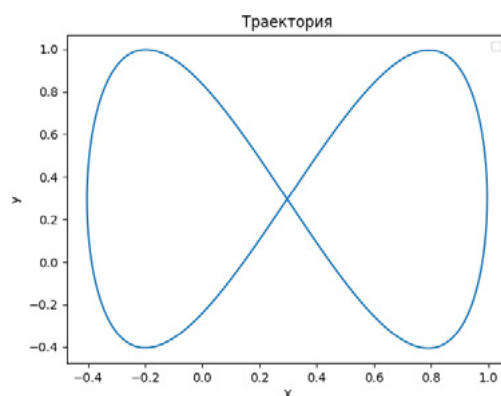
$$\begin{cases} P_{centr} = R_y + L_y \\ L_y + R_y = \mu(L_z + R_z) \\ \frac{L_y}{R_y} = \frac{L_z}{R_z} \end{cases}$$

Формулите по-горе дават стойности на величините L_y , R_y , P_{centr} , μ , като или P_{centr} , или μ остава като параметър.

3. ЕКСПЕРИМЕНТИ И РЕЗУЛТАТИ

Изчисляваме необходимите въртящи моменти, така че мобилният робот да се движи по референтната траектория:

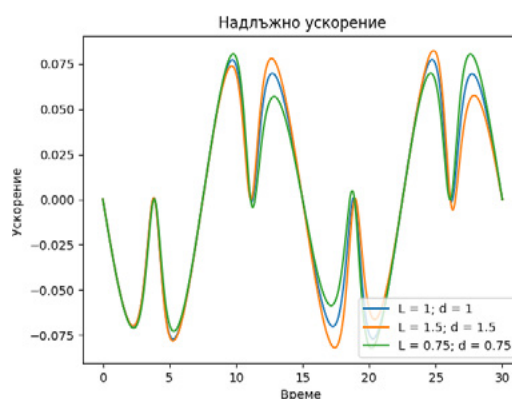
$$\begin{aligned} xr &= 1,1 + 0,7 \sin(2\pi / 30); \\ yr &= 0,9 + 0,7 \sin(4\pi / 30). \end{aligned}$$



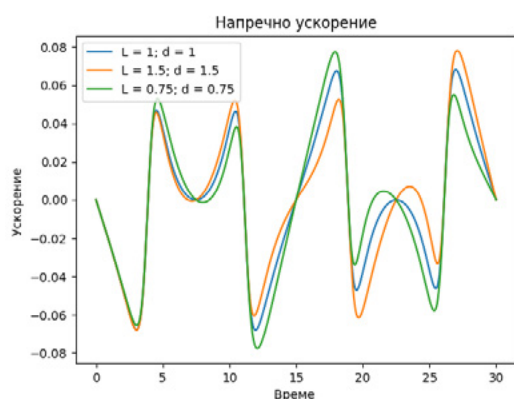
фиг. 3 Траектория на движение на робота

В симулацията се изчисляват въртящите моменти при двигателните колела на робота, използвайки обратния динамичен модел, и се изобразява траекторията на движение на фигура 3.

Параметрите на робота са маса $m = 0,75$ kg, $J = 0,001$ kg m², дължина $L = 0,075$ m, радиус на колелата $r = 0,024$ m и разстояние между колелата $d = 0,01$ m.



фиг. 4 Надлъжно ускорение



фиг. 5 Напречно ускорение

На фигура 4 и фигура 5 са показани моменти на робота, използвайки обратния динамичен модел, и се изобразява траекторията на движение на фигура 3.

При така избраните параметри на робота напречната и надлъжната устойчивост на робота са гарантирани.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Построен е кинетичен и динамичен модел на робот, основаващ се на принципите на кинетостатиката. В модела са добавени надлъжната и напречна устойчивост на колесни

мобилни роботи, в зависимост от геометричните им пропорции, както и от действащите върху тях сили. Изследвано е влиянието на отделите параметри на модела върху надлъжната и напречната му устойчивост. Динамичният модел е построен така, че е възможно да се определят интервали със стойности на параметрите, при които надлъжната и напречна устойчивост е гарантирана.

Литература

1. **Евтимов И., Иванов Р.**, Електромобили, Русенски университет „Ангел Кънчев”, Русе 2016 г.
2. **Klančar, G., et al.** Wheeled mobile robotics: from fundamentals towards autonomous systems. Butterworth-Heinemann, 2017.
3. **Klančar, G., and Blažič S.**, Optimal constant acceleration motion primitives. *IEEE Transactions on Vehicular Technology* 68.9 (2019): 8502-8511.
4. **Lang X.**, A Trajectory Tracking Controller Design for a Nonholonomic Mobile Robot. (2013): 1-10.
5. **Siciliano B., Khatib O. (ed.)**. Springer handbook of robotics. – Springer, 2016.
6. **Tianyu G., Dolan J. M., Lee J.W.**, On-road trajectory planning for general autonomous driving with enhanced tunability. *Intelligent Autonomous Systems 13*. Springer, Cham, 2016. 247-261.
7. **Zhang Y., et al.** Hybrid trajectory planning for autonomous driving in highly constrained environments. *IEEE Access* 6 (2018): 32800-32819.

MODELLING OF THE STABILITY OF WHEELED MOBILE ROBOTS

Stoyan LILOV¹ Vanya MARKOVA¹ Nikolay POPOV¹ Ventseslav SHOPOV¹

¹Institute of Robotics, Bulgarian Academy of Sciences

e-mail: lsv@abv.bg

Abstract: In this paper the longitudinal and lateral stability of wheeled mobile robots is studied. The impact of geometrical proportions and forces acting on them is evaluated. Dynamic model based on D'Alembert's principle of wheeled mobile robot is proposed. The influence of the particular parameters of the model upon its longitudinal and lateral stability is calculated. The proposed dynamic model allows to determine parameters range in such a way, that longitudinal and lateral stability are guaranteed.

Key words: dynamic model of mobile robot, kinetostatics, simulation modeling, longitudinal and lateral stability

МОДЕЛИРАНЕ И СИМУЛАЦИЯ НА ЕНЕРГИЙНИЯ БАЛАНС НА МЕХАТРОННА СИСТЕМА С ПОСТОЯННОТОКОВ ДВИГАТЕЛ

Николай ПОПОВ¹, Стоян ЛИЛОВ², Ваня МАРКОВА³, Венцеслав ШОПОВ⁴

¹Институт по роботика към Българска академия на науките – София, България
e-mail: njpopov62@gmail.com

^{2,3,4}Институт по роботика към Българска академия на науките – София, България
e-mail: lsv@abv.bg, markovavanya@abv.bg, vkshopov@yahoo.com

Резюме: Тематиката е в областта на мехатрониката, с приложение в мобилната роботика. В статията се изследва механичната енергия от движението и съответното ѝ електрическо потребление, определящи енергийната ефективност на мехатронната система за мобилен колесен робот. Анализират се физичните зависимости, задаващи изискванията, налагани към конструкцията "електродвигател, редуктор, скоростен сензор и водещи колела". Критерий за резултат е реализуемият "пробег" с едно зареждане на батериите, който се определя от зависимостта „електрическа консумация спрямо въртящ момент“ за конкретен двигател. Входни данни се явяват динамичните параметри на работа (тегло, съпротивление от придвижване, наклон на терена, максимална скорост и ускорение). Правят се комбинации от параметрите за модела на мехатронната система, за да се определят оптимални енергийни показатели. Това изследване използва сравнително малък набор от емпирични физични коефициенти.

Ключови думи: Модел на мехатронна система, Колесен мобилен робот, Постояннотоков електродвигател, Симулация и моделиране, Въртящ момент на електрически двигател.

1. УВОД

В тази публикация ние изследваме механичната енергия, потребявана от робота при движение и необходимата електрическа мощност и динамика на задвижващо- измервателните възли (двигател, редуктор, колела, сензор). Определя се областта от решения (за проектно- инженерен избор на възли), където електродвигателя работи с енергийна ефективност, близка до максималната, при зададени параметри за движението на робота.

Предмет на обсъждане са набора от най-важни параметри, влияещи върху динамиката на движението, енергийната консумация и възможността за управляемост на такъв робот, както и анализ на връзки и взаимодействия между тези параметри.

Главната цел на това изследване е създаването на опростен модел за динамиката на мехатронен indoor робот, за зависимостта между механични параметри (вътрешни и външни за системата на робота), енергия потребявана от електрическото храняването и параметри по управление на обратна връзка, при избрани готови възли (електрически мотор, редуктор, колела, сензор). Във връзка с това ние поставяме следните въпроси, свързани с процеса на инженерно

проектиране и контролна проверка на изчисленията:

- Колко е минималната необходима мощност за електродвигател (снабден с редуктор), за да "стартира" робота;
- Как използването на много по- голям двигател подобрява динамиката на робота при смяна на скоростта (или при спиране и тръгване), но за сметка на много по- ниско К.П.Д. на мехатронните възли, тоест колко ще се скъси "пробега" при определен собствен мобилен енергиен "пакет-батерия";
- Как използването на много по- голям двигател подобрява динамиката на робота при смяна на скоростта (или при спиране и тръгване), но за сметка на много по- ниско К.П.Д. на мехатронните възли, тоест колко ще се скъси "пробега" при определен собствен мобилен енергиен "пакет-батерия";
- Коя е точката на максимално К.П.Д. на мехатронния възел „двигател с редуктор и колела“; Както и "областта около тази точка", в която механичната динамика е все още добра, при приемлива степен на спад на енергийната ефективност на системата.

Чрез обзор и систематизиране на публикациите, разглеждащи мехатронния

енергиен баланс на електродвигателната система на колесни мобилни платформи, се определя групата на най-важните входни параметри при инженерно проектиране на робот, използваващ максимален брой готови възли.

Новото в това изследване е определянето на един по-обобщен и по-пълен набор от минимално необходими входни ограничения и инженерно-числени изисквания, за да се направи максимално компактна и облекчена методология, лесно реализируема като числен алгоритъм или модел за симулация, осигуряващи достатъчна инженерна точност за проектиране на такъв клас от роботи.

Чрез този метод, при зададен набор от входни изчислителни параметри, може да се избере от наличните на пазара (като конфигурируеми изделия) комбинация от задвижващи колела, редуктор, мотор за прав ток, скоростен сензор, която да работи при близко до максимално К.П.Д. и да удовлетворява условия за добра механична динамика при малка консумация от преносимата батерия на робота.

2. МЕТОДИ И ФИЗИЧНИ ЗАВИСИМОСТИ

Формулите, цитирани по-надолу са взети от литературни източници [1, 2, 3].

Общото тегло на робота G се изчислява по формулата:

$$G = G_O + G_U = (1 + k_U) G_U \quad (1)$$

където: $G_O = k_U G_U$ е собственото тегло на системата (празна платформа, плюс батериите); G_U е товарноспособността (полезния товар); $k_U = G_O / G_U$ е коефициент на товарноспособност.

При движение на мобилната система се пораждат хистерезисни загуби в колелата (съпротивление при търкаляне), обобщени чрез силата на съпротивление от придвижване, като съпротивлението от придвижване по наклон се дава с равенството:

$$F_f = f G \cos(\alpha_{max}) \quad (2)$$

където: α_{max} е максималния ъгъл на наклона.

Коефициентът f (friction) на съпротивление от придвижване, се задава емпирично.

При движение нагоре по наклона, проекцията на силата на теглото върху равнината на движение е съпротивителна сила от наклона (elevation):

$$F_E = G \sin(\alpha_{max}) \quad (3)$$

Прието е двете сили F_f и F_E да се дават с обща сила наричана съпротивление на пътя:

$$F_{\psi} = [f \cos(\alpha_{max}) + \sin(\alpha_{max})] G \quad (4)$$

При движението имаме налице и турбулентно съпротивление от въздуха (turbulent losses) и (с цел опростяване) се приема то да се разглежда като концентрирана сила, представяща съпротивление на челната площ A_F на платформата, подложена на „вятър“ със скоростта V_{max} на движението.

Съпротивлението на въздуха (във kN) се дава по емпиричен закон:

$$F_T = k_T A_F \frac{V_{max}^2}{13} \quad (5)$$

където: $A_F = BH$ е челната площ на робота, с напречна база B и габаритна височина H ; k_T е коефициент на турбулентно съпротивление на въздуха, като стойността му се дава емпирично [1, 3].

При движение с ускорение имаме сила на съпротивление от ускорението (на платформата) плюс допълнителни инерционни съпротивления, поради наличието на постъпателно движещи и въртящи се маси (например редуктор) и тогава общото инерционно съпротивление се определя с формулата:

$$F_I = \delta_i \frac{G}{g} \frac{V_{max}}{t_A} \quad (6)$$

където: g е земното ускорение; t_A е време за ускорение на робота от покой до максимална скорост V_{max} ; δ_i е коефициента на влияние на въртящите се маси, емпирично даден така:

$$\delta_i = 1,04 + 0,0025 i_G^2 \quad (7)$$

където: i_G е предавателното число на редуктора на трансмисията (gearing).

При наличие на пасивни колела (например кастрово колело), имаме налице и допълнително теглително съпротивление, което при най-общ случай на движение (праволинейно неравномерно движение „нагоре“ по наклон с ускорение), се дава чрез формулата:

$$F_P = f_P G_P \cos(\alpha_{max}) + G_P \sin(\alpha_{max}) + F_{IP} \quad (8)$$

където f_P е коефициентът от придвижване на пасивните колела (обикновено е като коефициента f за двигателните колела); G_P е силата от теглото върху пасивните колела (част от теглото, според броя на пасивни колела спрямо общия брой

на всички колела); F_{IP} е инерционната сила от пасивните колела (от постъпателно движещите се и въртящите се маси), аналогично на формулата за инерционното съпротивление, тя се дава като:

$$F_{IP} = \delta_{IP} \frac{G_P V_{max}}{g t_A} \quad (9)$$

където: δ_{IP} е коефициентът на влиянието на пасивните колела, който съгласно дадените по-горе съображения за инерционното съпротивление се приема $\delta_{IP} = 1,0425$ (при пасивните колела нямаме предавки, тоест $i_{GP} = 1$)

Всички тези съпротивителни сили, при движение нагоре по наклон с ускорение, трябва да се преодолеят от движещата сила (motor force):

$$F_M = F_\psi + F_T + F_I + F_P \quad (10)$$

Проверка за „приплъзване“ (дали превозното средство може да предаде необходимия въртящ момент от задвижващите колела към земята): Определя се от максималният въртящ момент преди приплъзване (slip), който колелото може да предаде (вследствие на сцеплението с пътя):

$$T_{MS} = \phi G \cos(\alpha_S) r_W \quad (11)$$

където: α_S е зададен ъгъл на наклона, при който се прави изследването за наличие на приплъзване; r_W е радиуса на двигателните колела; ϕ е коефициента на сцепление, емпирично определен от адхезията между колела и път.

Ако въртящият момент на двигателя е по-голям от изчисления максимален въртящ момент преди приплъзване, работа няма да може да се придвижи, а вместо това ще приплъзва или буксува на място и това определя условие за липса на приплъзване, което ограничава максималната движеща сила F_{MS} , подавана при наличие на наклон:

$$F_{MS} \leq \frac{T_{MS}}{r_W} \quad (12)$$

Необходимата мощност на електродвигателя за осигуряване на движението на платформата при посочените условия се определя чрез формулата:

$$P_{Vmax} = \frac{F_M V_{max}}{3,6 \eta_E \eta_G} \quad (13)$$

където η_G е механичният к.п.д. на редуктора; η_E е к.п.д. на електродвигателя и свързаната с него силова апаратура [1, 5, 6].

По изчислената стойност се подбира подходящ електродвигател с електрическа мощност:

$$P_{Vmax} < P_E \leq 1,3 P_{Vmax} \quad (14)$$

Взимането на известен резерв по мощност (до 30% , съгласно [1, 5]), се прави с цел по-добра възможност за преодоляване на наклони или бързо ускоряване.

След подбирането на електродвигателя се определя предавателното число на редуктора:

$$i_G = \frac{\omega_E r_W}{V_{max}} \quad (15)$$

където ω_E е номиналната ъглова скорост на електродвигателя.

След избиране на конкретна трансмисия се прави проверка за преодоляване на максимален наклон: При голям наклон имаме малка скорост на движение и липса на ускорение, тоест силите от въздуха, инерцията, ускорението и тегленето се анулират и движещата сила при голям наклон става (от форм.10 след преобразуване):

$$F_M \approx F_\psi \text{ при } \alpha \rightarrow \alpha_{max} \quad (16)$$

Тогава необходимият (за двигателя) въртящ момент при наклон, се получава, като се преведе общата съпротивителна сила от пътя F_ψ към вала на електродвигателя (като въртящ момент):

$$T_{\alpha_{max}} = \frac{r_W}{\eta_G i_G} F_\psi \quad (17)$$

Двигателят трябва да има въртящ момент, по-голям от тази стойност, за да се преодолява път имащ максималния наклон:

$$T_{max} \geq T_{\alpha_{max}} \quad (18)$$

Ако това условие не е изпълнено, се използва друг електродвигател или се прави увеличаване на предавателното число i_G , което е за сметка на ограничаване на максималната скорост.

Необходимия капацитет на акумулаторната батерия се избира от условието да се осигури желан пробег и се определя така (в Ah):

$$C_{Bmin} = \frac{L P_E}{V_{max} U_B \eta_E} + C_{AS} \quad (19)$$

където: L е желанят пробег, осигуряван чрез едно зареждане на батерията (в km); U_B е номиналното ѝ напрежение; C_{AS} е капацитетът от батерията, употребяван през време на пробег за захранване на спомагателни мехатронни системи.

Избира се акумулатор с по-голям капацитет:

$$C_B \geq C_{Bmin} \quad (20)$$

Изчислява се реалния пробег (като следствие от форм.19, но търсената величина е пробега):

$$L_A = \frac{(C_B - C_{AS}) V_{max} U_B \eta_E}{P_E} \quad (21)$$

3. ЕКСПЕРИМЕНТИ И РЕЗУЛТАТИ

Задачата е да изследва необходимата мощност за достигане на зададена скорост при зададен наклон. В общия случай задачата е необходимо да се намери ускорението с което мехатронната двигателна система ще задвижи работата.

За да може робот да преодолява зададения наклон със зададена скорост, трябва да се изберат подходящи параметри. Типичните диапазони за дизайни на роботи са дадени по-долу. Съответно трябва да се избере подходящо време за ускорение, така че необходимият общ въртящ момент да е по-малък от момента на приплъзване.

Експерименталните симулации се извършват по следния алгоритъм:

1) Намираме следните механични величини, използвайки съответните формули: общото тегло (форм.1); съпротивлението от придвижване (форм.2); съпротивлението от наклона (форм.3); съпротивлението на пътя (форм.4); движещата сила при голям наклон (форм.16);

2) В началото, за предавателното число на редуктора избираме стойност $i_G = 1$;

3) Изчисляваме механичните величини, които зависят от максималната скорост на платформата и от предавателното число на редуктора, посредством съответните формули: съпротивлението на въздуха (форм.5); коефициента на влияние на въртящите се маси (форм.7); общото инерционно съпротивление (форм.6); инерционната сила от пасивните колела (форм.9); теглителното съпротивление (форм.8); движещата сила (форм.10);

4) Изчисляваме необходимата мощност на електродвигателя (форм.13) и подбираме двигател с подходяща мощност (форм.14);

5) Определяме предавателното число на трансмисията (форм.15) и избираме трансмисия с подходяща редуция: (близка, но по-голяма от изчислената величина); Предавателното число обикновено се явява дроб с целочислени

знаменател и числител , а именно броя на зъбите в колелата на редуктора [1, 7, 8];

6) Изчисляваме необходимият (за двигателя) въртящ момент при наклон (форм.17), след което проверяваме дали избраният двигател има достатъчен въртящ момент (форм.18); Ако това условие не е изпълнено, правим смяна на предавателното число (към по- голяма стойност) и повтаряме точка (6); иначе отиваме на точка (8);

7) Ако неравенството от (форм.18) не бъде удовлетворено след смяната на предавателното число, ще изберем двигател с по- голяма мощност и ще се върнем на точка (5); Предпочитаме първо да сменим редуктора, понеже по-мощен двигател означава по- мощни батерии, по- скъпа електроника и така нататък.

8) След като неравенството от (форм.18) е удовлетворено , се връщаме към точка (3), понеже параметрите зависещи от i_G и V_{max} са вече променени; Тоест повтаряме отново изчисленията и всички проверки, при конкретен двигател и редуктор, като може наново да се наложи те да бъдат преизбирани; Това е итеративен процес, повтарян до удовлетворяване на горните условия;

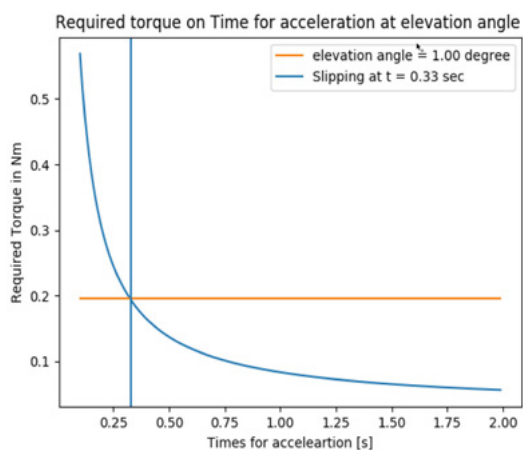
9) Чрез вариране на ъгъла на наклона (от 0 до максималния ъгъл по заданието) се изгражда графика на зависимостта между ъгъла на наклона на пътя и стойностите на двете величини: максималният въртящ момент преди приплъзване (форм.11) и максималната движеща сила, подавана при наличие на наклон (форм.12); Тази графика е за целите на бъдещ избор на алгоритми за управление.

10) Изчисляваме необходимия капацитет на акумулаторната батерия (форм.19) и правим избор на подходящ акумулатор (форм.20); Изчисляваме реалния пробег с едно зареждане (форм.21).

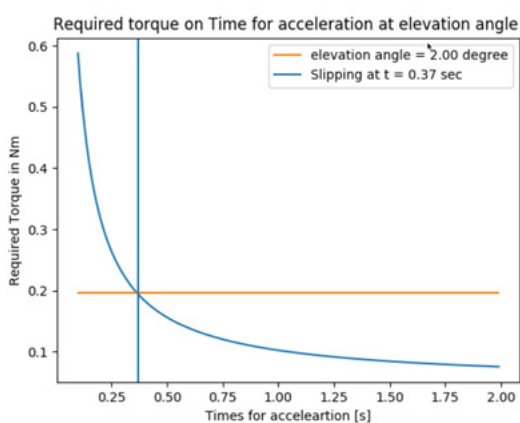
За да може роботът да преодолява зададения наклон със зададена скорост, трябва да се изберат подходящи параметри. Типичните диапазони за дизайни на роботи са дадени по-долу.

Последната стъпка е да се провери дали превозното средство може да предаде необходимия въртящ момент от задвижващото колело (колела) към земята [2, 3]. При това, максималният въртящ момент (МГТ), който колелото може да предаде, е равен на нормалното натоварване, умножено по коефициента на триене

между колелото и земята, умножено по радиуса на задвижващото колело.



фиг.1 Въртящ момент за ускорение без приплъзване при наклон от 1 градус.



фиг.2 Въртящ момент за ускорение без приплъзване при наклон от 3 градуса.

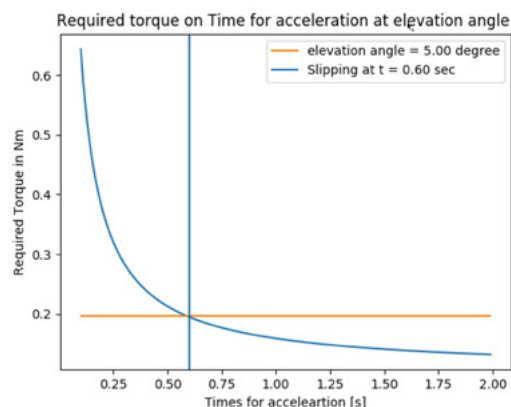
Ако максималният въртящ момент е по-голям от силата на сцепление, робота няма да може да се придвижи, а вместо това ще приплъзва или буксува на място.

Максималният въртящ момент представлява момент, който може да се приложи, преди да се получи приплъзване за всяко задвижващо колело.

Общият въртящ момент на колелото, трябва да бъде по-малък от сумата на максималните въртящи моменти на задвижване за всички

задвижващи колела или ще се получи приплъзване.

Съответно трябва да се избере подходящо време за ускорение, така че необходимият общ въртящ момент да е по-малък от момента на приплъзване.



фиг.3 Въртящ момент за ускорение без приплъзване при наклон от 5 градуса.

Основните параметри на анализиранията мобилна платформа бяха избрани като типични за подобни системи [3, 7]: брутно тегло на превозното средство $G_{gw} = 10 \text{ kg}$; тегло върху всяко задвижващо колело $G_w = 1 \text{ kg}$; радиус на колелото / гумата $R_{wheel} = 0.20 \text{ m}$; желана максимална скорост $V_{max} = 5 \text{ m/sec}$; време за ускорение (от покой до максимална скорост) $t_a = 0.3 - 2 \text{ sec}$; Максимален ъгъл на наклона $\alpha_s = 1^0 - 5^0$. Най-лошата работна повърхност: бетон (добър). Брой задвижващи колела: 2.

За зададеният набор от входни параметри параметри се получават следните зависимости, дадени на фиг.1 (при наклон от 1 градус), фиг.2 (при наклон от 3 градуса) и фиг.3 (при наклон от 5 градуса).

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И НАСОКИ ЗА БЪДЕЩА РАБОТА

Вариането на V_{max} , t_A и α_{max} , ще ни даде промени във величините, изчислени чрез формули: (форм.2) до (форм.10) и (форм.13), тоест

представа каква е електрическата мощност на двигателя; (форм.15) и (форм.17), след лека модификация ни дават връзки от които да определим ъгловата скорост на електродвигателя и неговия въртящ момент.

Поради ограничения в обема и изчислителната сложност, в статията основно се анализират електро-механичните характеристики на системата, като К.П.Д. на двигателя беше разглеждано като постоянна величина, тоест така както е направено и в [1, 2, 3].

Като бъдещо подобрение е възможно, посредством формулите за зависимостите на характеристиките на един електромотор, дадени в [5, 6], да намерим по-точно динамиката на стойността на К.П.Д., с който той работи, а оттам и реалната консумация на електроенергия, след което можем да изчислим реалният пробег с едно зареждане (форм.21) при конкретната вариация; Или да подберем така параметрите на системата, че електродвигателя да работи с максимално К.П.Д., или да осигурива задоволително голямо ускорение [7, 8, 9].

Литература

- 1.Евтимов И., Иванов Р., Електромобили. Русе, Изд. център при Русенски Университет, 2016. 168-175.
- 2.Klančar G. and Blažič S., Optimal constant acceleration motion primitives. IEEE Transactions on Vehicular Technology 68.9 (2019): 8502-8511.
- 3.Klančar G, et al. Wheeled mobile robotics: from fundamentals towards autonomous systems. Butterworth-Heinemann, 2017.
- 4.Lang X., A Trajectory Tracking Controller Design for a Nonholonomic Mobile Robot. (2013): 1-10.
- 5.MicroMo Electronics Inc., Motor Calculations. MicroMo Electronics Inc., Evergreen Ave Clearwater, Florida, US, 2007.
- 6.Moog, Inc, MCG Distance-based training - Application note #4: KM - Motor Constant - "The Great Equalizer", MCG Murphy, 2008.
- 7.Siciliano B., Khatib O. (ed.). Springer handbook of robotics. – Springer, 2016.
- 8.Tianyu G., Dolan J. M., Lee J.W., On-road trajectory planning for general autonomous driving with enhanced tunability. Intelligent Autonomous Systems 13. Springer, Cham, 2016. 247-261.
- 9.Zhang Y., et al. Hybrid trajectory planning for autonomous driving in highly constrained environments. IEEE Access 6 (2018): 32800-32819.

MODELING AND SIMULATION OF THE ENERGY BALANCE FOR A MECHATRONICS SYSTEM WITH DIRECT-CURRENT MOTOR

Nickolay POPOV¹, Stojan LILOV², Vanya MARKOVA³, Ventseslav SHOPOV⁴

¹Institute of Robotics at Bulgarian Academy of Sciences – Sofia, Bulgaria
e-mail: njpopov62@gmail.com

^{2,3,4}Institute of Robotics at Bulgarian Academy of Sciences – Sofia, Bulgaria
e-mail: lsv@abv.bg, markovavanya@abv.bg, vkshopov@yahoo.com

Abstract: The thematic is in the mechatronics branch, with application in the mobile robotics. The article examines the mechanical energy at motion and its corresponding electrical consumption, which define the energy effectiveness for the mechatronics system of a wheeled mobile robot. There have been analyzed the physics dependencies, which determine the demands, imposed on the construction "electrical motor, gearing, speed sensor and drive wheels". The goal criterion is the achieved "mileage" with a single battery charge, which is determined by the dependency "electrical consumption versus torque" at any actual motor type. The robot dynamics parameters (weight, friction at movement, terrain slope, maximal speed and acceleration) appear as input data. Combinations between model parameters of the mechatronics system have been made, in order to be determined the optimal energy indicators. This research uses a relatively small set of empirical physics coefficients.

Keywords: Model of mechatronics system, Wheeled mobile robot, Direct-current motor, Simulation and modeling, Torque of electrical motor.

THE CONTROL AND POWER SUBSYSTEMS OF A SOLAR POWERED SMART IRRIGATION SYSTEM

Semih Can CELIK

Machine Faculty, Mechatronic Systems, Technical University Sofia, Bulgaria
e-mail: semihcan_celik@windowslive.com

Abstract: Solar powered with smart irrigation system using by Arduino, soil moisture sensor solar panel and relay module. This project is about a humidity sensor automatic plant watering system using Arduino UNO powered by solar panel. It reads the humidity sensor and switches on the motor when the moisture is below the set limit. When the moisture level rise above the set point, the system switches off the led indicator. The status of the tank motor and the moisture level will be displayed on a 16×2 LCD display. Monitoring of the moisture content of the soil will be done using a soil moisture sensor and the water level of the tank will be detected using a float switch which automatically switches off the motor when the reservoir is filled. The motor is switched ON when the soil moisture falls below a certain set value and if there is less water in the tank. The status of the soil moisture and the tank water level will be displayed using a 16×2 LCD.

Key words: solar, smart, irrigation, arduino, natural energy, productivity

1. INTRODUCTION

Agriculture is of great importance in the world. It uses 85% of available fresh water resources worldwide and this percentage continues to be dominant in water consumption because of population growth and increased food demand. Due to this, efficient water management is the major concern in cropping system in arid and semi-arid areas. An automated irrigation system is needed to optimize the water use for agricultural crops. The need of automated irrigation system is to overcome over irrigation and under irrigation. Over irrigation occurs because of poor distribution or management or waste of water, chemical which leads to increased soil salinity with consequent buildup of toxic salts on the soil surface in areas with high evaporation. To overcome these problems and to reduce the human effort in continuous monitoring, solar powered smart irrigation system has been used. This project is the application of knowledge of microcontroller, sensors, use of logic in programming.

The final product is thus easy to use, portable, requires less human effort, has the option of switching to solar power where there is scarcity of electricity.

2. DESCRIPTION

Irrigation is the artificial application of water to the ground or soil. It is used to help cultivate agricultural crops, landscaping and drying of harsh soils in dry

environments and during periods of inadequate rainfall. However, the overall irrigation scenario is characterized by poor performance, increased demand for increased agricultural productivity, reduced water availability for agriculture, increased soil salinity and the possible effects of global warming and climate change. Later, because the dried crops. Water shortages can be harmful to plants before visible depletion occurs. The slow growth rate, the weight of fruits is the shortage of lighter light water. This problem can be solved if we use a fully-flush Arduino automatic irrigation system where irrigation takes place only when there is a strong need for water. The project uses a humidity sensor to keep a moisture trace and a humidity sensor to record humidity. The system automatically checks a water pump that can be activated via in response to real-time alert. it automatically turns off after reaching the appropriate humidity level. The farmer or caregiver can also disconnect the water pump a project manual operation interface. This system derives the power of solar energy through photovoltaic cells. Therefore, there is no need for uneven trading power dependency.



Fig.1 Electricity Sources

3. FUNCTIONALITY

A solar water pumping system consists of two basic components. The first is photovoltaic panels that provide power, that is, converting solar energy into electricity. The smallest components of these panels

are solar cells. Each solar cell consists of a combination of two or more specially prepared semiconductor materials. These cells exposed to light can generate direct current (DC). These direct current cables are collected in a panel. Then the generated power is stored in batteries for use in pumps.

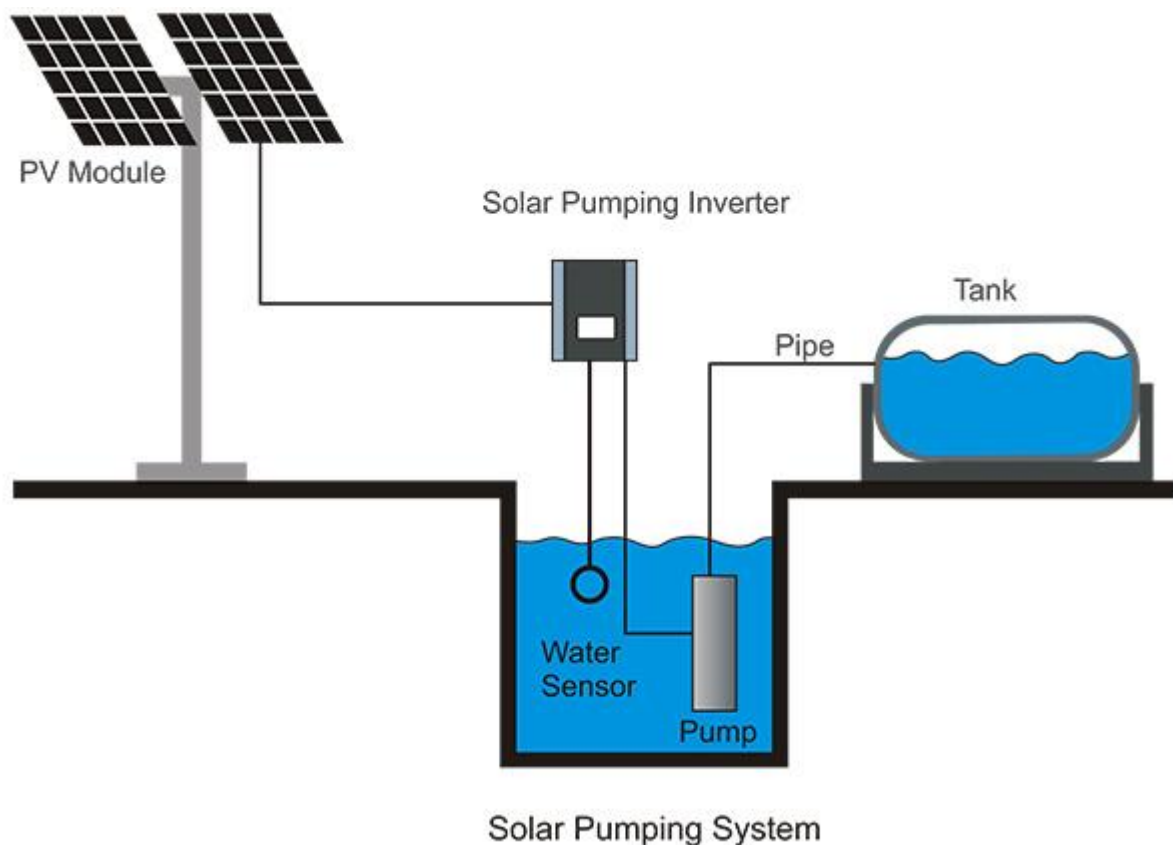


Fig.2 Schematic view of the solar water pumping system

Another important component of these systems is pumps. These pumps are specially designed for the most efficient use of solar energy. Conventional pumps

use alternating current (AC) supplied from generators. Solar pumps, on the other hand, use direct current (DC) from PV panels or batteries.

4. THE IMPLEMENTATION OF SOLAR POWERED SMART IRRIGATION SYSTEMS WITH ARDUINO

4.1 Arduino UNO

Arduino is an open source, computer hardware and software company, project, and user community that designs and manufactures single-board microcontrollers and microcontroller kits for building digital devices and interactive objects that can sense and control objects in the physical world. The project's

products are distributed as open-source hardware and software, which are licensed under the GNU Lesser General Public License (LGPL) or the GNU General

Arduino boards are available commercially in preassembled form, or as do-it-yourself kits.

Arduino board designs use a variety of microprocessors and controllers. The boards are equipped with sets of digital and analog input/output (I/O) pins that may be interfaced to various expansion boards (shields) and other circuits. The boards feature serial communications interfaces, including Universal Serial Bus (USB) on some models, which are also used for loading programs from personal computers. The microcontrollers are typically programmed using a dialect of features from the programming languages C and C++. In addition to using traditional compiler toolchains, the Arduino project provides an integrated development environment (IDE) based on the Processing language project.

4.2 Solar Panel

The term solar panel is used colloquially for a photo-voltaic (PV) module.

A PV module is an assembly of photo-voltaic cells mounted in a framework for installation. Photo-voltaic cells use sunlight as a source of energy and generate direct current electricity. A collection of PV modules is called a PV Panel, and a system of Panels is an Array. Arrays of a photovoltaic system supply solar electricity to electrical equipment.

The most common application of solar energy collection outside agriculture is solar water heating systems. [4]

4.3 Humidity Sensor

A humidity sensor (or hygrometer) senses, measures and reports both moisture and air temperature. The ratio of moisture in the air to the highest amount of moisture at a particular air temperature is called relative humidity. Relative humidity becomes an important factor when looking for comfort. A sample humidity sensor Humidity sensors work by detecting changes that alter electrical currents or temperature in the air.

Public License (GPL),] [1] permitting the manufacture of Arduino boards and software distribution by anyone.

The Arduino project started in 2003 as a program for students at the Interaction Design Institute Ivrea in Ivrea, Italy, [2]



Fig.3 Arduino's Logo

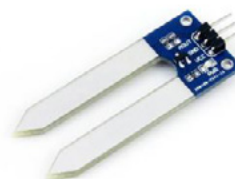


Fig.4 Humidity Sensor

4.4 LCD Display

(Liquid Crystal Display) screen is an electronic display module and has a wide range of applications. A 16x2 LCD display is very basic module and is very commonly used in various devices and circuits. A 16x2 LCD means it can display 16 characters per line and there are 2 such lines. In this LCD each character is displayed in 5x7 pixel matrix. The 16 x 2 intelligent alphanumeric dot matrix display is capable of displaying 224 different characters and symbols. This LCD has two registers, namely, Command and Data. Command register stores various commands given to the display. Data register stores data to be displayed. The process of controlling the display involves putting the data that form the image of what you want to display into the data registers, then putting instructions in the instruction register. In your arduino project

Liquid Crystal Library simplifies this for you so you don't need to know the low-level instructions. Contrast of the display can be adjusted by adjusting the potentiometer to be connected across VEE pin. [5]

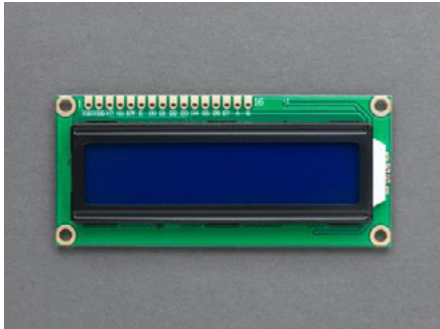


Fig.5 2x16 LCD Display

4.5 Battery

As they are inexpensive compared to newer technologies, lead–acid batteries are widely used even when surge current is not important and other designs could provide higher energy densities. In 1999

4.6 Water Pump

A pump is a device that moves fluids (liquids or gases), or sometimes slurries, by mechanical action, typically converted from electrical energy into Hydraulic energy. Pumps can be classified into three major groups according to the method they use to move the fluid: direct lift, displacement, and gravity pumps.



Fig.7 water pump

lead–acid battery sales accounted for 40–45% of the value from batteries sold worldwide (excluding China and Russia), equivalent to a manufacturing market value of about \$15 billion. [6] Large-format lead–acid designs are widely used for storage in backup power supplies in cell phone towers, high-availability settings like hospitals, and stand-alone power systems. For these roles, of the standard cell may be used to improve storage times and reduce maintenance requirements.



Fig.6 Battery

5. SYSTEM DESIGN

5.1 Arduino UNO

Overview
5V
8-bit
16 MHz
AVR

Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328P (datasheet). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz quartz crystal, a USB connection, a power jack, an ICSP header and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.. You can tinker with your UNO without worrying too much about doing something wrong, worst case scenario you can replace the chip for a few dollars and start over again.

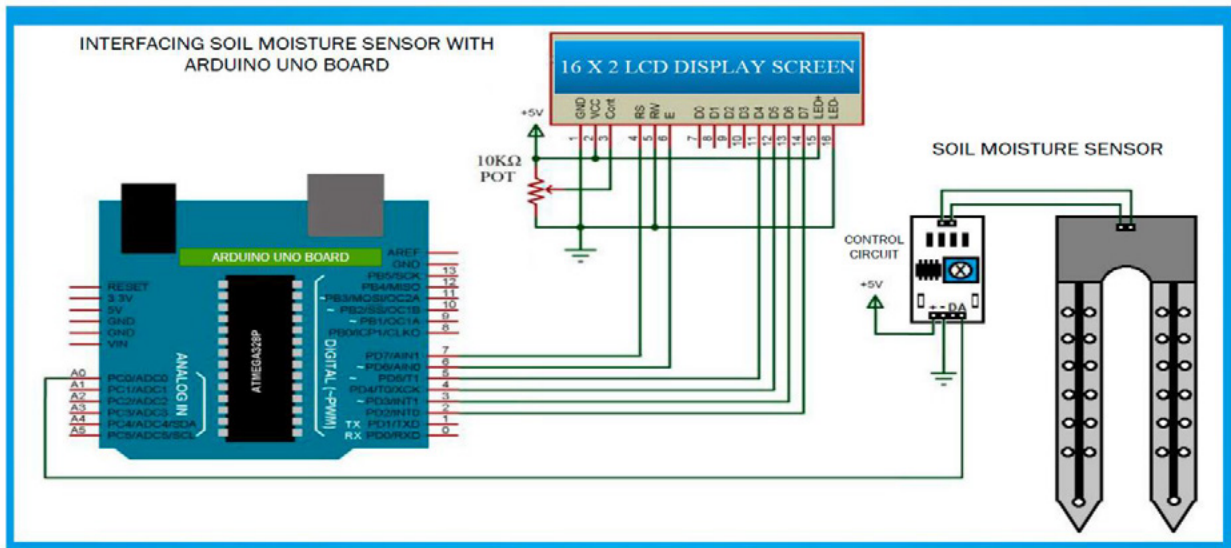


Fig.8 System design

5.2 How to connect LCD Display to arduino

Before wiring the LCD screen to your Arduino or Genuino board we suggest to solder a pin header strip to the 14 (or 16) pin count connector of the LCD screen, as you can see in the image above.

To wire your LCD screen to your board, connect the following pins:

- LCD RS pin to digital pin 12
- LCD Enable pin to digital pin 11
- LCD D4 pin to digital pin 5

- LCD D5 pin to digital pin 4
- LCD D6 pin to digital pin 3
- LCD D7 pin to digital pin 2

Additionally, wire a 10k pot to +5V and GND, with its wiper (output) to LCD screens VO pin (pin3). A 220 ohm resistor is used to power the backlight of the display, usually on pin 15 and 16 of the LCD connector.

Schematic:

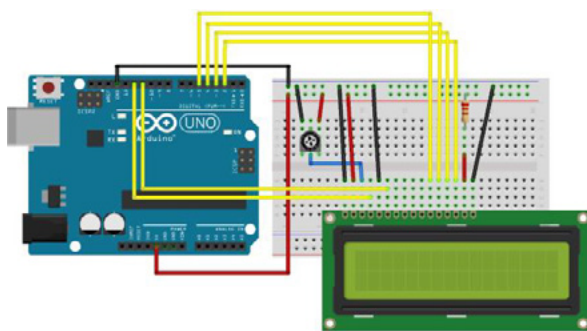
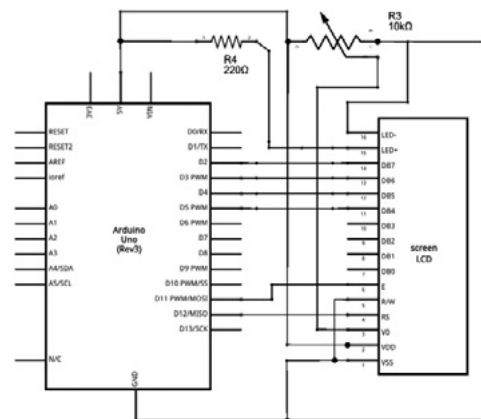


Fig.9 How to connect LCD Display to arduino



Schematic 1 : Schema connection to arduino uno to LCD display



Fig 10 : View of the system



Fig 11 : Arduino Uno connection all wiring

6. RESULTS AND DISCUSSION

As a result, the system works successfully. When the system is placed in front of the sun, the system starts automatically and the battery is charged by the solar panel. If the dryness rate increases, the battery power and the water engine will be activated and the continuous irrigation system will continue through the circulation. If it rains, the water tank is prepared to be filled with water.

7. CONCLUSIONS

The thesis explains automatic irrigation systems. The primary focus is to save energy by saving energy. Dryness rates were monitored as the main target of the thesis and then information was used for control devices. Using software such as Arduino IDE was an integral part of completing the desired monitoring and control tasks. Playing with sensors and devices was exciting, although it was completely new for some devices and programming languages. Due to problems like device issue, information issue, and newcomers to use new software, some tasks were left out because there wasn't enough time to sort the remaining tasks. The big time was used to troubleshoot the device, the coding was done only for the main monitoring, recording and control of the sensors / devices. The thesis topic contains many challenging and exciting tasks. In the future, further improvements in track monitoring and control can be made. In addition, water pump battery and solar panel control can be provided and brought to better levels. Different water pumps can be connected and timed with different hoses for irrigation of more than one field or garden. These features can be added and improved in future studies.

References:

- [1] "Arduino," [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>.
- [2] D. Kushner, «IEEE Spectrum,» 30 05 2009. [Online]. Available: <https://spectrum.ieee.org/static/aboutus>.
- [3] P. A. Onyina, 2013. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1002%2Fsd.1547>.
- [4] A. Bhatt, "Engineers Garage," 28 July 2010. [Online]. Available: <https://www.engineersgarage.com/components/lcd/>.
- [5] D. Linden and T. B. e. Reddy, "Handbook of batteries" 2002. [Online]. Available: <https://archive.org/details/handbookofbatter0000unse/page/23>.
- [6] Explaining Basic Electrochemistry", " 2018. [Online]. Available: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.8b00479>.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА КОНСТРУИРАНЕ НА ИНОВАТИВЕН МУЛТИФУНКЦИОНАЛЕН ПРОДУКТ ЗА ЕКСТЕРИОРНА СРЕДА

Теодора ПЕШЕВА

катедра „Инженерен дизайн”, Технически университет - София, България
e-mail: teodora11art@gmail.com

Резюме. В докладът се разглеждат и коментират съществуващите на пазара изделия свързани с рисуване на открито. Разликите в конструкцията на триножници и стативи, различната функционалност и структурна специфика. Материали при конструирането, както и механизми и друг вид обков. Коментира се удобството както и видовете функционалност, тежест, здравина и лесна употреба. Категоризация по признаци, както и възможности за подобряването на функционалност, естетичност, лекота и удобство.

Ключови думи: пленер, художник, рисуване, мултифункционална мебел, телескопично, функционалност, статив, триножник, утилизация.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Специфичните видове работа понякога изискват покриването на различни нужди и функции от един продукт. На пазара се наблюдава разнообразие от мултифункционални мебели, които имат своята нестандартност и приложимост, за съжаление това са предимно продукти свързани с отход повече, отколкото с улеснението на определен работен процес. Утилизацията на работния процес изисква задълбочено проучване и представяне и категоризиране на изискванията за функционалност спрямо работата с която ще бъдат свързани. Понякога установените функции на дадена мебел биха могли да бъдат променени, както например това се случва в мястото, като кухнята с развитието ѝ през вековете. Това има отношение и към дейността като творческия процес на рисуването, който сам по себе си е достатъчно разнообразен. Често творците желаят и имат нужда да черпят вдъхновение от обикалящият ги свят, от непосредствената натура. Това води до нуждата да се търси начин да се конструира продукт отговарящ на специфичните нужди на художника, на техниката, която той е избрал и на неговото удобство при работа. Това води до вероятно нова интерпретация и поглед върху функционалността на този вид продукти, които са много еднообразни като функция, но и като форма.

2. СЪЩЕСТВУВАЩИ ПРИМЕРИ ЗА МЕБЕЛИ ЗА РИСУВАНЕ

На пазара присъстват продукти, които са се утвърдили като функционалност и структура. Те търпят сравнителна вариативност, но като общ силует следват еднакви принципи. Триножниците са едно от изделията, което е широко разпространено от векове. Те са леки и лесно преносими. Тяхната функционалност в повечето случаи се заключава в разтягането им във формата на трипод, който има телескопични крака и различни възможности за фиксиране на плоскост или платно, което да се постави по вертикала. (фиг.1) Тяхната функция е да държат работната плоскост (платно) в зрителното поле на работещия (художника). Този вид обекти обаче са



Фиг.1 Стандартен триножник [4]

удобни само за определен тип работа. Ако техниката изисква хоризонтална работа, този вид статив не е функционален. Няма място за съхранение на материали и се налага да се носят и съхраняват отделно, както и ако художникът има нужда от седнало положение или сянка ще трябва да си осигурява тези ресурси и удобства допълнително. На фиг. 2 е показан триножник, който има места за съхранение на материали, той работи на същия принцип на разгъване, но има и хоризонтална повърхност. В различните вариации на изпълнение има такива с кутия с чекмеджета, палитра, място за руло хартия и други подобни функции, но цялата тази компанировка има едни минус, много е тежка, няма място за седане, както и някои други удобства, които съвременето ни налага. Поради тежестта си на някои модели им поставят крачета и дръжка и наподобяват куфар. (фиг.3) Другият вид статив е с доста по-стабилно стъпване, също има възможност за корекция на височина и размер на работното поле.(фиг.4) Те са представени във вариации от специфична поръчкова мебел с шкаф за съхранение(фиг.5), през стандартен статив, до малка сгъваема маса с крачета и прибавена хоризонтална плоскост и пространства за съхранение представена на фигура 6. Този тип обекти са трудни за пренасяна и не са подходящи за работа на открито.



Фиг.2 Мултифункционален триножник разгънат [3]



Фиг.3 Мултифункционален триножник в събрано състояние [4]



Фиг.4 Статив [3]



Фиг.5 Поръчков статив с шкаф [5]



Фиг.6 Работен статив със специфична конструкция [3]

3. ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СТРУКТУРА И МАТЕРИАЛИ ЗА ИЗРАБОТВАНЕ НА МУЛТИФУНКЦИОНАЛНА МЕБЕЛ ЗА ПЛЕНЕР

Повечето триножници се изработват от букова дървесина, трябва дървото да отговаря на характеристиките, които да помагат на специфичните изисквания. Първо дървесината трябва да бъде лека, но и здрава, за да издържа на натиск и опън. Конструкцията е от неразглобяеми сглобки, като телескопичните крака се движат посредством отхлабване и затягане на перчатата гайка(фиг.7). Телескопичните крака имат гумени краища за по-добра стабилност на всяка повърхност или на всякакви терени. Платното може да бъде разположено в хоризонтално или вертикално положение. След употреба, стативът просто се сгъва и с помощта на текстилна каишка можете да се държи заедно. Стандартните, които са без допълнителни приставки са леки приблизително 1600 гр. За по-сложните триножници се ползват и различни видове панти и механизми. Поради факта, че различните разновидности имат различен обков няма да бъдат разглеждани обстойно. Други възможности дават металите, от които в последно време се изработват нови триножници от метал, главно от алуминий. (фиг.8). Проблемът при всички разглеждани до сега материали е, че дървото независимо от здравината и обработката се влияе от атмосферни условия, алуминия днес не е често използван материал, но тепърва навлиза в

изработката на този вид продукти и има малко варианти, а и при изследване на производни сплави би могъл да се открие оптимален вариант.



Фиг.7 Перчатата гайка [2]

4.ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ОПТИМИЗАЦИЯ НА МУЛТИФУНКЦИОНАЛНОСТТА

При разгледаните по-горе стативи и триножници има наличие на няколко минуса, които няма да удовлетворят съвременния потребител, поради факта, че тези представени до сега не са променени с малки допълнения като функционалност. Всеки работещ с часове във външна среда има нужда да седне, тази функция се очаква да поеме столчето от фигура 8. То е неудобно за подобен вид работа и се носи отделно. Всеки от триножниците вид трипод, които е не достатъчно стабилен особено при вятър, предлага се работа предимно по вертикала.



Фиг.8 Алуминиев триножник [4]

Не толкова по хоризонтала, което е изискване за не малко творци предпочитали да работят на хоризонтална плоскост. Функционалността за съхранение определено е нужна да бъде запазена, но може би в по-модернизиран и иновативен вид. За всеки съвременен човек е нужно да има и удобно и лесно достъпно място за поставяне на телефон и място за чаша или бутилка за течности или напитки. Удобна би била и опция за закачка една или повече, както и нещо от изключително значение в последно време, а именно защита от слънце.

Иновативни функционалности:

- Място за сядане
- Възможност за съхранение на телефон
- Възможност за съхранение на течности или напитки

- Място за закачване на дрехи или багаж до определено тегло

Литература

1. "Конструиране на мебели" автори проф. д-р Г. Кожухаров ; проф. д-р В. Живков .
2. <http://anis-bg.com/?p=1144> Посетен на 29.10.2020г.
3. <https://www.art-materiali.bg/stativ-za-risuvane-vanshen-amazon-230>Посетен на 29.10.2020г.
4. <https://www.costway.com/foldable-wood-tripod-sketchinhttps://www.pinterest.com/pin/331718328787076344/g-easel.html> Посетен на 29.10.2020г.
5. <https://abstracta.se/product/> Посетен на 29.10.2020г.

RESEARCH OF THE POSSIBILITIES FOR CONSTRUCTION OF AN INNOVATIVE MULTIFUNCTIONAL PRODUCT FOR EXTERIOR ENVIRONMENT

Theodora PESHEVA

Engineering Design department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: teodora1art@gmail.com

Abstract: The report examines and comments on existing products related to outdoor painting on the market. The differences in the construction of tripods and tripods, the different functionality and structural specifics. Materials for construction, as well as mechanisms and other types of hardware. Convenience is commented on as well as the types of functionality, weight, strength and ease of use. Categorization by features, as well as opportunities to improve functionality, aesthetics, lightness and convenience.

Keywords: plener, artist, painting, multifunctional furniture, telescopic, functionality, tripod, tripod, utilization.

ОБЩ ПРЕГЛЕД И АНАЛИЗ НА ПРОБЛЕМИТЕ, ВЪЗНИКВАЩИ ПРИ ИЗОБРАЗЯВАНЕ НА ИНФОРМАЦИЯ ВЪВ ВИЗУАЛИЗАЦИИТЕ ОТ ДАННИ

Кремена ПЕТРОВА

Катедра „Инженерен дизайн“, Технически университет – София, България
e-mail: 91.kremena.petrova@gmail.com

Резюме: Изследването се фокусира над обзора и анализа на проблемите и грешките, допускани в процеса на изобразяване на информация при създаване на визуализации от данни, които са систематизирани в множество категории и подкатегории и представени чрез редица примери, вариращи от прости диаграми и инфографики до комплексни и обстойни визуализации, илюстриращи тенденциите в неадекватната визуална интерпретация на данните и похвати за предотвратяването ѝ.

Ключови думи: визуализация на данни, инфографика, информация, данни

1. ВЪВЕДЕНИЕ

През последните десет години визуализациите на данни се превръщат във все по-често употребяван похват за трансформация на информацията от монотонна и еднообразна в текстови вид до проникателна и стимулираща в графичен. Визуализациите дължат своята популярност на множеството си предимства пред внушителните масиви от данни, които често биват пренебрегвани поради обема и сложността си. Тези предимства включват привлекателен облик, възможност за изобразяване на огромни потоци от информация в кондензиран и компактен вид, лесно и бързо споделяне, разкриване на нови перспективи чрез разпознаването на тенденции сред представените данни, които оставят постоянна следа в съзнанието, поражат въпроси относно разискваната тема и се настаняват трайно в паметта на потребителите. Те се превръщат в предпочитан похват за изобразяване на информация и в резултат на настъпилата им популяризация се увеличават тяхното създаване, потребление и разпространение в множество области като образованието, науката и техниката, бизнеса и маркетинга, изкуството, както и традиционните и социални медии. Изграждането на значително количество разнообразни инфографики и визуализации от многобройни автори с различен опит е предпоставка за възникване на грешки, неточности и недоразумения, допускани при подобен тип

изобразяване на информация и които в различна степен намаляват нивото на ефективността и ползваемостта на самия продукт и предотвратяват или затрудняват изпълнението на целта на визуализацията – създаване на ясна, компактна и достоверна визуална презентация на данни на конкретна тема в определена област. Възникналите проблеми биха могли да бъдат разграничени в няколко групи – от текстово, цветово, графично, информационно, композиционно, перцептивно и естетично естество.

2. АНАЛИЗ НА ПРОБЛЕМИТЕ И ГРЕШКИТЕ

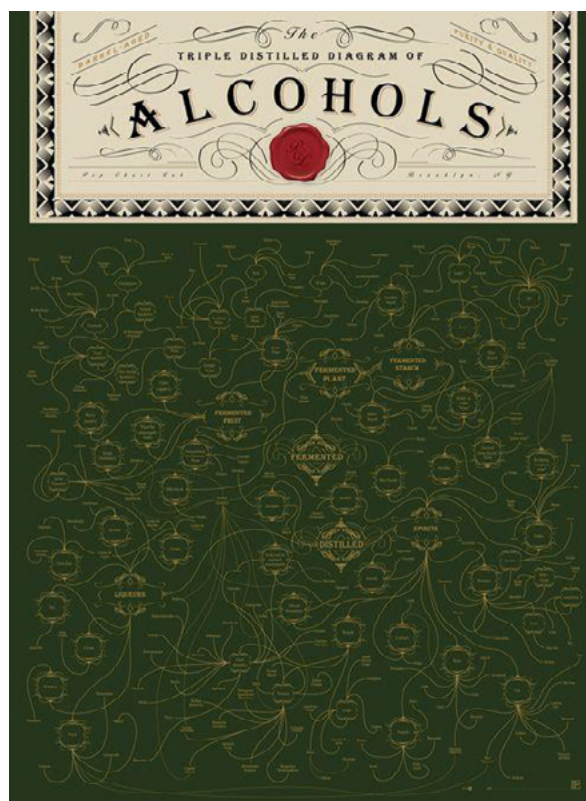
2.1 Проблеми с текста

Този тип грешки във визуализациите на данни се състоят най-често в представянето на текста чрез избора на неподходящ шрифт, позиция, посока, размер или цвят на текста. Несъобразеният шрифт води до дисхармония, нарушава естетичната цялост и предизвиква недоверие и отчуждение у потребителя, докато в резултат на неадекватното приложение на позицията, посоката, размера или цвета на текста се намалява степента на четливост и разпознаването на изобразените букви, цифри или символи. Основен недостатък на тези визуализации на данни е употребата на шрифт, който не съответства на темата и стила на инфографиката и като такъв се откроява като крайно различен, специфичен и чужд в контекста на предмета на графиката. Необичайните и

ексцентрични шрифтове често биват трудни за разчитане, което допринася за изпращане на смесени сигнали към потребителите и създаване на усещане за неубедителност към достоверността на информацията. Така например прилагането на ръкописен шрифт във визуализация с фокус в сферата на науката, икономиката или медицината би било крайно нецелесъобразно. Употребата на несъответстващ шрифт може да доведе и до намаляване на степента на четливост, затова допринасят и неподходящата позиция, посока, размер, цвят или липса на такъв (прозрачност), както и недостатъчен контраст. В стремежа си за представяне на голямо количество информация върху малка площ авторът на дадена визуализация често борави с текста чрез неудачни похвати – като го изобразява във вертикална или наклонена позиция или го манипулира, за да отговаря на проекцията на изображението (при употребата на илюстрации в изометрична проекция). Друг често срещан проблем е разполагането на текстовите етикети твърде близко един до друг, което понякога води до застъпване и затрудняване на процеса на четене и извличане на информация. Освен неподходяща позиция и ориентация, може да е използван несъобразен размер или кегел, начертание или тегло – в най-честия случай използваният шрифт е с по-малък кегел от необходимото. Представянето на текста с неподходящ цвят или употребата на прозрачност също водят до намалена четливост и проблеми при разпознаването на съдържанието.

2.2 Проблеми с цвета

Друг тип грешки произлизат от несъобразената употреба на цветове за създаването на визуализации от данни. Цветът е ефективен инструмент за кодиране на информация, който въздейства оптически, психологически и психически на човека. Поради това неговата роля в изграждането на графиките заема значителна позиция, която неопитните дизайнери подценяват. Една от грешките, които могат да бъдат допуснати, е обвързана с неподходящия подбор на цвят поради културни различия между автора и потребителите.



фиг.1 Визуализация „Тройно дестилирана диаграма на алкохолите“, Pop Chart Lab

Интерпретацията на цветовете у дадена визуализация е повлияна от редица фактори, едни от които са културните възгледи, породени от географското положение на потребителите. Така например в Западните страни червеният цвят символизира вълнение, опасност, спешност и любов, в Индия – непорочност, в Китай – щастие и късмет.[5] Цветът се използва като свойство за кодиране на информация така както се борави и с размера, ориентацията, формата, текстурата. Основните грешки, обвързани с цветовете, са прилагането само на един цвят или твърде близки цветове за изобразяването на различни елементи. На фигура 1 е представена визуализация от подобен тип, обрисуваша видовете алкохол. При нея авторът е степенувал разновидностите чрез размера на текстовите им етикети и е използвал само едно свойство за разкриване на взаимовръзката между данните. С цел подобряване на възприятието е

необходимо да се добави още едно допълнително такова – като цвета, който очевидно в случая е пренебрегнат. Кливланд и МакДжил определят други подобни качества освен цвета и текстурата като позиция, дължина, ориентация, площ и обем, благодарение на които да се въведе визуална йерархия.[1]

Освен липсата на цвотова палитра и приложението на ограничено количество – най-често само един цвят, друг неуместен похват е прилагането на голямо количество твърде близки по наситеност цвотове, които възпрепятстват краткосрочното и ефективно тълкуване на значението на изобразените данни. Употребява се най-често при визуализации като карти хороплет. В такъв случай разграничаването на обективна стойност в определен регион от картата е затруднено от неудачната употреба на цвотите. Това важи в по-голяма степен и за използването на скала с цвотите на дъгата, не само за прилагането на един цвят. Монотонната яркост има положителен ефект, докато съчетанието на оттенъци на различни цвотове оказва негативно въздействие върху сравнението на величините/степените.[2] Пример за този вид грешка е визуализацията на фигура 2, в която са употребени множество полупрозрачни сфери в пастелни цвотове, между които е изключително трудно да се диференцира и в следствие на това е възпрепятстван процеса на изследване на данните.

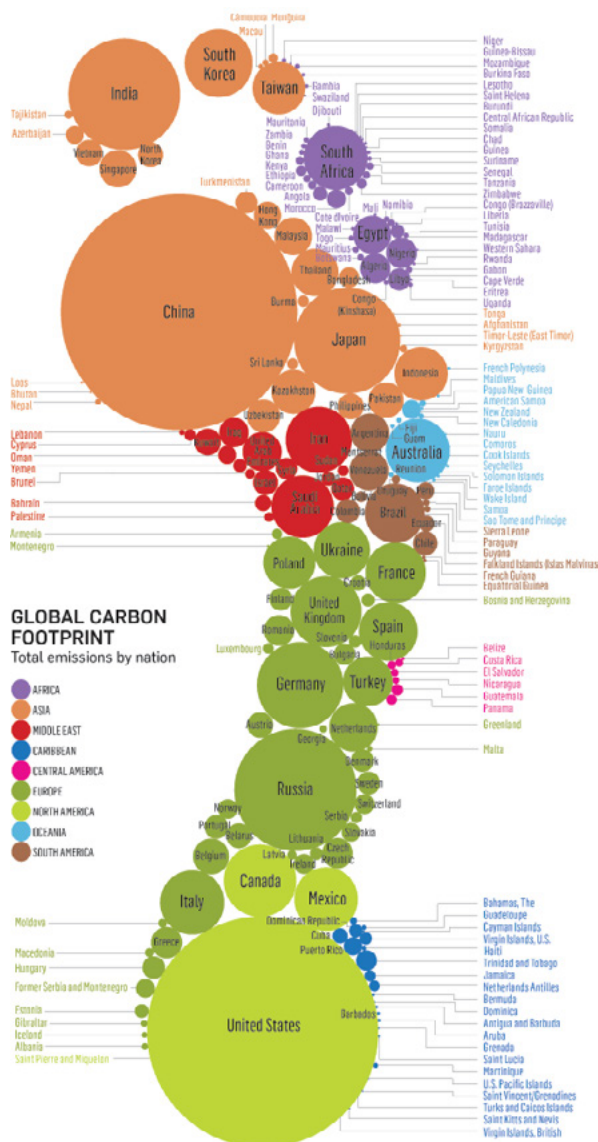


фиг.2 Визуализация „Обекти, близки до Земята“, Федерика Фрагапане

2.3 Проблеми с графиките

Проблемите, обвързани с графиките във визуализациите на данни са породени от липсата на изображения, употребата на неуместни

изображения или неподходящи метафори. При създаването на инфографики от по-неопитни дизайнери е възможно и да се употребят минимален брой изображения с цел да се опрости и ускори процеса на работа. Обикновено вместо употребата на изображения за илюстриране на обектите е използван текст, който затруднява възприятието и запаметяването на информацията. Прилагането на неуместни изображения е друга често срещана грешка. Основният им недостатък се състои във факта, че в случай че не са използвани уместно, те могат да възпрепятстват четливостта и да разсеят вниманието на потребителя, така че той да се нуждае от повече време и усилия за разкриването на концепцията на автора и значението на новопридобитата информация. Често този тип проблем се среща при автори на визуализации, които разчитат на картини, илюстрации и икони за привличане на вниманието и придаване на визуален интерес, както и в следствие на липса на опит с векторни графики. Неуместните картини обикновено представляват растерни изображения, отговарящи на темата на инфографиката, поради което се смятат за подходящи за употреба като фон, върху който е изложена информацията под формата на текст, диаграми и икони. Но в следствие на поставянето на данните върху тяхната повърхност, бива възпрепятстван процеса на четене и възприятие. Третият вид грешки, свързани с прилагането на графики, е изборът на неподходящи визуални метафори. Изображенията са основни източници на информация, заемащи важна роля в изграждането на визуализациите от данни. Затова и тяхното построяване, подбор и организация оказват изключително влияние върху асимилацията на визуализацията от нейните потребители. За целта често биват използвани визуални метафори с цел да предизвикат асоциация между известния на потребителя изобразен обект и непознатата информация. Метафорите биха могли да са буквални - изобразяването на фигура под формата на стъпка като аналог на глобалния въглероден отпечатък на фигура 3 или по-абстрактни – употребата на метро карта за изобразяването на системите в човешкото тяло.



фиг.3 Визуализация „Глобален въглероден отпечатък“, Станли Кей

Проблемът при приспособяването им за изграждането на визуализации възниква при неадекватното им потребление - най-често в инфографиките, изобразяващи по-малко ограничено количество данни. В намерението си да помогнат на потребителя чрез използването на визуални метафори, дизайнерите представят информацията буквално, като видоизменят елементите на

диаграмите или добавят векторни и растерни изображения, обвързани с темата на инфографиката. Пример за това е употребата на векторни изображения на балистични ракети вместо стълбове в стълбова диаграма, сравняваща обхвата на този вид оръжия. Тази плоска и буквална интерпретация води до неестетичен и безвкусен вид, който в някои случаи има дори комичен ефект и предизвиква у потребителя недоверие и подозрение относно истиността на представената информация.

2.4 Информационни проблеми

Информацията е основният елемент, чиято успешна модификация от текста в графична с помощта на изображения, илюстрации и диаграми биват изградени визуализациите, затова е необходимо да се обърне основно внимание на проблемите, свързани с нейната манипулация. Информационните грешки могат да бъдат разграничени на три категории – породени от липса на информация, употреба на грешна или недостоверна информация или прилагане на неподходяща диаграма за представяне на информацията. Липсата на информация у визуализациите на данни – като отсъствието на заглавие, етикети, поясняващи данните или източници на информация е често срещана. Отсъствието на заглавие е основна грешка, която често бива допускана при приложението на инфографиките в онлайн пространството - във форуми, сайтове или статии в онлайн списания, тъй като изображенията обикновено биват съпътствани от текстови пояснения. В тези случаи ролята на заглавието се подценява, тъй като на визуализацията не се гледа като на самостоятелен обект, който по всяка вероятност ще се разпространява много извън пределите на сайта, в който е поместен за първи път. Други липсващи данни биха могли да бъдат отсъствието на етикети и оси, необходими за пълноценната асимилация на представената информация. Освен липсата на важна информация е възможно и допускането на употребата на неточни или неверни данни. Най-очевидният пример са аритметичните грешки, които макар и елементарни, се срещат понякога.

Други такива са грешките в следствие на несъобразеност на обемите с мащаба, както и изобразяването на недостоверна информация поради приложението на съмнителни неофициални източници или твърде малко такива. И като последен проблем може да се отбележи погрешният избор на тип диаграма, чрез която да бъдат представени данните в най-добрият им и полезен за потребителите вид.

2.5 Проблеми с композицията

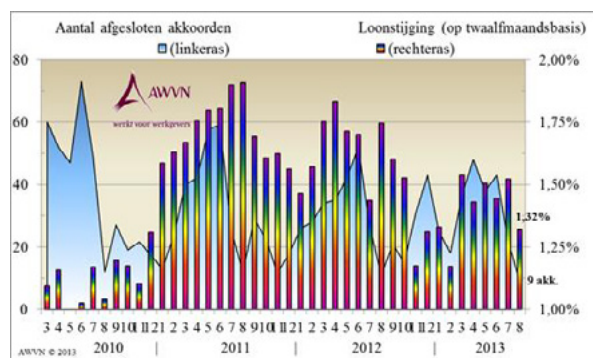
Една от най-често срещаните композиционни грешки, които се допускат, е употребата на триизмерни компютърни графики, които затрудняват сравнението между различните независими единици от данни. Постигането на удовлетворителна диференциация между елементите е възпрепятствано от неуместните позиция и изглед на триизмерните обеми. За приемливо представяне се счита изобразяването на обемите в анимационен или видео формат или триизмерна среда с осигурена възможност за контрол от потребителя, тъй като те могат да наблюдават обектите от различни ъгли и да получат добра представа за изобразените данни. За съжаление това не се постига толкова успешно във визуализацията на фигура 4. Избраната ориентация пречи на пълноценното възприятие на обемите и на ефективността на визуализацията поради застъпването на триизмерните обеми. Затова за предпочитане е употребата на друга диаграма или формат за изобразяването на информацията.



фиг.4 Визуализация „Чувстваме се по-позитивно относно телата си“, Каран Синг

2.6 Перцептивни проблеми

Перцептивните проблеми и грешки са обвързани с увеличеното когнитивно натоварване, възпрепятстването на възприятието на информация поради несъобразеност с Гещалт принципите или отсъствие на визуална йерархия. Гещалт принципите представляват правила, чието приложение предполага организация на елементите и на които се подчинява възприятието. Те са принцип на близостта, сходството, фигура – фон, непрекъснатостта, съгласуваността, затвореността, симетрията и общата съдба. Когато тези принципи не са спазени, потребителят е затруднен в процеса на възприятие. Друг често срещан проблем, е липсата на визуална йерархия, която се онагледява със следния пример, изобразен на фигура 5. Първият проблем е фактът, че авторът е пропуснал да включи заглавие, което представлява съществен пропуск в строежа на композицията на една визуализация. Второ - не е изградена йерархия нито чрез промяна в характеристиките на текста, нито чрез свойства като цвят и текстура, позиция, дължина, ориентация, площ и обем. Това се постига чрез употребата на различен кегел, начертание и наклон на използвания шрифт чрез степенуване според значимостта на информацията. Липсва хармония и класифициране на цветовете според ролята им, което води до представата за безредие у визуализацията.



фиг.5 Визуализация „Мрежа на гласуването на Сената в САЩ“, Джеймс Муди, Питър Муча

2.7 Естетични проблеми

Естетиката е клон на философията, който се занимава с естеството на красотата и вкуса [4] и който намира приложение в дизайна с цел да привлече потребителското внимание и да насърчи дълготраен интерес към продукта. Могат да бъдат определени два проблема – липсата ѝ, установена от множество фактори или поставянето ѝ като първостепенна преди функцията в името на привлекателния облик. Липсата на естетика се изразява в комбинация от проблеми - употреба на множество несъответстващи си палитри от цветове, неподходящо съчетание на шрифтове и графики, липса на визуален ритъм и баланс или всеобщо отсъствие на хармония. Нго и Бърн определят няколко критерия за постигане на естетика, които включват симетрия, последователност, съгласуваност, редовност, хомогенност, ред и сложност, а по-късно добавят и баланс, равновесие, единство, пропорция, простота, плътност и икономичност.[3] Като задължително условие е необходимо постигане на баланс между естетика и функция във всички продукти на дизайна, в които влизат и инфографиките и визуализациите от данни.

3. ОБОБЩЕНИЯ И ИЗВОДИ

Докладът разграничава видовете проблеми и грешки, които се срещат при изграждането на

инфографики и визуализации от данни и чието решение ще доведе до подобрене на ефективността, ефикасността, ползваемостта и скоростта на възприятие. Недостатъците могат да са обвързани с некоректното приложение на шрифтове, цветове, графики, композиции, както и да се отнасят до възприятието, естетиката или трансформацията на информацията. Изследването на проблемите и тяхното категоризиране е породено от необходимостта за осведомяване с цел ограничение и предотвратяване на допускането им.

Литература

1. **Cleveland W., & McGill R.** Graphical Perception: Theory, Experimentation, and Application to the Development of Graphical Methods. Journal of the American Statistical Association, 1984, p. 531-554.
2. **Dasgupta A., Poco J., Rogowitz B., Han K., Bertini E. and Silva C. T.**, The Effect of Color Scales on Climate Scientists' Objective and Subjective Performance in Spatial Data Analysis Tasks, in IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2020, vol. 26, no. 3, p. 1577-1591.
3. **Ngo D. and Byrne J. G.**, Another Look at a Model for Evaluating Interface Aesthetics, Int. J. Appl. Math. Comput. Science, 2001, vol. 11, p. 515-535.
4. www.en.wikipedia.org/wiki/Aesthetics. Посетен на 27.09.2020г.
5. www.eriksen.com/marketing/color_culture/. Посетен на 27.09.2020г.

OVERVIEW AND ANALYSIS OF THE PROBLEMS ARISING IN DISPLAYING INFORMATION IN DATA VISUALIZATIONS

Kremena PETROVA

Engineering Design Department, Technical University of Sofia, Bulgaria
e-mail: 91.kremena.petrova@gmail.com

Summary: The report focuses on the overview and analysis of the problems and errors made in the process of creating data visualizations which are systematized into many categories and subcategories and presented through a number of examples ranging from simple diagrams and infographics to complex visualizations illustrating trends in inadequate visual representation of data and methods in the prevention of these cases.

Key words: data visualization, infographic, information, data

СЕПАРИРАЙ, РЕЦИКЛИРАЙ, ПРОЕКТИРАЙ – НАИВНИЯТ ЧОВЕК

Иванка ЛУКАНОВА

катедра „Инженерен дизайн”, Технически университет - София, България

e-mail: ilukanova@tu-sofia.bg, студент в

специалност „Инженерен дизайн“; Машиностроителен факултет, Технически университет - София, България

Резюме: Настоящата разработка разглежда изкуство, създадено от рециклирани материали. Продукт е скулптура в човешки размери, която олицетворява наивността и задълбочаването в лични проблеми. Описан е процесът на работа и методът на изработване на фигурата от непотребни хартиени отпадъци. Отговорност на съвременните творци е да насочат обществения поглед към наболелите теми, от които е толкова лесно да извърнем очи. Използването на нещо старо, за да се съгради нещо ново далеч не е вчерашна идея, но днес тя е особено важна. Наивният човек, който не вижда по-далеч от носа си е сляп за тези проблеми. Той живее ден за ден, напълно се е слял с несполуките си и не се интересува от никого и от нищо, той е продукт и създател на собствените си беди. Единствената му надежда е лесната печалба, която случайно може да му се падне, а приносът му към счупената система, която бавно убива него и всичко около него съвсем не го интересува.

Ключови думи: рециклиран; изкуство; провокативен; наивен

1. ВАЖНОСТТА НА ИЗКУСТВОТО ОТ РЕЦИКЛИРАНИ МАТЕРИАЛИ

За да създава необходимите му сечива и инструменти, а по-късно и изкуство, човекът дълго време е разполагал само с материали, които природата може да му осигури. С технологичния напредък материалите, които човек е започнал да използва са се изменили – синтетично създадени за неговите нужди, такива, които не срещат в естествено състояние в природата. Днес, по време на Четвъртата индустриална революция, изобилието, което ни заобикаля, наричаме отпадък. Огромно количество от него се намира в околната ни среда и предизвикателство и на всеки дизайнер е да се занимае с него. Изкуството от рециклирани материали насочва общественото внимание към наболял проблем и създава диалог за околната среда.

1.1 Процесът рециклиране и ползите от него

Съществуват различни технологии, които преработват непотребни изделия и създават от тях нови. Като цяло рециклирането е енергийно по-евтин процес от създаването на нови изделия. Пред съвременните технологии стоят някои големи предизвикателства, като основното са замърсяванията и примесите от други вещества върху началния материал. Сред основните предимства на рециклирането са:

- Запазва природни ресурси като дървесина, вода и минерали
- Намалява количеството отпадък в наземните и водни сметища
- Спестява енергия
- Спира замърсяването като намалява нуждата от добиване на природни материали
- Създава работни места

Основен проблем на рециклирането е наличието на примеси като пръст, стъкло, метал, химикали от предишна употреба, токсини от бои на металическа основа и други материали, които са част от пластмасовия продукт. Други ограничения са свързани с инженерни проблеми, като например нееднаквото разпределение на материала по готовия продукт и различни химични и механични свойства като твърдост, якост, коравина, еднородност. За да се достигнат необходимите показатели често се добавят вещества, които да спомогнат за по-качествено крайно изделие. Съществуват ограничения върху това колко пъти може да се рециклират материалите. Изделията от рециклирани пластмаси не бива да са отговорни детайли заради намалените си свойства. В същото време има материали, като стъкло, стомана и алуминий, които могат да се рециклират многократно без съществени разлики в свойствата. [3]

1.2 Арт рециклиране

Арт рециклиране или рециклирано изкуство представлява форма на изкуство, което използва вече съществуващи, но излезли от употреба обекти в почти същата форма, в която са направени. Могат да бъдат използвани всякакви материали от играчки, през автомобилни гуми до капачки от химикалки. Целта на тази форма на изкуство е не толкова да се рециклира голямо количество отпадък, колкото да се наблегне на проблема с нарастващото вредно влияние на човека. Произведенията могат да бъдат както с колосални размери, така и съвсем малки. В основата е проектирането на нещо ново от нещо вече съществуващо, и има същественото предимство, че материалите са вече веднъж употребени, което значително намалява цената им.[1]



Фиг1: Джейн Пъркинс – Момичето с перлената облица, част от колекцията Пластмасови класики

Инсталации на рециклирано изкуство в днешно време са триизмерни композиции, обекти, картини, дори видеа, които носят послание. Общото между тях е, че използват вече употребени материали. Творците могат да събират материали чрез публични дарения, работа с бизнеси с голям отпадък, или личен архив. Тази форма на изкуство е само обръща внимание на проблемите на съвременното общество, свързани със свръхконсумацията, но и помага за намиране на

приложение на множество нежелани вече изделия. [5]

1.3 Рециклиране на хартия

Хартията е изключително често използвана в ежедневието ни под формата на опаковки, офис материали, принтерна хартия, тетрадки, салфетки и други. За да бъде рециклирана, важно е да бъде разпределена по вид, състав и степен на чистота. След това тя се накъсва на малки парченца и се смесва с вода до получаване на гъста каша. На този момент се решава какъв ще бъде крайният продукт и в зависимост от това се добавят различни вещества, които да подобрят свойствата ѝ. [2]

2.ОФОРМЯНЕ НА КОНЦЕПЦИЯ

При оформянето на концепция за създаване на Наивния човек, възникнаха няколко други идеи, свързани с въздействието на конкретни продукти над околната ни среда. Но най-голямо впечатление направи огромното количество хартия и лотарийни билети, които съм генерирала в ежедневието си. Идеята да се съчетае лотарийната наивност за лесен и бърз успех с избирателната слепота относно екологичните проблеми дойде естествено и достигна до своето пълно реализиране.

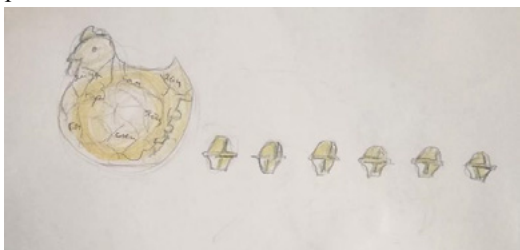
2.1 Анализ на налични материали

След анализ на произведените отпадъци достигнах до следните изводи. За 4 месеца съм генерирала следното по-значимо количество еднороден отпадък, което може да се използва за арт-проектиране:

- Най-голямото количество отпадък идва от хартия и картон под формата на изписани тетрадки, лекции от минали семестри, работен процес по задачи, реклами от хипермаркети, прочетени списания и тн. – 6 кг
- 3-литрови и по-големи бутилки от вода, необходими за домакинството – 10 бр.
- Празни бутилки от препарат за пране, шампоан и препарат за миене на чинии 5бр.
- Пластмасови и картонени кутии за яйца – 12бр.
- Стъклени буркани – 15бр

2.2 Предложения

Кокошка, която снася опаковани яйца от картона на опаковките за яйца. Целта тук е привличане на вниманието към проблемите на съвременното животновъдство и начинът, по който средностатистическото яйце достига до крайния потребител.



Фиг.2 Авторска скица

Бутилка прах за пране, от която се изсипва октопод от плат. С цел обръщане на вниманието върху количеството отровни за животните препарати, които се озовават в Световния океан с всяко пране.



Фиг.3 Авторска скица

2.3 Финална идея

След анализ на налични еднотипни материали се достигна до количеството 73 еднакви лотарийни билета. Зароди се идея да направя човек в реални размери, който да бъде обзет от същата треска – желанието да спечели бързо много пари, като с всяка спечелена малка сума да купува още и още билети. Лотарийният човек, или наивният човек има две цели. Първата е да осмее човешкият

стремеж към светкавичен успех без какъвто и да било вложен труд. Втората цел е да намери приложение на десетките непотребни вече картончета, както и на голямата част от другия ми хартиен отпадък.

3. РАБОТЕН ПРОЦЕС И КРАЕН РЕЗУЛТАТ

Цялата работа по лотарийния човек отне 2 месеца, много хартия, не всички билети и значително количество лепило с200 и хартиено тиксо. Използването на истински човек за модел беше огромно улеснение и за пореден път ме убеди в красотата на човешкото тяло. Завършената фигура отговаря на първоначалните представи и въплъщава желанието за лесен живот без никакви усилия.

3.1 Изработване на тялото

- Определяне на точната позиция на тялото с помощта на модел, а именно – фигурата е седнала на стол и прегърбена над маса, с наклонена на една страна глава и съсредоточена над търкане на пореден билет.
- Увиване тялото на модела с прозрачно готварско фолио в определената позиция с изключение на врата, главата, ръцете от китките и краката от глезените.
- Покриване на модела с хартиено тиксо за получаване на формата.
- Внимателно срязване на фолиото и тиксото по продължение на ръцете, краката и гърба, за да може моделът да излезе.
- Затваряне на прорезите и добавяне на стъпала, длани и глава, направена от балон
- Запълване на хартиената фигура с топки ненужна хартия, за да се придаде здравина и да се запази формата
- Покриване на фигурата с три слоя папиемаше до придобиване на желаната здравина и форма.



Фиг.4 Снимка работен процес, личен архив

3.2 Изработване на глава и лице

- Тъй като главата имаше за основа балон, лицето не получи правилни пропорции и не отговаряше на цялата фигура. Затова се наложи изработване на триизмерно лице от полигони, което модифицирах от свободно разпространено в Интернет такова лице.
- Накрая бе добавено лицето, изрязано от парчета билети и главата бе покрита с приблизително 30 от билетите, които слизат надолу по гърба. С едната си ръка фигурата придържа пореден билет, който трие, а с другата последните стотинки, които има.



Фиг. 5 Компютърногенериран чертеж и готова изрязана форма [4]

3.3 Краен резултат

Количеството хартия, което беше употребено за направата беше значително, но по-обезсърчаващото е, че така и не използвах цялото, а се събираше и още и още, главно под формата на седмични реклами от супермаркети. Материал, който някога е бил толкова скъп и използван за пренасяне на важна информация, днес е навсякъде и стойността му е близка до нулата. Напечатаните в милиони бройки вестничета привличат вниманието ни за няколко минути, в най-добрия случай седмица, докато промоцията не изтече, след което се присъединяват към огромните сметища, които заемат все повече и повече пространство.

Количеството еднакви лотарийни билети, което бяхме събрали и знанието, че собственооръчно съм платила и изтрила поне $\frac{1}{4}$ от тях ме накара да се замисля за това колко лесно се оставяме на празни обещания за това как парите ще решат всичките ни проблеми. Не се замисляме колко много са нещата, без които спокойно можем да живеем и които са ненужен разход на ценни ресурси. Най-малкото това може да се пусне и по интернет ако човек има толкова силно желание, а хартията да бъде оставена за нещо по ценно – като една хубава книга.

Дори в стремежа си да бъда максимално екологична и да използвам колкото се може повече ненужни материали, все пак инвестирах в значително количество тиксо и лепило. Още едно качество на съвременния човек, внимателно култивирано у нас в последно време е липсата на търпение и желание сами да направим нещо, което може много по-лесно да бъде купено от магазина.

Бъдещето вече идва и изисква нов дизайн, съобразен с него. И ако в досегашната история е започнало с изобилие от природни материали, после с изобилие от нови модерни такива, то сега в изобилие са боклукът и непотребните, използвани по веднъж предмети. За да не бъдем като Наивния човек, сам превърнал се в проблемите си и заровил глава в пясъка, трябва да се вземем в ръце и да направим каквото можем за бъдещето си.



Фиг.6 Краен резултат

Благодарности

Искам да изкажа специални благодарности на Гл. Ас. Д-р София Ангелова, която ми помогна за разработването на темата. Също така искам да благодаря на Мари Луканова, която позира за първоначалното създаване на фигурата.

Литература

1. <https://www.ecomena.org/recycling-art/>
2. <https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Recycling+technology>
3. <https://www.epa.gov/recycle/recycling-basics#Benefits>
4. <https://www.thingiverse.com/thing:32189/#files>
5. <https://www.widewalls.ch/what-is-recycled-art-meaning/>

SEPARATE, RECYCLE, PROJECT – THE NAÏVE PERSON

Ivanka LUKANOVA

Design engineering department, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: ilukanova@tu-sofia.bg

Abstract: The following work outlooks art created from recycled materials. The final product is a human-size sculpture that is embodying drowning in your problems and nativity. This work is a review of the work process and the method of creating the figure from used paper materials. It is a modern artist's responsibility to turn the public attention at the subjects we so easily avoid. Using something old to create something new is not a modern idea, but today it is more important than ever. The Naïve person, which cannot see far from his nose is blind to these problems. He lives day by day, he does not care about anything and anyone, he is the product and creator of his problems. His only hope is the easy profit that he can win and he is contributing to the world's problems without caring.

Keywords: recycle; art; provocative; naïve

СИСТЕМИ ЗА ОСИГУРЯВАНЕ БЕЗОПАСНОСТТА НА РАБОТНИЦИТЕ ПРИ РАБОТА С ПРОМИШЛЕНИ МАШИНИ

Ирена АЛЕКСАНДРОВА¹

¹магистър в специалност „Техническа безопасност на работното оборудване“, Машиностроителен факултет, Технически университет - София, България
e-mail: irealeksandrova@tu-sofia.bg

Резюме: Целта на настоящата разработка е да предостави актуална информация относно различните видове употребявани в практиката системи за безопасност на работниците при работа с промишлени машини и условията за тяхното използване като поставя акцент върху най-съвременните и иновативни системи за сигурност при все по-бързо развиващата се сфера на автоматизацията и все по-мощното използване на роботизирани системи в индустрията.

Ключови думи: безопасност при работа, промишлени машини, системи за сигурност

1. ВИДОВЕ СРЕДСТВА ЗА КОЛЕКТИВНА ЗАЩИТА И НОРМАТИВНИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ТЯХ

За осигуряване на безопасната им работа, машините и съоръженията се комплектуват или в тях се вграждат специални технически средства. Към тези средства спадат оградящи, предпазни, ограничителни и блокиращи устройства, средства за сигнализация, защита, дистанционно управление и други.

2. ФИЗИЧЕСКА БЕЗОПАСНОСТ

Производителите на нови машини (и други продукти в обхвата им), които трябва да бъдат реализирани на общия пазар в Европейското икономическо пространство (ЕИП), трябва да проектират, конструират и доставят безопасни продукти, които съответстват на Директива 2006/42/ЕС.

По-специално, те трябва да бъдат проектирани и изградени така, че да отговарят на съответните съществени изисквания за безопасност и опазване на здравето (EHSRs). Това изискване се отнася за производителите на машини, дори когато става въпрос за системи за лична употреба. То се отнася и за онези, които променят съществуващо устройство до такава степен, че то трябва да се разглежда като нова машина, както и за тези, които внасят и внедряват за пръв път съществуващи машини, които не са маркирани със знака CE на пазара на ЕИП.

Изискванията за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд са подробни и обхващат всички аспекти на здравето и безопасността на

потребителите на машини и други, които могат да бъдат засегнати от това (например, безопасността на продуктите, обработени от определени машини, при използването им от потребителите).

Те са изложени в шест раздела:

1) Основни препоръки, общи за всички продукти в обхвата. Те включват: принципи за безопасност, дизайн, улесняващ манипулациите, ергономичност, системи за контрол, защита от механични опасности, други опасности като електричество и други форми на енергия, температура, пожар и експлозия, емисии от шум, вибрации, радиация и опасни вещества, поддръжка, почистване и информация (включително търговска литература), маркировки и предупреждения.

2) Изисквания, отнасящи се до определени класове машини, включително машини за хранителни продукти, козметика и фармацевтични продукти (напр. за предотвратяване на взаимно замърсяване на преработваните материали), за преносими и ръчни машини (по-специално информация за вибрационните емисии), за обработващите дървен материал и материали със сходни характеристики.

3) Изисквания за компенсиране на опасностите, дължащи се на подвижността на работното оборудване, включително позициите за работа, седане, органи (панели) за управление, завъртане, преобръщане, защита от падащи предмети, средства за достъп, предаване на енергия между машините и теглене.

4) Изисквания за компенсиране на опасностите, свързани с повдигащи операции, включително стабилност, принадлежности за повдигане, информация и маркировка.

5) Изисквания към машините, предназначени за работа под земята.

6) Изисквания към обслужващия персонал на повдигащите машини, включително за по-големи граници на здравина и безопасност и рисковете за превозваните лица.

3. МЕХАНИЧНИ ЗАЩИТНИ ОГРАЖДЕНИЯ

Механичните защитни ограждения са предназначени за защита от опасности, предизвикани от движещи се части на работното оборудване, от летящи тела и пръски от смазочно-охлаждаща течност.

Предпазни (ограждащи) устройства (Guards) са устройства от всякакъв тип, специално предназначени да гарантират безопасността на оператора, създаващи физически бариери между човека и опасна механична част от машина. Те предпазват срещу опасности, създадени от движещите се части на предавка (като шайби, ремъци, зъбни колела, зъбни рейки и пиньони, валове и други) и могат да бъдат неподвижни или подвижни.

Предпазните устройства, предназначени да предпазват застрашени лица срещу опасностите, създадени от движещите се части, които участват в работния процес (като режещи инструменти, подвижни работни органи на преси, цилиндри, обработвани детайли и други), трябва да бъдат:

- където е възможно неподвижни ограждащи устройства;
- в противен случай подвижни предпазни устройства като сензорни устройства (например нематериални бариери, чувствителни на натиск/налягане подови настилки), или предпазни устройства с дистанционно управление (например управление с две ръце) или предпазни устройства, предназначени автоматично да възпрепятстват достъпа на оператора или част от него в опасната зона.

Предпазните устройства трябва:

- да са със здрава конструкция, трудно да се преодоляват, премахват, отстраняват или изключват,
- да не причиняват допълнителен риск;
- да се намират на подходящо разстояние от опасната зона,

- да създават възможно най-малко препятствия пред работния процес,

- да позволяват извършването на необходими операции като инсталиране, поддръжка, осигурявайки само ограничен достъп до зоната за извършване на операциите и без необходимост от отстраняване, ако е възможно,

- да бъдат включени в системата за управление, така че: движещите се части да не могат да се пускат в движение докато могат да бъдат достигнати от оператора; застрашеното лице да не може да достигне движещите се части след като са били пуснати; да могат да бъдат настройвани само посредством преднамерено действие, такова като използването на инструмент, ключ и други; липсата или отказа на един от компонентите им да предотвратява пускането или предизвиква спиране на движещите се части.

Предпазното устройство (защитната преграда) може да действа:

- самостоятелно – то е ефективно само, когато е затворено (защитната преграда трябва да бъде закрепена на предвиденото място);

- заедно с блокиращо устройство със или без заключване – в този случай се осигурява защита във всяко положение на защитната преграда.

Видове предпазни (ограждащи) устройства:

- Неподвижна защитна преграда - тя трябва да бъде здраво захваната на мястото си (т.е. затворена) или постоянно закрепена (чрез заваряване и др.), или посредством свързващи елементи (винтове, гайки и др.), като преместването или отварянето ѝ е невъзможно без използване на инструменти.

- Обхващаща защитна преграда - защитна преграда, която не позволява достъп в опасната зона от всички страни.

- Дистанционна защитна преграда - защитна преграда, която не обгражда напълно опасната зона, но възпрепятства или ограничава достъпа благодарение на размерите си и отдалечеността си от тази зона. Например ограждане по периферията или тунелна защитна преграда, която осигурява защита на охраняваната зона или на изхода на машината.

- Подвижна защитна преграда - защитна преграда, обикновено механично свързана към корпуса на машината или съседен неподвижен елемент (например шарнири или плъзгачи) и която

може да бъде отворена без използване на инструменти.

- Механизирана защитна преграда - подвижна защитна преграда, задвижвана от сила, различна от силата на тежестта или човешката сила.

- Автоматично затваряща се защитна преграда - подвижна защитна преграда, задвижвана от съставна част на машината (например подвижна маса) или от обработвания детайл, или от елемент на технологично приспособление, която позволява на обработвания детайл (и на технологичното приспособление) да премине, след което тя се връща автоматично в затворено положение (чрез силата на тежестта, посредством пружина или друга външна енергия и т.н.), щом като обработваният детайл освободи отвората, през който преминава.

- Управляваща защитна преграда - защитна преграда, свързана с блокиращо устройство (със или без заключване), така че: опасните функции на машината, обезопасени от защитната преграда, не могат да се изпълняват докато тя не е затворена; затварянето на защитната преграда предизвиква включване на опасната функция(и) на машината.

- Регулируема защитна преграда - неподвижна или подвижна защитна преграда, която се регулира/настройва като цяло или която съдържа регулируема част(и). Регулировката/настройката остава непроменена по време на дадена операция.

- Защитна преграда с блокировка - защитна преграда, свързана с блокиращо устройство: опасните функции на машината, обезопасени от защитната преграда, не могат да се изпълняват, докато защитната преграда не е затворена; ако защитната преграда се отвори, докато се изпълняват опасните функции, се дава команда за спиране; когато защитната преграда е затворена, опасните функции на машината, обезопасявани от защитната преграда, могат да се изпълняват, но затварянето ѝ не предизвиква от само себе си тяхното включване.

- Защитна преграда с блокировка и заключване - защитна преграда, свързана с блокиращо устройство и устройство за заключване, така че: опасните функции на машината, обезопасени от защитната преграда, не могат да се изпълняват, докато тя не е затворена и заключена; защитната преграда остава затворена и заключена,

докато премине рискът от нараняване от опасните функции на машината; когато защитната преграда е затворена и заключена, опасните функции на машината, обезопасени от нея, могат да се изпълняват, но затварянето и заключването ѝ не предизвиква тяхното включване.

4. ЗАЩИТНИ УСТРОЙСТВА

Когато е невъзможно да се приложат предпазни устройства, за намаляване на риска се използват чувствителни защитни устройства. Има няколко типа - често се използват оптоелектронни защитни устройства (светлинни завеси, сканиращи устройства като лазерни скенери) и чувствителни на натиск устройства (мрежи, спирачки, проводници и т. н.).

Защитните устройства, които не създават действителни физически бариери, изпълняват защитните си функции чрез генериране на сигнал, който спира опасното движение на даден машинен елемент след като е установил, че част от тялото на оператора е твърде близо до опасната зона. По този начин те гарантират, че опасното движение (примерно като на подвижните части на пресите) ще бъде спряно преди операторът да може потенциално да влезе в опасната зона.

По тази причина защитни устройства от този тип могат да се използват само в машини, при които конструкцията позволява автоматично спиране на опасно движение в рамките на кратък период от време, достатъчен за извършване на това.

Освен спирането, устройствата изпълняват функцията за блокиране на опасното движение на даден машинен елемент, в случай на отчетено присъствие на човек в защитената зона.

5. СИГНАЛИЗИРАЩИ УСТРОЙСТВА

Сигнализиращите устройства дават информация за функционирането на машината, а също така и за вредните производствени фактори и параметри. По предназначение тези устройства се делят на: оперативни; предупредителни; опознавателни.

По вид те се делят на: звукови; визуални; комбинирани; дистанционни; автопневматични; специални.

6. ФУНКЦИОНАЛНА БЕЗОПАСНОСТ НА СИСТЕМИТЕ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА МАШИНИ

Ако грешка в управляваща функция, извършена от управляваща система, може да доведе до незабавно увеличаване на риска, то тази функция се нарича “функция за безопасност”.

Като цяло, функциите за безопасност могат да бъдат предложени за намаляване на риска, свързан със следните три групи опасности:

- неправилна работа на машината;
- грешка в технологичните процеси, причинена от съществена промяна или отклонение във физическите параметри от стандартните стойности поради неочаквани събития;
- механични опасности.

Следните функции за безопасност са най-често срещани: функцията за спиране, свързана с безопасността, иницирана от предпазно устройство; функция за ръчно нулиране; функция старт-рестарт; локална контролна функция; функция за заглушаване; функция за мониторинг на параметрите на свързаните с безопасността входни стойности; време за реакция; наблюдение на параметри, свързани с безопасността, като скорост, температура или налягане; реакция на колебания, загуба и възстановяване на източниците на енергия.

7. ИЗПОЛЗВАНЕ НА ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И УСТРОЙСТВА ЗА РАБОТА С РЕЖЕЩИ И ПРОБОЖДАЩИ ПРЕДМЕТИ И ЕЛЕМЕНТИ

За закрепване се използват само сигурни захващащи устройства, разположени в безопасната зона на инструмента. Приспособленията за механично закрепване на детайлите се затягат от посока, обратна на движението на инструмента. Електромагнитните патронници, електрозатегачите и електромагнитните маси имат блокиращи устройства, които изключват машините при прекъсване на токозахранването им. При закрепване на обработваните детайли в пневматични и хидравлични приспособления са предвидени блокиращи устройства, недопускащи освобождаване на детайлите при падане на налягането в съответната магистрала.

8. ЦЯЛОСТНО БЕЗОПАСЕН ДИЗАЙН

Приемането на принципа за безопасно проектиране за основен е най-ефективната мярка за намаляване на риска, която се състои в: отстраняване или намаляване на опасностите до възможно най-голяма степен чрез правилен избор на характеристиките на машината, както и минимизиране на личното излагане на опасности чрез намаляване на броя на необходимите интервенции в опасните зони.

Тук основното правило за конструиране на машината гласи, че когато предназначението позволява това, достъпните части не трябва да имат остри ръбове, остри ъгли, груби повърхности, изпъкнали части и т.н.

Много опасности от машината могат да бъдат елиминирани чрез избор на подходящи форми и правилно поддръждане на механичните детайли. Например, наранявания, причинени от движеща се механична част, могат да бъдат отстранени чрез поставяне на тази част извън обхвата на оператора на машината.

9. БЕЗОПАСНОСТ ПРИ РАБОТА С ИНДУСТРИАЛНИ РОБОТИ

През последните десетилетия бързият напредък при технологиите в сферата на автоматизацията замени голям брой физически операции в индустрията с роботизирани системи. Промислените роботи са програмируеми многофункционални механични устройства, предназначени да манипулират материал, компоненти, инструменти или специализирани устройства чрез променливи програмирани движения за изпълнение на различни задачи. Индустриалните роботизирани системи включват не само промишлените роботи, но и всички устройства и сензори, необходими на работа за изпълнение на задачите му, както и за сегментиране или наблюдение на комуникационните интерфейси.

Повечето съвременни роботи са обучаеми и биват въвеждани в експлоатация на работната задача чрез техниката “teach and repeat” (преподаване и повторение). В този режим обучен оператор (програмист) обикновено използва преносимо управляващо устройство (обучителен модул), с чиято помощ научава работа ръчно как да изпълнява своята задача. Скоростта на работа по

време на тези сесии за програмиране е в пъти по-бавна от нормалната му работна скорост. Това е с цел осигуряване на достатъчно ниво на безопасност, необходимо за безпроблемната работа на робота и автоматизираното му използване във връзка с друго периферно оборудване.

Колаборативните роботи (наричани още коботи) са проектирани да работят в споделено работно пространство с човека и да му асистират при изпълнението на различни задачи благодарение на това, че имат едно или повече механични рамена, осигуряващи допълнителни средства за манипулация.

Анализирайки различните категории в класификацията на Световната агенция за безопасност и здраве при работа, впечатление прави факта, че те могат да бъдат подразделени в две основни групи: механични (физически) и човешки фактори. Има много начини за справяне с първите като гарантиране на правилно програмиране; предотвратяване навлизането на работника в зони с акумулирана енергия; поставяне на временни предпазни бариери, табели, стикери или предупредителни знаци; добавяне на постоянни прегради и защитни ограждения и т. н.

Необходимо е на съответното безопасно разстояние от робота постоянно да има налице служител, съблюдаващ спазването на процедурите по здраве и безопасност. Непременно по време на поддръжката на роботизираните съоръжения трябва да се спазват и прилагат стриктно процедурите LOTO (Lockout/Tagout). Те изискват прекъсване на потенциално опасния източник на енергия, свързан с машината, преди да бъдат извършвани каквито и да е ремонтни или профилактични дейности с нея. Добра практика в тази посока е също да се поддържат режими и процедури за т. нар. аварийно оперативно управление на роботите. Това дава възможност на работниците безопасно да инициират спиране на системата в случай на аварийна ситуация.

Възможните мерки за предотвратяване на наранявания в резултат на освобождаването на енергия са много. Дизайнът на съоръжението трябва да предотвратява всякакво непредвидено освобождаване на енергия. Могат да се добавят мерки за предотвратяване на изпускането на енергия от опасната зона, например чрез съответно оразмерена предпазна бариера. В допълнение,

трябва да се използват правилните процедури за блокиране и/или маркиране, за да се изолират всички опасни източници на енергия.

Интерфейсите за безопасност могат да включват режим “нормална работа” и “специална работа” (например устройства за заключване на вратите, светлинни бариери, предпазни настилки), за да може системата за управление на безопасността да разпознава автоматично присъствието на персонал в съответните зони.

9.1 Съвременни защитни средства

Защитните ограждения са популярно решение за предотвратяване на нерегламентираното влизане в работната зона на робота. Тези ограждения осигуряват превантивна преграда и срещу изпуснати от захващащия механизъм на робота части. В някои специални приложения, например при лазерно и водно рязане или електродъгово заваряване, системата трябва да бъде изцяло “капсулирана”, за да се елиминират всички потенциални рискове за човека.

Защитните релета и електромагнитните брави служат за ограничаване на достъпа до работната зона на робота по време на работния му режим посредством блокирането на входовете към нея чрез заключване. При отваряне на блокирания вход се инициира аварийно спиране на робота, което осигурява елиминирането на всякакви рискове от механичен или електрически характер в зоната.

Сензорите за присъствие са разпространени решения за осигуряване на безопасност при работа с индустриални роботи. Възможните им приложения включват контактно-чувствителни подови настилки (подложки), както и светлинни бариери. В такива системи се осъществява прекъсване на подаването на енергия към съоръжението, щом бъдат активирани защитните сензори и съответно възстановяване на подаването, когато лицето излезе от зоната им на обхват.

Механичните ограничители служат за пасивно ограничаване на работния ход на индустриалните роботи по време на цикли на обучение или настройка. При извършване на непредвидено движение от страна на програмирация (обучаващия) оператор, ограничителят поема пасивно енергията на робота, осигурявайки безопасността на служителя.

Крайните изключватели и крайни блокировки, аналогично на механичните защиты, служат за ограничаване на крайния ход на робота. За разлика от механичните, крайните изключватели прекъсват подаването на енергия към задвижващите звена – подобно на бутон за аварийен стоп.

Активиращите бутони са устройства, които работят в комбинация със съответните средства за програмиране и най-често представляват джойстик или ръкохватка с бутон. Задължително условие е да бъдат постоянно включени докато тече процесът на настройка на системата. При прекъсване на сигнала – съответно освобождаване на бутон, се прекъсва всякакво подаване на енергия към съоръжението.

Изолираните зони са софтуерно зададени зони в кода на робота, в които се предвижда да се намира операторът (програмистът) на системата. Съответно тези зони са неприкосновени по време на програмирането и не се допуска задаването на траектории на движение на робота в тях.

Блокировките за работи са механични блокиращи механизми във всеки сегмент на роботизираната система, които се задействат при прекъсване на енергията към него. При задействане на такъв механизъм индустриалният робот остава в статично положение без възможност за движение по която и да е от работните оси.

Благодарности

Бих искала да изкажа своята дълбока признателност към целия преподавателски колектив от специалността „Техническа безопасност на работно оборудване” към Машиностроителен факултет, Технически университет – София за високия професионализъм и отдаденост в предаването на своите безценни знания, умения и опит и най-вече на проф. д-р инж. М. Вичева, основателят на тази нова и така необходима на пазара на труда специалност.

Литература

1. БДС EN ISO 14121-1:2008 **Безопасност на машините. Оценяване на риска.** Част 1: Принципи (ISO 14121-1:2007).
2. **Високотехнологично машиностроене** - специално издание на сп. Инженеринг ревю •. (11.07.2017). Инженеринг ревю., стр. 56-62
3. **Директива 2006/42/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 17 май 2006 година** относно машините и за изменение на Директива 95/16/ЕО
4. **Младенов Т.** Наръчник по здравословни и безопасни условия на труд. София: ИК "Труд и право", 2003, стр. 60-72
5. **Наредба № 5 от 11 май 1999 г.** за реда, начина и периодичността на извършване на оценка на риска, издадена от министъра на труда и социалната политика и министъра на здравеопазването, обн. ДВ. бр.47 от 21 Май 1999г.
6. **Наредба за съществените изисквания и оценяване съответствието на машините,** в сила от 29.12.2009г.,приета с ПМС № 140 от 19.06.2008 г.

SYSTEMS FOR ENSURING THE SAFETY OF WORKERS WHEN WORKING WITH INDUSTRIAL MACHINES

Irena ALEKSANDROVA¹

¹Master's degree in Technical Safety of Work Equipment, Faculty of Mechanical Engineering, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: irealeksandrova@tu-sofia.bg

Abstract: The purpose of this study is to provide up-to-date information on the different types of safety systems used in practice for working with industrial machinery and the conditions for their use, emphasizing the most modern and innovative security systems in the rapidly developing field. of automation and the increasing use of robotic systems in industry.

Ключови думи: safety at work, industrial machinery, security systems

АВТОМАТИЗАЦИЯ НА ПОВЪРХНОСТНИЯ МОНТАЖ

Денис КУЗМАНОВ

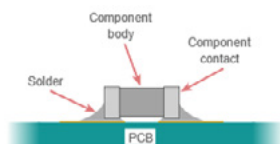
катедра „Прецизна техника и уредостроене“, Технически университет - София, България
e-mail: denis.kuzmanov97@gmail.com

Резюме: В настоящата разработка се прави базово сравнение между технологиите за конвенционален (ТН) и повърхностен монтаж (SMT). Разгледат се отделни етапи, машини и техни характеристики както и практически проблеми при отделните етапи в процеса на монтаж и спояване на елементите при повърхностен монтаж и начините за тяхното решаване от практическа гледна точка. В основния фокус попадат технологичните особености при технологията за повърхностен монтаж, защото тази технология осигурява малки размери на изделията, голяма степен на интеграция на електронните елементи и компоненти. Благодарение на технологичния прогрес се постигат големи производствени капацитети и се задоволяват непрекъснато нарастващите потребности от електронни изделия във всички области. Темата е изключително актуална, защото разглежда практически проблеми и техните решения, базирани на опита на автора както и на негови колеги в тази област.

Ключови думи: технология за повърхностен монтаж (SMT), технология за конвенционален монтаж (ТНТ), технологичен шаблон, дюза, технологичен цикъл, спояване, подреждане на елементи

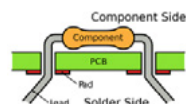
1. СРАВНЕНИЕ МЕЖДУ SMT и ТНТ ТЕХНОЛОГИИ ЗА МОНТАЖ

SMT (surface mount technology) е технология за повърхностен монтаж на електрически елементи и компоненти върху печатни платки. С навлизането на новите технологии и особено все по-големите изисквания за малогабаритност на оборудването се налага изделията да бъдат проектирани и реализирани във все по-малки размери. Примери от бита са клетъчните телефони, часовници, преносими компютри, планшети. В медицината се използват различни животоподдържащи системи и там изискванията са още по-големи. Повърхностният монтаж дава възможност на физически по-малки печатни платки да се разполагат и опроводяват повече елементи на единица площ. Това означава по-голяма наситеност и дава възможност за разполагане от двете страни на елементи в случай на двустранно реализирани платки. На фигура 1 е показано разположението на електрически елемент при повърхностен монтаж



фиг.1 Разпологане на електрически елемент върху печатна платка за SMT [3]

Друга известна технология е технологията за конвенционален монтаж позната като ТНТ (Through hole technology). При тази технология елементите имат по-големи физически размери, което я прави не толкова пригодна за изпълнение на миниатюрни изделия. От гледна точка на функционалност не се наблюдават съществени разлики. При повърхностния монтаж елементите се спояват най-често от страна спойки на платката. В някои случаи и от двете страни (страна спойки и страна елементи) в зависимост от заложеното схемотехнически решение на поставения инженерен проблем. Проектантът трябва предварително да е предвидил проходни отвори и да е оставил място за разполагане на компонентите върху печатните платки. При тази технология наситеността на разполагане на елементите е по-малка в сравнение с предходната, което е недостатък тъй като в съвременните изделия се цели все по-голяма наситеност на единица площ. На фигура 2 е показано разположението на електрически елемент при конвенционален монтаж [8].



фиг.2 Разпологане на електрически елемент върху печатна платка за ТНТ

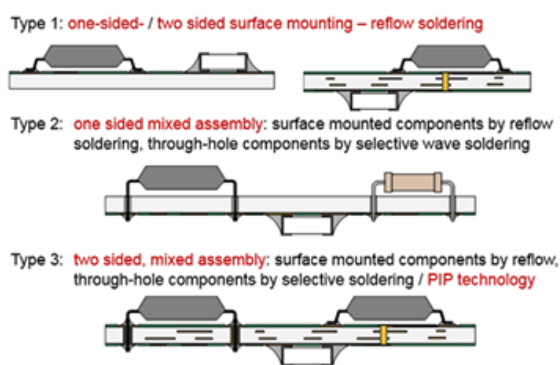
Всяка технология има своите предимства и недостатъци.

Основни предимства на SMT пред THT са:

- по-голяма възможност за разполагане на единица площ;
- възможността за монтиране на повърхността дава голямо предимство за използване на двете страни на печатната платка без необходимост от проходни отвори за разполагане на елементите и реализацията на по-сложни схемотехнически изпълнения, които имат заложен по-голяма функционалност.

Основен недостатък на SMT е по-трудната ремонтпригодност и в някои случаи невъзможност за демонтаж на компоненти без физическо повреждане на платката.

В днешно време и двете технологии намират широко приложение като се наблюдава използването им съвместно в рамките на една печатна платка - смесен монтаж. Такъв пример е показан на фигура 3. В натоящата разработка ще се обърне внимание на процесите за разполагане и спояване на повърхностния монтаж [1].



фиг.3 Смесен монтаж [5]

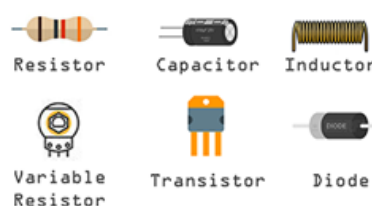
За да се реализира завършено изделие са необходими:

- 1) Елементна база;
- 2) Печатна платка с нанесени контактни пътечки и площадки;
- 3) Технологичен шаблон(Stencil) с пробити отвори на местата, в които е необходимо да се нанесе спояваща паста(Soldering Paste).
- 4) Поялник.

1.1 Елементна база – включва различни пасивни и активни елементи.

Примери за пасивни елементи са бобини, резистори и кондензатори. За активни елементи – различни видове транзистори(биполярни, полеви). Свързващи конектори, мостчета, предпазители със стопяеми вложки, релета, трансформатори, полупроводникови елементи – диоди; различни логики, заложен в готови изделия – интегрални схеми и много други.

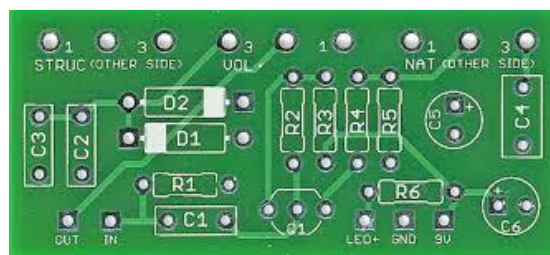
На фигура 4 са най-често срещаните елементи от елементната база.



фиг.4 Малък набор от елементна база.[2]

1.2 Печатна платка.

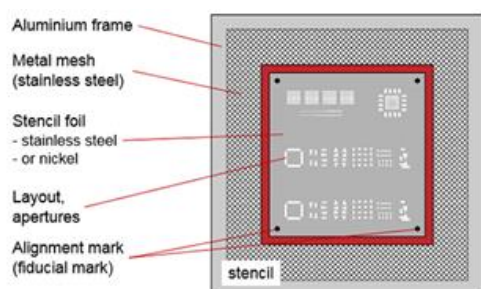
Печатната платка е изработена най-често от диелектрична основа върху която с помощта на различни технологични операции са реализирани печатни проводници(писти, пътечки) и площадки за спояване на изводите на елементите. Примерна печатна платка е показана фигура 5 [9].



фиг.5 Печатна платка

1.3.1 Технологичен шаблон.

Изработва според геометрията на печатната платка. Най-често представлява метален лист върху който технологично са изрязани отвори, в които се нанася спояваща паста. Пример за такъв е показан на фигура 6.



фиг.6 Технологичен шаблон

1.3.2. Спояваща паста.

Представява специална химична смес, която има електропроводими свойства. Съдържа флюс, който се използва за премахване на окисите от площадките за спояване. От своя страна има флюсове, които налагат по-нататъчно отстраняване от печатната платка по химичен път, тъй като са “агресивни”. Пастите могат да бъдат оловни и безоловни. В едно производство възложителя предварително възлага на изпълнителя каква паста да се използва с оглед на технологични изисквания – експлоатационни условия, екологичност, време на живот, якостни характеристики и др. Съхранява се най-често при ниски температури и в кутия като тази на фигура 7.



фиг.7 Спояваща паста

1.4. Поялник.

Поялникът е електрически уред, използван за извършване на процеса на спояване. Като най-важни параметри са работно напрежение[V] – от електрическа мрежа/акумулаторно захранване/поялна станция, батерия и др; Електрическа мощност[W], дебелина на човката, работна температура[K].

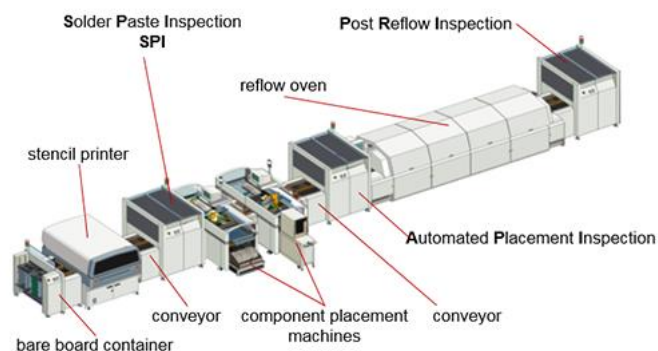
Когато производството трябва да се автоматизира се изисква наличие на хардуерно и софтуерно обезпечаване. В роботизираното производство все по-рядко се налага човешка намеса. Софтуерното обезпечаване е свързано с различни програмни платформи за управление на машини – възможност за разполагане на елементи, контролиране на процесите и прекъсване на работата на линията при необходимост, следене на наличностите на различните елементи – сигнализация при събитие и определяне на местоположението на всяка от платките в реално време.

2. Автоматизация на повърхностния монтаж

Последователност от стъпки при автоматизация на повърхностния монтаж:

- 1) Нанасяне на спояваща паста с помощта на технологичния шаблон върху печатната платка.
- 2) Нарездане на елементите и съединяващите накрайници.
- 3) Спояване на компонентите към платката.
- 4) Визуален контрол и корекция.

Технологичният цикъл в линия за автоматизация на повърхностен монтаж е илюстриран на фигура 8.



фиг.8 Линия за автоматизация на повърхностен монтаж

2.1 Нанасянето на спояваща паста с помощта на технологичния шаблон върху печатната платка

Нанасянето на спояваща паста с помощта на технологичния шаблон върху печатната платка се

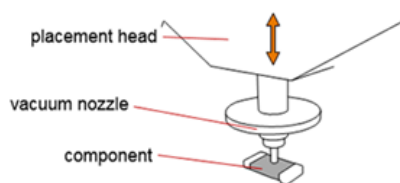
осъществява посредством принтер(Stencil printer), на входа на който постъпват печатни платки в определена конфигурация. Широчината на линията за придвижване на платките се настройва предварително така че да е много близка до геометрията на платката – при по-широка може да пропадне и да спре процеса, а при по-тъсна се затруднява предвижването и пак се забавя или изцяло прекъсва процесът на предвижване по линията. Шаблонът е предварително геометрично наместен в монтажните отвори на машината. Когато платката застане под шаблона със специален повдигащ механизъм се прилепя за шаблона и със микрокамера се наблюдава дали има съвпадение между специален символ, който е уникален и се използва за калибриране на машината и възможно най-точно установяване на площите на припокриване. Процесът на калибриране в началото се извършва от оператора като с помощта на дисплей, свързан към микрокамерата се наблюдава отличителния знак. В случай, че има отместване се налага ръчна корекция чрез фино преместване на шаблона в монтажните отвори. Възможно е и платките да не постъпват по подходящ начин – например да са с отличителния знак в противоположна посока. В такъв случай се коригира посоката на постъпване, защото в противен случай ще се компроментира целия по-нататъчен процес при нареждането. След калибрация на машината се добавя спояващата паста – от оператора ръчно като в центъра на шаблона се слага контролирано количество по продължение на шаблона. В този вариант на изпълнение преди добавяне на пастата е необходимо същата да се разбърка старателно с шпакла и да се добави флюс с цел пастата да стане по-течна. Пастата е строго задължително да се съхранява на условията, описани от производителя, а операторът е длъжен да използва предпазно облекло – ръкавици, престилка и в никакъв случай да не допуска биологични тъкани да влизат в контакт с веществата. След успешна калибрация на шаблона, платките и линията машината започва да разнася пастата с помощта на много тънки остриета чрез пързалянето им върху шаблона. Остриетата разнасят в две посоки – напред и назад. Когато тази стъпка приключи наборът от платки е с нанесено покритие от паста. Операторът се намесва, за да провери дали покритието е добро, точно и на

определените места или има машина, която автоматизира този процес(SPI от фиг. 8). В случай на незадоволителен резултат процесите се повтарят като при необходимост се добавя още паста или се донастройват коригиращи параметри. Технологичният шаблон е задължително да се почиства, за да няма остатъци от паста преди и/или след употреба, като това се извършва с помощта на мека хартия и спирт. Същото се отнася и за остриетата [6].

2.2. Нарездане на елементите и съединяващите накрайници.

Нареждането се осъществява посредством машина за автоматизирано редене на елементи(component placement machine). На тази машина се добавят специални елементи – фидери, в които се добавят ролките с елементите във вариант за SMD монтаж. На самите ролки са дадени основните характеристики на елементите и производствен номер. Добавя се също и уникален номер, който се маркира с устройство, което верифицира вида на фидера, мястото на включването му и вида на елементите. Ако има някакво несъответствие се докладва на оператора, който от своя страна може да пренебрегне предупреждението или да коригира. Фидерите са с различни размери, различен брой на ролките, които могат да обслужват едновременно и различен диаметър на лентата. Това означава, че определена серия елементи може да работи с определен набор от фидери. Така например интегралните схеми в някой случай са по-обемисти и минават през по-широк отвор. Размерите се дават в милиметри и са стандартизирани. Фидерите имат индикация за състоянието – дали са софтуерно идентифицирани, имат нужда от почистване. Във всички случаи е необходима намеса от оператора.

Друг основен компонент от машината се нарича дюза(nozzle). Целта на този компонент е чрез вакуум да засмука компонента от разопакованата лента и да го транспортира до точното му разположение на платката. Този процес е демонстриран на фигура 9.



фиг.9 Механична глава с дюзи за монтаж на SMD елементи

На тази стъпка е важно да се внимава каква дюза се инсталира – различни размери са налични и тук. Размерът на засмукващия отвор зависи от откритата площ на компонента, който трябва да се предвижи. Така например интегралните схеми са по-тежки и имат по-голяма площ от другите елементи, което налага използването на дюза с по-голям отвор с цел поддържане на необходимото ниво на вакуумно придърпване. В някои случаи в зависимост от развитието на софтуера и/или възможностите на машината е възможно дюзите да се подбират автоматично и да се инсталират на монтажната глава като те обикновено са разположени на фиксирано място, за да може машината да ги достъпва.

Грешки, които могат да възникнат от практиката са:

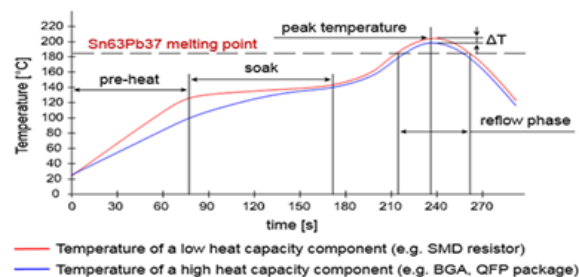
- Софтуерно да е неправилно заложена дюза спрямо елементите, който трябва да бъдат засмуквани;
- Дюзата да не може да се задържа за монтажната глава – налага се използването на нова дюза и извеждане от употреба на старата.
- Дюзата изпуска елементите по време на транспорта – в този случай може да има проблем със създаването на вакуум и да се наложи корекция на монтажната глава.
- Дюзата не се позиционира точно над елемента или в определени допустими граници – налага се калибрация от оператора посредством микрокамера, разположена непосредствено над монтажната глава.

При постъпване на платките под тях се добавят специални коректори така че при реденето да не се получи огъване на платките и оттам неправилен монтаж. Самите елементи се придържат от вече нанесената спояваща паста. При възникване на грешка се сигнализира оператора и ако не се предприемат действия процесът се преустановява

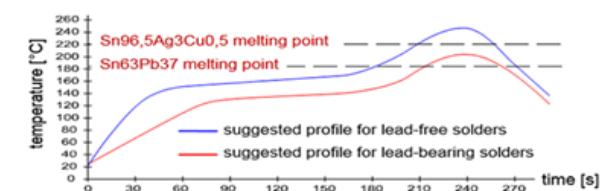
до отстраняване на предупреждението. При по-сложните линии е възможно няколко монтажни машини да бъдат разположени една след друга и да извършват строго определени операции по монтажа. Интересно е да се отбележи, че най-често машините имат две монтажни глави и паралелно работят върху платките, което значително ускорява процеса [6,7].

2.3. Спояване на компонентите към платката.

Спояването на компонентите се извършва със специални машини за автоматизирано запояване(reflow oven). На входа на машината постъпва платка, която е с наредени елементи от предходните процес. На различните етапи се обработват различни части от печатната платка – нагряване до определени температури за определено време и охлаждане при определени условия. Важно е да се познават самите структури на платките, максимално допустимите температури на нагряване на елементите без да се дефектират и температурата на която спояващата паста се разтопява и установява електропроводима връзка. Зависимости, приложими в практически процес са дадени на фигури 10 и 11 [4].



фиг.10 Зависимост на температурата и времето, за което се прилага



фиг.11 Сравнение в температурите за оловно и безоловно спояване

2.4. Визуален контрол и корекции

Визуален контрол трябва да се осъществява на всяка от стъпките, за да не се стигне до масов дефект на част от партидата или в по-тежки случаи на цялата партида. Операторът следи сигнализацията от машините и предприема необходимите действия за отстраняване на възникнало събитие по поточната линия. Допустимо е на определен брой изделия да се спира процесът и да се прави инспекция на работоспособността на представителната извадка. Най-често се следи дали елементите са подредени в центъра на очертаванията, дали количеството на спояващата паста е достатъчно, в процеса на нареждане на елементите има ли грешно попаднал елемент или изпуснат елемент от машината, настъпило ли е разместване при спояването, има ли дефектни спойки и като цяло изделието има ли търговски вид. Корекции се правят когато някой от заложените показатели не отговаря на изискванията. Колкото по-рано се въведат корекциите, толкова по-точно е изпълнението. В някои случаи не е рентабилно да се извършват корекции, защото себестойността им е по-висока от производството на ново изделие.

3. Заключение

В условията на производство се изисква висококвалифициран персонал и машини от последно поколение с подобрени параметри, за постигане на високи резултати. Изискват се огромни финансови вложения, добро проучване на пазара както и познаване на конкуренцията. Успешното производство е съвкупност от правилна стратегия и качествен подбор на материали, суровини и работна сила.

Благодарности

Към екипа на фирма „АТМ Електроникс ООД“ за споделените опит, знания и съвети по време на съвместната ни работа.

Литература

1. <http://bg.neodenpnp.com/news/what-is-smt-surface-mount-technology-24980049.html>. Посетен на 15.10.2020г.

2. <https://www.codrey.com/wp-content/uploads/2017/11/Electronic-Components.png>. Посетен на 10.10.2020г.

3. <https://www.electronics-notes.com/images/smt-surface-mount-technology-basic-concept-01.svg>. Посетен на 09.10.2020г.

4. http://www.ett.bme.hu/meca/Courses/AIT/5_1.html. Посетен на 11.10.2020г.

5. www.ett.bme.hu/meca/Courses/TEP/images/2_2/03.png. Посетен на 12.10.2020г.

6. <https://fct solder.com/surface-mount-soldering/>. Посетен на 10.10.2020г.

7. <https://www.interbrasgroup.com/waUpload/breCs2512-1-sip00115032016093441.pdf>. Посетен на 31.10.2020

8. https://lh3.googleusercontent.com/RZMcvMnXV0NznVT T3PHm4NyG0YXWVQS4VEZHbyu0yrrtoieDzZxMlfz8Z ZlQQhy2LrxH0rjr6yojy2bS57esqFzRkNglXQ4LwX2A4T7 WRrcom7r_UoA5HzBjGFP3-LVpyEuLhFIM. Посетен на 10.10.2020г.

9. <https://www.ourpcb.com/wp-content/uploads/2017/12/Simple-PCB-board-design1.png>. Посетен на 11.10.2020г.

AUTOMATION OF SURFACE MOUNTING

Denis KUZMANOV

Precision Engineering and Measurement Instruments, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: denis.kuzmanov97@gmail.com

Abstract: In the present study, a basic comparison between conventional and surface assembly is made. Individual stages, machines and their characteristics as well as practical problems at the individual stages in the assembly process, elements soldering in surface mounting and the ways to solve them from a practical point of view are considered. The main focus is on the technological features of surface mount technology, because this technology provides small product sizes and a high degree of integration of electronic elements and components. Thanks to the technological progress, large production capabilities are achieved and the constantly growing needs for electronic products in all areas are met. The topic is extremely relevant, because it analyzes practical problems and their solutions based on the experience of the author and his colleagues in this field.

Keywords: surface mount technology, through-hole technology, technological template, nozzle, technological cycle, soldering, arrangement of elements

АВТОМАТИЗИРАНА ПОТОЧНА ЛИНИЯ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА КОНТЕЙНЕРНИ ФИДАНКИ ОТ СЕМЕНА ДОБИТИ В СЕМПРОИЗВОДСТВЕНА ГРАДИНА НА ТЕРИТОРИЯТА НА РАЗСАДНИК СТАРОЗАГОРСКИ БАНИ

Ивета ИВАНОВА

Катедра „Парково и ландшафтно строителство“ във ФЕЛА, Лесотехнически университет – София, България
e-mail: iveta_ivanovaa@abv.bg

Резюме: Такива две семепроизводни градини от Сребрист смърч има устроени на територията на разсадник „Ашиklar“, гр. Берковица и разсадник „Старозагорски бани“, гр. Стара Загора. От семепроизводната градина, разположена на територията на разсадник „Старозагорски бани“ през изминалата 2019 г, бяха добити качествени семена, които бяха засяти механизирано чрез автоматичната поточна линия, разположена в разсадник „Локорско“.

Горското ни семепроизводство се поставя на съвременна основа през 2018г., с първото в България контейнерно производство на фиданки за горското стопанство, инсталирано на територията на ТП ДГС София към ЮЗДП ДП Благоевград.

Характерна особеност на този метод на работа е нуждата от използване на специализирани съоръжения и машини за производство на фиданките и тяхното последващо отглеждане.

От семепроизводната градина, разположена на територията на разсадник „Старозагорски бани“ през изминалата 2019 г, бяха добити качествени семена, които бяха засяти механизирано чрез автоматичната поточна линия, разположена в разсадник „Локорско“.

Ключови думи: семепроизводни градини, автоматизирана поточна линия, контейнерно производство, разсадник, фиданки, семена, машини

Горското ни семепроизводство се поставя на съвременна основа през 2018г., с първото в България контейнерно производство на фиданки за горското стопанство, инсталирано на територията на ТП ДГС София към ЮЗДП ДП Благоевград.

Производството на контейнерни фиданки датира от края на 50-те години на миналия век, като първоначално се установява и развива в Скандинавските страни и Япония, а постепенно се разширява и в други Европейски страни, САЩ, Канада и Австралия.

Характерна особеност на този метод на работа е нуждата от използване на специализирани съоръжения и машини за производство на фиданките и тяхното последващо отглеждане.

Автоматизирана поточна линия за производство на семенищни фиданки е доставена и изградена на територията на разсадник „Локорско“ изцяло от шведската компания ВСС, основана през 1987 г. от Ханс Бьоркемар (фиг. 1).

Поточната линия за производство на контейнерни фиданки се състои от следните части и компоненти:

- Бункерно устройство и смесител за субстрат;

- Модул за пълнене на контейнери;
- Машина за засяване на контейнери, състояща се от:
 - 1) Гнездоотварящо устройство;
 - 2) Сеещо устройство;
 - 3) Засипващо (мулчиращо) устройство;
- Модул за поливане.

1. Бункерно устройство и смесител за субстрат

Първият компонент на поточната линия е Бункерно устройство (фиг.2) и смесител за субстрат (фиг. 3).

В бункерното устройство се подава торфеният субстрат, където пресованите бали се разбиват и подават към лентов конвейер чрез верижни транспортъори. Материала се пренася към смесителя на субстрата чрез лентов конвейер, който се управлява чрез пулт за управление, разположен отстрани на конвейера. За подобряване свойствата на растителния субстрат в смесителя се добавят перлит, вермикулит и други добавки необходими за съответното производство. В рамките на 5-10 мин шнекът, разположен вътре в

смесителя хомогенизира сместа. Чрез впръскващи дюзи субстрата се навлажнява при нужда. Когато субстрата е смесен, чрез отвор в дъното отварящ се и затварящ се от пневматичен цилиндър се изпразва от смесителя и попада върху лентов конвейер, който го пренася към модула за пълнене на контейнерните касети. Задръстването на субстрата се предотвратява от активирането на въздушна възглавница. Равномерното разпределение на субстрата във всички контейнерни гнезда става чрез разпределителната система над контейнера, хомогенното запълване на контейнерите и отстраняването на всички образували се кухини става посредством вибрационна плоча.

2. Модул за пълнене на контейнери

Следващият компонент на поточната линия е Модулът за пълнене на контейнери

(фиг. 4). Тук специален избутващ механизъм осигурява подаването на касетите с постоянна скорост. Касетите се отделят една от друга чрез механизъм за захващане, преди те да влязат в хранващата секция. Избутващият механизъм се връща за взимане на нова контейнерна касета, след нейното подаване. Докато се връща обратно, предходната касета влиза в секцията за уплътняване, където субстрата става по-компактен. Излишният субстрат се връща автоматично в бункера чрез връщащата верига за субстрат. Основният контролен панел (фиг. 5), от който се задействат всички компоненти (модули) на поточната линия се намира на модула за пълнене.

3. Машина за засяване на контейнери

Тя се състои от три отделни устройства – гнездоотварящо (фиг. 6), сеещо (фиг. 7) и засипващо (мулчиращо) (фиг. 8), като те са разположени в последователен ред след пълначната машина. Общ лентов транспортър придвижва и подава контейнерите в трите устройства, а сеялката. Управлението на машините и транспортъра се извършва от автоматизирана система за управление на поточната линия – АСУ ТП.

Целта на гнездоотварящото устройство е да образува посевните гнезда, чрез работни органи, които притискат растителния субстрат и правят по един плитък отвор в центъра на всяко гнездо. Това

е така, тъй като е важно формирането на коренова система с правилна геометрична форма, което изисква централния корен да бъде разположен в средата на гнездата. Дълбочината за забиване на работните органи и съответно дълбочината на посевните отвори се контролира с магнитни датчици, които управляват хода на силовите цилиндри. Работните органи и застопоряващото устройство се повдигат последователно на изходна позиция след оформяне на посевните отвори. След завършване на операцията подготвеният контейнер се придвижва към сеещото устройство от транспортъра, който се стартира автоматично.

Модулът за прецизно сеене полага точно по едно семе във всяка контейнерна клетка, именно това налага да се работи с добре почистени семена, които са с висока кълняемост.

Сеещото устройство може да бъде с пневматично или механично действие. В случая сеещото устройство е от механичен тип и се състои от бункер за семена, вибрационна сееща плоча с направляващи пръти, вал с гнезда за семена, семепроводи във вид на гъвкави тръби и накрайници. Принципът на работа се основава на гравитацията. Семената от бункера се подават върху вибрационната плоча и оттам по направляващите пръти се отвеждат до въртящия се вал, в чиито гнезда се захваща само по едно семе. Когато се установи че контейнерът е под сеялката, то валът се завърта на 180° и пуска семената в семепроводните тръби. Видът и разположението на накрайниците се определят от вида на контейнерните гнезда. Всеки накрайник вмъква по едно семе в посевния отвор на всяко гнездо.

След като е завършен процеса на засяване, лентовият конвейер отнася касетата към засипващото (мулчиращото) устройство. Това устройство служи за покриване на вече засетите контейнерни касети с тънък и равен слой мулч. Като мулчиращ материал се използва кварцов пясък, вермикулит и др. Целта на тази операция е семената да бъдат защитени по време на покълването и да им се осигури благоприятен прохладен и влажен микроклимат. Мулчиращото устройство се състои от носеща рама, бункер за мулч, хранващ лентов транспортър, електродвигател за задважване на хранващия транспортър и регулируем таймер за управление на електродвигателя. По време на работа

фотосензор открива идващият по главната транспортна линия контейнер и подава сигнал на таймера, който включва електромотора и задейства захранващата лента. Определеното количество мулч се поема и транспортира от лентата, която го изсипва в единия си край върху движещата се по транспортната лента контейнер. След изтичане на зададеното от таймера време засипването на контейнера се преустановява автоматично. Така се осигурява минимален разлив на материал и прецизно засипване на касетите.

4. Модул за поливане

Добитите семена от Сребрист смърч (*Picea pungens*) от семепроизводната градина на територията на разсадник Старозагорски бани, са включени в производствения цикъл на съоръжението. Засяването на семената от Сребрист смърч е извършено на два етапа.

При първото засяване е използван субстрат на фирма Pindstrup, Литва. Субстрата е с фракция 0-20 мм. В допълнение беше добавен перлит в съотношение 10%.

При второто са засяти 16 контейнера с по 40 гнезда (фиг. 9). При този посев отново беше използван субстрат на фирма Pindstrup, Литва. Фракция на субстрата 0-20 мм, като в субстрата беше добавен 2 кг/м³ Осмокод, с цел начален старт на фиданките и в допълнение беше добавен перлит в съотношение 10% (фиг. 10).

И при двата случая на засяване на семената от Сребрист смърч контейнерите бяха засипани с кварцов пясък.

Произведените по този начин фиданки имат редица предимства пред използваните досега у нас методи, като някои от по-важните предимства са:

- Съкращаване сроковете за отглеждане на посадъчния материал;
- Контрол върху микроклимата и динамиката за развитие на фиданките;
- По-лесно съхранение на посадъчния материал;
- Осигуряване на по-висок процент на прихващане;
- Осигуряване на по-добри санитарни и здравословни условия на труд и др.

Цели на проучването:

- Откриване на оптимални срокове за засяване на посевните материали;

- В следствие да проучим необходимото количество семена за засяване.

Използвайки автоматизираната поточна линия ще бъдат оптимизирани:

- Дълбочината на засяване;
- Използваният субстрат за засяване;
- Работните контейнери, в които се извършва посева;
- Времето за засяване.

ИЗОБРАЖЕНИЯ



Фиг. 1 – Автоматизирана поточна линия



Фиг. 2 – Бункерно устройство



Фиг. 4 – Модул за пълнене на контейнери



Фиг. 3 – Смесител за субстрат



Фиг. 5 – Основен контролен панел



Фиг. 6 – Гнездоотварящо устройство



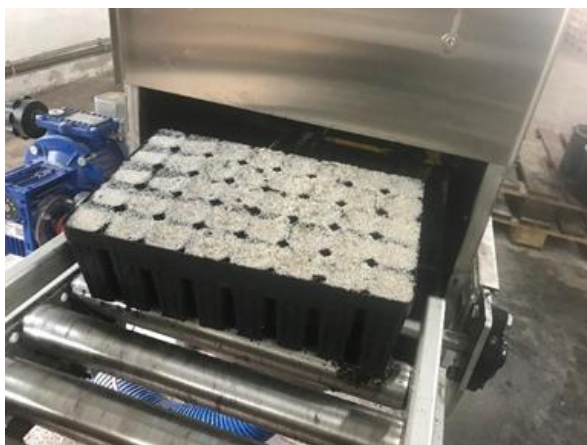
Фиг. 8 – Засипващо/мулчиращо устройство



Фиг. 7 – Част от сеялния модул



Фиг. 9 – Засяти контейнери



Фиг. 10 – Добавяне на перлит в засятите контейнери, в съотношение 10%

РЕЗЮМЕ И КЛЮЧОВИ ДУМИ

Такива две семепроизводни градини от Сребрист смърч има устроени на територията на разсадник „Ашиklar“, гр. Берковица и разсадник „Старозагорски бани“, гр. Стара Загора. От семепроизводната градина, разположена на територията на разсадник „Старозагорски бани“ през изминалата 2019 г, бяха добити качествени семена, които бяха засяти механизирано чрез автоматичната поточна линия, разположена в разсадник „Локорско“.

Горското ни семепроизводство се поставя на съвременна основа през 2018г., с първото в

България контейнерно производство на фиданки за горското стопанство, инсталирано на територията на ТП ДГС София към ЮЗДП ДП Благоевград.

Характерна особеност на този метод на работа е нуждата от използване на специализирани съоръжения и машини за производство на фиданките и тяхното последващо отглеждане.

От семепроизводната градина, разположена на територията на разсадник „Старозагорски бани“ през изминалата 2019 г, бяха добити качествени семена, които бяха засяти механизирано чрез автоматичната поточна линия, разположена в разсадник „Локорско“.

семепроизводни градини, автоматизирана поточна линия, контейнерно производство, разсадник, фиданки, семена, машини

Литература

1. **Маринов К. 2008.** Методика за изследване на технологични процеси при производство на семена от горско дървесни видове. – В: Сборник научни трудове от XVII Национална научна конференция “Мениджмънт и качество”, Юндола, 2008, с. 100-109.
2. **Маринов К., 2012.** Технологии и машини за оранжерийно производство на фиданки със закрыта коренова система. Изд. „Авангард Прима“, София, 110 с. ISBN: 978-619-160-090-8.
3. **BCC – Safety – Operating and Maintenance instructions,** 2015 BCC AB Landskron

AUTOMATED LINE FOR THE PRODUCTION OF CONTAINER SEEDLINGS FROM SEEDS PRODUCED IN A SEED PRODUCTION GARDEN ON THE TERRITORY OF STAROZAGARSKI BANI NURSERY

Iveta IVANOVA

Department of Park and Landscape Construction at FELA, University of Forestry - Sofia, Bulgaria
e-mail: iveta_ivanova@abv.bg

Abstract: There are two such seed gardens of Silver Spruce arranged on the territory of the nursery "Ashiklar", Berkovitsa and nursery "Starozagorski bani", Stara Zagora. From the seed garden located on the territory of the nursery "Starozagorski bani" in 2019, quality seeds were obtained, which were sown mechanically through the automatic production line located in the nursery "Lokorsko".

Our forest seed production is set on a modern basis in 2018, with the first in Bulgaria container production of saplings for forestry, installed on the territory of TP SFE Sofia at SWDP DP Blagoevgrad.

A characteristic feature of this method of work is the need to use specialized equipment and machines for the production of saplings and their subsequent cultivation.

From the seed production garden, located on the territory of the nursery "Starozagorski bani" in 2019, quality seeds were obtained, which were sown mechanically through the automatic production line located in the nursery "Lokorsko".

Keywords: seed gardens, automated production line, container production, nursery, saplings, seeds, machines

БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ СИСТЕМИ В КОНТЕКСТА НА НАЦИОНАЛНОТО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО

Даниела МИНЧЕВА

катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България
e-mail: ella.mincheva@gmail.com

Резюме: Правилата за експлоатация на безпилотни летателни системи (БЛС) са регламентирани на европейско ниво, като ограничен брой въпроси са оставени в компетенцията на държавите членки. Към момента няма нормативни актове в националното ни законодателство, които да регламентират дейности с БЛС в Република България. В настоящата статия е разработено предложение за изменения на закона за гражданско въздухоплаване с цел разширяване на обхвата му и въвеждане на основни аспекти, касаещи БЛС, както и предложение за разработване на национална наредба за БЛС. Изменението на закона от своя страна ще осигури и правно основание за разработване на поднормативен акт, какъвто е наредбата.

Ключови думи: безпилотни летателни системи, наредба, национално законодателство, регламенти

1. УВОД

Правилата за експлоатация на безпилотни летателни системи (БЛС) са регламентирани на европейско ниво, като ограничен брой въпроси трябва да бъдат регулирани на национално ниво. Това се отнася до практическото прилагане на Регламент за изпълнение (ЕС) № 2019/947 от 24 май 2019 година относно правилата и процедурите за експлоатация на безпилотни въздухоплавателни средства [6], но също така и до редица решения, които трябва да вземе държавата членка. Държавите членки си запазват компетенциите в различни области.

Към момента няма нормативни актове в националното ни законодателство, които да регламентират дейности с БЛС в Република България.

2. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ЗА ВЪВЕЖДАНЕ НА НАЦИОНАЛНИ ПРАВИЛА

В настоящата статия е разработено предложение за изменение на основния нормативен акт за гражданско въздухоплаване в България, а именно закона за гражданско въздухоплаване с цел разширяване на обхвата му и въвеждане на основни аспекти, касаещи БЛС, както и предложение за разработване на национална наредба за БЛС.

2.1 Изменение на Закона за гражданското въздухоплаване

Липсата на национално законодателство и влизането в сила на Регламент за изпълнение (ЕС) № 2019/947 и Делегиран регламент (ЕС) № 2019/945 от 12 март 2019 година относно безпилотните летателни системи и операторите от трети държави на безпилотни летателни системи [1], са причина Законът за гражданското въздухоплаване [2] да бъде изменен, с което да се разшири обхвата на гражданското въздухоплаване в България и да се въведат основните аспекти, касаещи БЛС. В допълнение, от прилагането на регламентите произтича въвеждането на регулаторни режими за дейностите с БЛС и създаването на електронен регистър, които по смисъла на Закона за ограничаване на административното регулиране и административния контрол върху стопанската дейност [3] трябва да бъдат определени в закон. Изменението на закона от своя страна ще осигури и правно основание за разработване на поднормативен акт за условията и редът за експлоатация на БЛС, какъвто е наредбата.

В закона следва да се направят следните изменения и допълнения:

1) Необходимо е да се определи компетентен орган по прилагане на Регламент за изпълнение (ЕС) № 2019/947, който да контролира и регулира експлоатацията на БЛС, и като такъв се определя Главна дирекция „Гражданска въздухоплавателна администрация” (ГД ГВА) с оглед на контролните

и надзорни ѝ функции в областта на гражданското въздухоплаване.

2) Във функциите на министъра на транспорта, информационните технологии и съобщения следва да се добави изискването за издаване на наредба, с която се определят условията, редът и правилата за експлоатация на БЛС, и която да бъде съгласувана с министъра на вътрешните работи и председателя на Държавна агенция „Национална сигурност“.

3) В задълженията на ГД ГВА е необходимо да се добави ново изискване, че създава и поддържа електронна информационна система за:

- 1) регистрация на операторите на БЛС;
- 2) електронно подаване на документи, свързани с дейността на операторите на БЛС;
- 3) свидетелства за правоспособност на дистанционно управляващи пилоти;
- 4) географски зони с оперативни условия за БЛС.

• Във връзка с експлоатацията на БЛС следва да се създаде ново изискване, което да отразява основните условия, при които БЛС могат да се експлоатират:

1) след регистрация на оператора на БЛС, при условията определени в чл. 14, параграф 5 на Регламент за изпълнение (ЕС) № 2019/947;

2) след регистрация на БЛС, когато проектът ѝ подлежи на сертифициране;

3) при валидна застрахователна полица към трети лица, когато се изисква такава;

4) когато операторът на БЛС спазва приложимите нормативни изисквания, процедурите в документацията му, както и предоставените му права.

• Добавя се разпоредба, която определя основанията за събиране на такси от страна на ГД ГВА за извършвани административни услуги, свързани с БЛС. Основанието за събирането на таксите се създава в закона, а размерът следва да бъде определен в Тарифа № 5 за таксите, които се събират в системата на Министерството на транспорта, информационните технологии и съобщенията [7].

• С изменението на Закон за гражданското въздухоплаване следва да се въведат и дефиниции на основните понятия, свързани с БЛС.

2.2 Разработване на наредба за БЛС

Необходимостта от разработване на наредба за БЛС произтича от публикуваните европейски актове и цели синхронизиране на действащото ни законодателство с европейските регламенти в областта на безпилотната авиация. Наредбата следва да отразява изискванията, произтичащи от влезлите в сила Регламент за изпълнение (ЕС) № 2019/947 и Делегиран регламент (ЕС) 2019/945 в съответствие с Регламент (ЕС) № 2018/1139 [5]. Трябва да се обърне внимание, че наредбата не въвежда регламентите, които са с пряко действие, а е в допълнение към тях и разглежда въпросите оставени в компетенцията на държавите членки. Изискванията за безопасна експлоатация на БЛС освен че отразяват европейските правила, въвеждат и национални норми, които ще са приложими за дейностите с БЛС.

Отделно с изменението на Закона за гражданско въздухоплаване се дава законово основание за разработване и въвеждане на наредба, която да урежда дейностите, извършвани с БЛС в неограничената и специфичната категории. Целта е да се създадат необходимите гаранции за безопасността и сигурността при експлоатацията на БЛС.

С посочените регламенти по-горе се въвеждат изисквания, свързани с компетенцията на дистанционно управляващите пилоти, декларирането на намерение за извършване на полети с БЛС, издаването на разрешение за експлоатация е специфична категория или на удостоверение за оператор на лека БЛС, както и експлоатационните изисквания за извършване на дейности с БЛС.

В наредбата се предвиждат условията и реда за издаване на няколко оправомощаващи документи за операторите на БЛС, в зависимост от вида дейност, която те възнамеряват да осъществяват, и съобразно класа БЛС, които те ще експлоатират при осъществяването ѝ.

Разработеният от мен проект на наредбата включва следните глави.

В Глава I, „Общи положения“, от наредбата се определя обхватът ѝ, който ще включва:

1. Регистрация на оператори на безпилотни летателни системи.

2. Извършване на полети за спортни и развлекателни цели.

3. Обучение и издаване на свидетелства на дистанционно управляващи пилоти.

4. Издаване на разрешение за експлоатация на БЛС в рамките на клубове и сдружения за авиомоделизъм.

5. Подаване на декларация за извършване на професионална дейност в неограничена категория.

6. Подаване на декларация за експлоатация, която отговаря на основен сценарий.

7. Издаване на разрешения за експлоатация в специфична категория.

8. Издаване на удостоверение за оператор на лека БЛС.

9. Оперирание с БЛС в определени географски зони.

10. Правила за контрол и надзор над операторите на БЛС.

Тази наредба няма да се прилага за БЛС, които се използват за военни, митнически или полицейски дейности, както и за експлоатация на БЛС в сертифицирана категория.

Определя се органът по надзор и контрол на дейностите с БЛС, в лицето на ГД ГВА, като се дефинират и някои от нейните задачи, отнасящи се до експлоатацията с БЛС.

В глава II, „Регистрация на оператори на БЛС”, от проекта се определят правилата за регистрационния режим на операторите. Въвежда се създаването на електронен регистър за регистрация на оператори на БЛС, дефинира се неговото съдържание и изискванията за регистрация.

В Глава III, „Полети за спортни и развлекателни цели”, изпълнението на любителски полети е предвидено да се извършва при наличието на определени задължителни предпоставки, като например преминат онлайн курс за обучение на дистанционно управляващия пилот и последващ онлайн теоретичен курс, регистрация на оператора на БЛС, експлоатацията на БЛС да попада в обхвата на неограничената категория, БЛС да отговарят на изискванията на Делегиран регламент (ЕС) № 2019/945. Друга възможност за извършване на полети за спортни и развлекателни цели е експлоатация на БЛС в рамките на клубове и сдружения за авиомоделизъм.

Глава IV, „Обучение и лицензиране на пилоти”, съдържа изискванията за обучението, оценяването и лицензирането на дистанционно управляващите

пилоти на БЛС. ГД ГВА ще издава два вида свидетелства за правоспособност на дистанционно управляващ пилот:

1. Свидетелство за преминато онлайн обучение за извършване на полети в подкатегории А1 и А3 на неограничената категория;

2. Свидетелство за компетентност на дистанционно управляващ пилот за подкатегория А2 на неограничената категория.

Правилата и процедурите за обучение и оценяване на дистанционно управляващите пилоти е изцяло в компетенцията на държавата членка. Заложено е ГД ГВА да осигурява провеждането на онлайн обучението и онлайн изпита за А1/А3, както и изпита за А2.

С глава V, „Разрешение за експлоатация в рамките на клубове и сдружения за авиомоделизъм”, се определят условията и реда за издаване на разрешението. За неговото получаване клубът или сдружението за авиомоделизъм трябва да разработи и представи организационни и оперативни процедури с точно описание на дейностите, които ще извършва.

В глави VI, VII, VIII, IX и X се съдържат изискванията към операторите на БЛС, които ще извършват професионална дейност с тях, както и условията и реда за издаване на документите, които разрешават дейността им. Въвеждат се изисквания, целящи гарантирането на безопасното упражняване на дейностите с тях.

В глава VI, „Задължения на операторите”, извършващи професионална дейност с БЛС, се дефинират отговорностите и задълженията на операторите на БЛС.

В глава VII, „Условия и ред за подаване на декларация за извършване на професионална дейност в неограничена категория”, се регламентира процедурата за подаване на декларацията. Като се вземе предвид естеството на дейността и с цел да се избегне излишно затормозяване на оператора на БЛС, се приема операторът само да декларира своите намерения и да разработи ръководство за експлоатация, включващо оперативните му процедури.

В глава VIII, „Условия и ред за подаване на декларация за експлоатация на БЛС в специфична категория”, се регламентира процедурата за подаване на декларацията. Операторът подава декларация в ГД ГВА за извършване на дейност с

БЛС, в случаите когато за нея има публикуван основен сценарий, определен в Допълнение 1 към Приложение Експлоатация на безпилотни летателни системи („БЛС“) в „неограничената“ и „специфичната“ категория на Регламент за изпълнение (ЕС) 2019/947.

В глава IX, „Условия и ред за издаване на разрешение за експлоатация в специфична категория“, се регламентира процедурата за издаване на разрешението. Изисква се операторът на БЛС да разработи както стандартните документи за една организация – ръководство за експлоатация, включващо оперативните му процедури, и план за действия при аварийни ситуации, така и оценка на експлоатационния риск.

В глава X, „Условия и ред за издаване на удостоверение за оператор на лека БЛС“, се регламентира процедурата за издаване на удостоверението. С подаване на заявлението за издаване на удостоверение се изисква операторът на БЛС да разработи както стандартните документи за една организация – ръководство за експлоатация, включващо оперативните му процедури и план за действия при аварийни ситуации, така и Ръководство за управление на безопасността. Особеното при удостоверение за оператор на лека БЛС е прилагането на добрите практики от пилотната авиация чрез въвеждане на Система за управление на безопасността от страна на оператора на БЛС.

В глава XI, „Условия за опериране в определени географски зони за БЛС“, се съдържат изисквания за опериране в тези зони. Това е продиктувано от необходимостта да се гарантира безопасността на гражданското въздухоплаване, опазването на околната среда, обществената сигурност или защитата на неприкосновеността на личния живот и личните данни в зони, като например болници, струпване на хора, съоръжения, държавни и общински сгради или промишлени предприятия, защитени природни територии или определени елементи на транспортната инфраструктура. Географска зона на БЛС означава част от въздушното пространство, предвидена от компетентния орган, която улеснява, ограничава или изключва експлоатация на БЛС, за да се разрешат проблемите с рискове, свързани с безопасността, неприкосновеността на личния живот, защитата на личните данни, сигурността

или опазването на околната среда, произтичащи от експлоатацията на БЛС.

Съгласно чл. 15 от Регламент за изпълнение (ЕС) № 2019/947 държавите членки се задължават да предоставят публично информация за географски зони на БЛС, считано от 01.01.2022 г. Поради тази причина в наредбата следва да се включат и разработят допълнителни национални изисквания, регламентиращи процедурата за определяне на географска зона за БЛС.

Предвижда се ГД ГВА да приема, обработва и одобрява заявки, както и да публикува информацията за географски зони в широкодостъпен дигитален формат. Всеки субект, който заявява географска зона за БЛС, следва да предостави за разглеждане от ГД ГВА аргументация за определяне на размера на зоната, както и правила и условия, които трябва да се прилагат от оператора на БЛС при опериране в същата. Аргументацията трябва да е пропорционална на риска, произтичащ от оперирането в зоната, както и да не е дискриминационна, обременяваща и ограничаваща спрямо операторите на БЛС или обществото.

В глава XII, „Правоприлагане. Сигурност. Безопасност“, се съдържат конкретни правила за гарантиране на сигурността и безопасността при експлоатацията на БЛС. Уреждат се взаимодействието и сътрудничеството на ГД ГВА с МВР и ДАНС. Определят се изисквания за сътрудничество на ГД ГВА и органите по надзор на пазара на национално ниво, като се организира обмен на информация, свързана с безопасността и несъответствията в съответствие с Регламент (ЕО) № 765/2008 [4].

Въвежда се изискване застраховка трети страни да бъде задължителна за определени БЛС. БЛС с безпилотно въздухоплавателно средство с максимална излетна маса над 20 кг, независимо от категорията на опериране, трябва да притежава валидна застрахователна полица, отговаряща на европейските изисквания. БЛС, експлоатирани в подкатегория А2 на неограничената категория, следва да имат обикновена гражданска отговорност.

Надзорните функции на ГД ГВА над дейностите извършвани с БЛС от операторите на БЛС, са предвидени в глава XIII – „Надзор над

операторите”. Дирекцията поддържа система за оценяване компетентността на операторите чрез събиране на информация, свързана с тяхната дейност, извършване на планови и извънредни инспекции, които обхващат цялата дейност на оператора или само отделни нейни елементи.

В глава XIV, „Временно спиране, ограничаване или отнемане на правата на оператора”, е определен реда за временно прекратяване, ограничаване или отнемане на правата на операторите. Действията за временно спиране, ограничаване на дейността или отнемане правата на оператора от страна на ГД ГВА са обжалваеми по реда на Административно-процесуалния кодекс.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За хармонизиране на действащото ни националното законодателство с европейското в областта на безпилотната авиация следва да се измени Закона за гражданско въздухоплаване с цел разширяване на обхвата му, включващ експлоатацията на БЛС. В статията бяха отбелязани основните параграфи, даващи основания за експлоатацията на БЛС.

Настоящата статия представи систематизирана информация на проект на наредба за БЛС, която представлява една балансирана уредба, отчитаща както правата и интересите на операторите на БЛС, така и държавния и обществен интерес. Разработването и приемането на наредба за БЛС е от съществено значение за безопасната експлоатация, защото тя отразява основни въпроси, оставени в компетенцията на държавите членки, като:

1. административните процедури свързани с различните видове разрешителни режими, регулиращи дейностите с БЛС;

2. регулирането на БЛС по отношение на сигурността, опазването на околната среда, неприкосновеност на личния живот, застраховане;

3. обучение и оценяване на дистанционно управляващите пилоти;

4. определяне на географски зони за БЛС.

При разработването на предложението за наредба е отчетен фактът, че европейското законодателство преобладава над националните разпоредби, което означава, че отделните държави членки не могат да въведат по-строги правила.

Благодарности

Резултатите в настоящата статия са получени по проект № 202ПД0003-06, с тема „Анализ на европейското законодателство и тенденциите в технологичното развитие на безпилотните въздухоплавателни системи за процеса на стандартизация и сертификация в Европа”, финансиран от субсидията за научни изследвания в ТУ-София.

Литература

1. Делегиран регламент (ЕС) 2019/945 на Комисията от 12 март 2019 година относно безпилотните летателни системи и операторите от трети държави на безпилотни летателни системи, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R0945&from=EN>, посетен на 22.09.2020г.
2. Закон за гражданското въздухоплаване, <https://www.lex.bg/index.php/bg/mobile/ldoc/-19874815>, посетен на 22.09.2020г.
3. Закон за ограничаване на административното регулиране и административния контрол върху стопанската дейност, <https://www.lex.bg/en/laws/ldoc/2135468357>, посетен на 22.09.2020г.
4. Регламент (ЕО) № 765/2008 на Европейския парламент и на Съвета от 9 юли 2008 година за определяне на изискванията за акредитация и надзор на пазара във връзка с предлагането на пазара на продукти и за отмяна на Регламент (ЕИО) № 339/93, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/bg/ALL/?uri=CELEX:32008R0765>, посетен на 22.09.2020г.
5. Регламент (ЕС) 2018/1139 на Европейския парламент и на Съвета от 4 юли 2018 година относно общи правила в областта на гражданското въздухоплаване и за създаването на Агенция за авиационна безопасност на Европейския съюз и за изменение на регламенти (ЕО) № 2111/2005, (ЕО) № 1008/2008, (ЕС) № 996/2010, (ЕС) № 376/2014 и на директиви 2014/30/ЕС и 2014/53/ЕС на Европейския парламент и на Съвета и за отмяна на регламенти (ЕО) № 552/2004 и (ЕО) № 216/2008 на Европейския парламент и на Съвета и Регламент (ЕИО) № 3922/91 на Съвета, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018R1139&from=EN>, посетен на 22.09.2020г.
6. Регламент за изпълнение (ЕС) 2019/947 на Комисията от 24 май 2019 г. относно правилата и процедурите за експлоатация на БВС, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R0947&from=EN>, посетен на 22.09.2020г.
7. Тарифа № 5 за таксите, които се събират в системата на Министерството на транспорта, информационните технологии и съобщенията, <https://www.lex.bg/laws/ldoc/-12561406>, посетен на 22.09.2020г.

UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS IN THE CONTEXT OF THE NATIONAL LEGISLATION

Daniela MINCHEVA¹

¹Fundamentals and Technical Means of Design department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: ella.mincheva@gmail.com

Abstract: The rules for the operation of unmanned aircraft systems (UAS) are almost exclusively regulated at European level, as a limited number of issues are left to the competence of the Member States. For the time being there are no normative acts in the national legislation that would regulate the UAS operations in the Republic of Bulgaria. This article provides a proposal for an amendment of the Civil Aviation Act in order to expand its scope and to introduce some key aspects regarding UAS and a proposal for the development of a national ordinance for UAS as well. The amendment of the Aviation Act provides a legal ground for the development of a sub-normative act like the ordinance.

Keywords: UAS, national legislation, ordinance, regulations

ЕЛЕКТРОННА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА ЗА БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ СИСТЕМИ

Даниела МИНЧЕВА¹

¹катедра „Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България
e-mail: ella.mincheva@gmail.com

Резюме: В момента се наблюдава изключително бързо повишаване на приложенията на безпилотните летателни системи (БЛС) за различни цели, заедно с глобалното развитие в технологиите на информационните системи. Със значителното увеличение на лицата, опериращи БЛС, необходимостта от изграждане на електронна регистрационна система съдържаща важна информация за тях е абсолютно задължителна. Почти е невъзможно да се разчита изцяло на традиционните методи, използвани при осъществяването на регистрация, които зависят от човешките възможности с техния ограничен потенциал, и които се използват в момента. Затова е от съществено значение да се балансират елементите на безпилотната авиация с инструментите на новите технологии. Настоящата статия предоставя проект за изграждане на Електронна информационна система, обхващаща експлоатацията на безпилотните летателни системи. Чрез нейното внедряване ще се създаде необходимата база данни включваща информация за операторите на БЛС, издаваните разрешения, оторизиращи дейностите с БЛС, и дистанционно управляващите пилоти.

Ключови думи: безпилотни летателни системи, информационна система, регистър

1. УВОД

В момента се наблюдава изключително бързо повишаване на приложенията на безпилотните летателни системи (БЛС) за различни цели, заедно с глобалното развитие в технологиите на информационните системи. Със значителното увеличение на лицата, опериращи БЛС, необходимостта от изграждане на електронна регистрационна система съдържаща важна информация за тях е абсолютно задължителна. Почти е невъзможно да се разчита изцяло на традиционните методи, използвани при осъществяването на регистрация, които зависят от човешките възможности с техния ограничен потенциал, и които се използват в момента. Затова е от съществено значение да се балансират елементите на безпилотната авиация с инструментите на новите технологии. Това налага да се разработи информационна система, която ще осигури възможност за поддържане на високо ниво на безопасност.

2. ЕЛЕКТРОННА ИНФОРМАЦИОННА СИСТЕМА

Настоящата статия предоставя проект за изграждане на Електронна информационна

система, обхващаща експлоатацията на безпилотните летателни системи (БЛС).

Понятието „Информационна система” може да бъде дефинирано по различни начини, като например:

„Компютърна система или набор от компоненти за събиране, създаване, съхранение, обработка и разпространение на информация, обикновено включваща хардуер и софтуер, потребители на системата и самите данни” [6].

„Комбинация от хардуер, софтуер, инфраструктура и обучен персонал, организирани за улесняване на планирането, контрола, координацията и вземането на решения в дадена организация” [5].

Общото в тези дефиниции е разработването на механизъм, който да преведе данни в информация, от значение за организациите, за постигане на определени цели и задачи.

Европейската комисия, Агенцията по авиационна безопасност на ЕС и авиационните национални власти обменят цялата информация, с която разполагат в контекста на прилагането на европейското законодателство в сферата на авиацията, за да се гарантира неговото правилно прилагане и във връзка с установяването, оценката и ограничаването на рисковете за безопасността в гражданското въздухоплаване. За тази цел Агенцията организира структурирано

сътрудничество за събиране, обмен и анализ на съответната информация, свързана с безопасността, като използва, когато е възможно, съществуващите информационни системи. За да се улесни обменът на информация между Комисията, Агенцията и държавите членки, включително на данни, които са от значение за дейностите по сертифицирането, надзора и прилагането на закона, се създава електронен регистър за такава информация, който ще се управлява от Агенцията в сътрудничество с Комисията и държавите членки.

2.1 Електронна информационна система за БЛС

Изграждането на Електронна информационна система (ЕИС) за безпилотната авиация ще спомогне за изпълнение на задължението държавата членка да осигури възможност за бърз и лесен обмен на информация между нея и Агенцията. Наличието на ЕИС, обхващаща операциите с БЛС, ще допринесе за осигуряване на ефективна система за надзор върху дейностите с БЛС, прилагане на законодателството в областта на безпилотната авиация и повишаване на безопасността. Чрез нейното внедряване ще се създаде необходимата база данни включваща информация за операторите на БЛС, издаваните разрешения, оторизиращи дейностите с БЛС, и дистанционно управляващите пилоти. Използването на ЕИС ще улесни контролните функции и ще повиши нивото на ефективност на въздухоплавателната администрация.

ЕИС ще представлява разработен интегриран продукт включващ електронен регистър, информационна система и уеб портал.

ЕИС ще има функционалности за регистрация на оператори на БЛС, провеждане на обучение и изпити на дистанционно управляващи пилоти, осигуряване на гео-пространствено ориентиране и електронно подаване на документи. Тя ще е уеб базирана система с единна база данни, централизирано администриране, управление и контрол, предоставяща предварително дефинирани услуги на крайни потребители с публичен достъп през интернет.

Успехът на ЕИС в дадена организация зависи от стратегиите на организацията. Както при всяка технологична иновация, ключовият фактор е как се прилага за решаване и спомагане при задачите на организацията и разработването на бизнес

процесите. При изграждането на ЕИС, отразяваща административните процеси в безпилотната авиация, се отчита прилагането на новите технологии при разработването на механизми за управление и контрол на дейностите с БЛС от страна на компетентния орган.

Управлението на работните процеси има за задача да осигури на ЕИС да поддържа функционалност за тяхното управление, чрез която да могат да се добавят различни стъпки (алгоритми) и статуси на документите, използвани в работните процеси при различните видове процедури. Да се дефинират логическите условия за преход от една стъпка в друга при описанието на работни процеси. В повечето случаи всяка стъпка е свързана с попълване на данни в структуриран(и) документ(и) и операции, свързани с тях. Следва да се поддържа функция, проверяваща дали е направена дадена стъпка, да се поддържат логически условия, логически оператори и др., както и операции за сравняване. Стъпките от всеки процес могат да се извършват последователно или паралелно. Бизнес процесите трябва да бъдат проектирани, колкото се може по-независимо с цел по-лесно надграждане, разширяване и обслужване [2]. Трябва да бъде реализирана функционалност за текущо следене и контрол на изпълнението на бизнес процесите в ЕИС.

Дефинирането на изискванията към моделирането и настройката на бизнес процесите има ключово значение за ефективността от внедряването на системата. Едно от най-трудните и конфликтни решения свързани с успеха е намиране на границата между дефиниране на процесите, такива каквито са преди внедряването и промяна на самите процеси с цел използване на най-добрите практики и предлаганите възможности на системата. За да се проектира ЕИС, е необходимо да се дефинират процесите заедно с входните и изходните елементи.

2.2 Концепция за електронна информационна система за БЛС

При разработването и внедряването на системата се изпълняват следните дейности:

- Анализ на нормативните и на потребителските изисквания;
- Изготвяне на системен проект;

- Разработване на софтуерното решение и функционалните модули;
- Провеждане на тестови изпитания на системата;
- Изготвяне на документация и обучение на техническия и оперативния персонал;
- Внедряване на системата в експлоатация;
- Предоставяне на техническа и софтуерна поддръжка на системата.

В съответствие с Регламент (ЕС) 2018/1139 [3], Регламент за изпълнение (ЕС) № 2019/947 [4] и Закона за гражданско въздухоплаване [1] системата следва най-малко да:

- осигурява създаване и поддържане на данни и информация за операторите на БЛС;
- осигурява създаване и поддържане на данни и информация за издадени разрешение за експлоатация в специфична категория, удостоверение за оператор на лека БЛС, както и приети декларация за експлоатация и декларация за професионална дейност в неограничена категория;
- осигурява създаване и поддържане на данни и информация за дистанционно управляващи пилоти;
- осигурява провеждане на обучение и изпити за дистанционно управляващи пилоти;
- осигурява достъп до информация свързана с географски зони за БЛС;
- поддържа информационен раздел, който включва документи и информация, свързани с безопасната експлоатация на БЛС;
- осигурява възможност за електронно подаване на документи – заявления, декларации и т.н.;
- осигурява възможност за селектиране на информация и за генериране на аналитични справки, за подпомагане на планирането, надзора и контрола при дейности с БЛС;
- осигурява формиране на база данни по електронен път и нейното поддържане по начин, който гарантира защита на данните срещу заличаване и неправомерно изменение от администраторите на системата.

Системата обхваща регистрацията и работата на операторите и пилотите на БЛС, провеждане на обучения и изпити на дистанционно управляващи пилоти, електронно подаване на документи, както и осигуряване на публична информация за географски зони за БЛС, въздушно пространство и

възможностите за неговото използване, за целите на гео-пространствено ориентиране. Тя трябва да е изградена от самостоятелни функционални модули, обособени в съответствие с осигуряваните от тях услуги и функционалности.

Информацията постъпваща и/или предоставяна от всички модули на системата трябва да се обработва и съхранява в единна база данни, с централизирано администриране при контролиран достъп и гарантирана защита на чувствителните данни на потребителите ѝ.

Потребителите на системата трябва да имат контролиран достъп до предоставяната информация и/или услуги в зависимост от делегираните им роли/права, като са разпределени в минимум следните профили/групи:

- Регистрирани оператори на БЛС, включващи и регистрирани клубове и сдружения по авиомоделизъм;
- Регистрирани пилоти на БЛС;
- Администратори на системата;
- Регистрирани потребители със специфичен достъп до информация и/или услуги;
- Нерегистрирани в системата потребители с предварително дефиниран и ограничен публичен достъп до информация и/или услуги.

2.2.1 Електронен регистър

Създаването и поддържането на актуален електронен регистър на операторите и пилотите на БЛС, както и електронен регистър на издаваните от ГД ГВА документи, е необходимо с цел осигуряване на:

- Дистанционни услуги за обслужване на потребителите;
- Информация за собствениците и притежаваните от тях БЛС;
- Информация за операторите на БЛС;
- Информация за дистанционно управляващи пилоти;
- Персонална информация за идентификация на регистрираните потребители;
- Информация за издаваните от ГД ГВА документи и проведените операции с използване на БЛС;
- Информация за притежаваните от потребителите свидетелства и/или разрешения;
- Информационни услуги за идентифициране на операторите на БЛС или дистанционно

управляващи пилоти в зависимост от нуждите и нивото на достъп от различни заинтересовани страни (ГД ГВА, МВР, МО, държавни агенции, ДП РВД и др.).

2.2.2 Обучение и изпити за проверка на компетентността

Създаването и поддържането на функционален модул „Обучение и изпити за проверка на компетентността” цели да предостави възможност на регистрираните потребители да получат различни по обем и дълбочина знания и възможност за проверка на тяхната компетентност, където това е приложимо. За тази цел модула трябва да осигури средства и интерфейс минимум за следното:

- Провеждане на „самообучителни” сесии за придобиване на знания в съответствие с потребителския профил;
- Провеждане на „изпитни” сесии за проверка на компетентността в съответствие с потребителския профил;
- Конфигуриране и управление на „самообучителни” и/или на „изпитни” сесии от администраторите на системата.

2.2.3 Гео-пространствено ориентиране

Създаването и поддържането на функционален модул „Гео-пространствено ориентиране” цели да предостави свободен публичен достъп, без изискване за регистрация, до географска информационна система, свързана с организацията и структурата на въздушното пространство на Р. България, забранените зони за полети на БЛС, ограничените за БЛС зони с условията за операциите в тях, зоните определени за операции с БЛС в неограничена категория, когато попадат в рамките на други зони с разрешителен режим, както и друга полезна информация от сборника „Аеронавигационна информация и публикация” на Р. България.

Потребителският интерфейс на модула трябва да е изграден чрез прилагане на адаптивен уеб дизайн, така че предоставените услуги и информация да могат да се използват и представят на различни устройства и размери на прозореца или екрана.

Информацията, осигурявана от модула, трябва да бъде представяна чрез използването на

пространствени и/или географски данни, като предоставя на потребителите възможност да изпълняват интерактивни заявки за търсене и какво да се визуализира, например пътна мрежа, структура на въздушното пространство, активни зони, сателитна снимка и т.н.

2.2.4 Електронно подаване на документи

Този модул дава възможност за подаване на документи по електронен път, за да се улесни работата на операторите на БЛС. Системата трябва да осигури средства и функционалност най-малкото за подаване на декларации за експлоатация, като предоставя на подателя автоматично потвърждение за получаване, когато подаването е било успешно.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С изграждането и поддържането на ЕИС ще бъде осигурено изпълнението на изискванията на Регламент за изпълнение (ЕС) № 2019/947 по отношение на регистрацията на оператори на БЛС, чиято дейност може да създаде риск за безопасността, сигурността, неприкосновеността на личния живот и защитата на личните данни или опазването на околната среда и по отношение на предоставяне на онлайн курс за обучение и теоретичен онлайн изпит, както и осигуряването на информация за обучение и квалификация на дистанционно управляващите пилоти.

На базата информацията постъпила от уеб портала системата създава и поддържа данни и информация, обединени в електронен регистър. Регистърът се състои от база данни с информация:

- за оператори на БЛС;
- за издадени/приети документи;
- за дистанционно управляващи пилоти.

С изграждането на ЕИС ще се постигне високо ниво на надеждност и съвместимост на данните, подобряване на работните и административни процеси, както и реален и ефективен контрол с цел осигуряване на авиационната безопасност.

Благодарности

Резултатите в настоящата статия са получени по проект № 202ПД0003-06, с тема „Анализ на европейското законодателство и тенденциите в технологичното развитие на безпилотните въздухоплавателни системи за процеса на

стандартизация и сертификация в Европа”, финансиран от субсидията за научни изследвания в ТУ-София.

Литература

1. Закон за гражданското въздухоплаване, <https://www.lex.bg/index.php/bg/mobile/l/doc/-19874815>, посетен на 22.09.2020г.

2. Наредба за общите изисквания към информационните системи, регистрите и електронните административни услуги, <https://www.lex.bg/laws/l/doc/2136995819>, посетен на 22.09.2020г.

3. Регламент (ЕС) 2018/1139 на Европейския парламент и на Съвета от 4 юли 2018 година относно общи правила в областта на гражданското въздухоплаване и за създаването на Агенция за авиационна безопасност на Европейския съюз и за изменение на регламенти (ЕО) № 2111/2005, (ЕО) № 1008/2008, (ЕС) № 996/2010, (ЕС) №

376/2014 и на директиви 2014/30/ЕС и 2014/53/ЕС на Европейския парламент и на Съвета и за отмяна на регламенти (ЕО) № 552/2004 и (ЕО) № 216/2008 на Европейския парламент и на Съвета и Регламент (ЕИО) № 3922/91 на Съвета, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018R1139&from=EN>, посетен на 22.09.2020г.

4. Регламент за изпълнение (ЕС) 2019/947 на Комисията от 24 май 2019 г. относно правилата и процедурите за експлоатация на безпилотни въздухоплавателни средства,

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R0947&from=EN>, посетен на 22.09.2020г.

5. <http://www.businessdictionary.com/definition/information-system.html>, посетен на 22.09.2020г.

6. <https://www.dictionary.com/browse/information-system>, посетен на 22.09.2020г.

ELECTRONIC INFORMATION SYSTEM FOR UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS

Daniela MINCHEVA

Fundamentals and Technical Means of Design department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: ella.mincheva@gmail.com

Abstract: There is an extremely rapid increase in the applications of unmanned aircraft systems (UAS) for various purposes, along with global developments of information systems technologies. With the significant increase in the number of persons operating UAS, the need to establish an electronic registration system containing important information about them is absolutely mandatory. It is almost impossible to rely entirely on the traditional methods used in the registration process, which depend on human capabilities with their limited potential, and which are currently in use. It is therefore essential to balance the elements of the unmanned aviation with the tools of new sophisticated technologies. This article provides a solution for the development of an electronic information system regarding the operation of UAS. Through its implementation, the necessary databases will be created, including information about the UAS operators, the issued authorisations authorizing the UAS operations and the remote pilots.

Keywords: UAS, information system, repository

АНАЛИЗ НА НОРМИТЕ, ОТНАСЯЩИ СЕ ДО ПРИДОБИВАНЕ И ПРИЗНАВАНЕ НА ПРАВОСПОСОБНОСТ ЗА УПРАЖНЯВАНЕ НА ПРОФЕСИИ ПО УПРАВЛЕНИЕ/ОБСЛУЖВАНЕ НА СЪОРЪЖЕНИЯ С ПОВИШЕНА ОПАСНОСТ (СПО)

Ирена АЛЕКСАНДРОВА

катедра ОТСК, Машиностроителен факултет,
Технически университет - София, България
e-mail: irealeksandrova@tu-sofia.bg

Резюме: Целите на настоящата разработка са свързани с ясното дефиниране на законовите изисквания за придобиване на правоспособност за управление/обслужване на СПО и определяне, при наличие на обективна правна възможност за това, на начините за признаване на правоспособност чрез описателен анализ на съществуващата нормативна база и посочване на слабостите и непълнотите в нея като същевременно се поставя акцент върху развитието на изследваната област и актуалните закови изменения в нейната сфера и тяхното отражение върху настоящата практика.

Ключови думи: СПО, правоспособност, изисквания

1. ИЗИСКВАНИЯ ЗА ПРИДОБИВАНЕ И/ИЛИ ПРИЗНАВАНЕ НА ПРАВОСПОСОБНОСТ

Основните изисквания, на които трябва да отговорят кандидатите за придобиване и признаване на правоспособност за упражняване на професии по управление/обслужване на СПО, са следните:

- 1) лицата трябва да са навършили 18 години;
- 2) лицата трябва да са физически и психически здрави, което се удостоверява с медицинско свидетелство, съдържащо заключение, че лицата са здрави и годни за упражняване на професията;
- 3) лицата да положат успешно изпит.

1.1 Изисквания за придобиване и признаване на правоспособност за управление/обслужване на товароподемни кранове и подвижни работни площадки

Освен да отговорят на основните изисквания, лицата трябва да са завършили последния клас на професионални училища, професионални гимназии или професионални колежи с теоретическо и практическо изучаване на подъемно-транспортни машини или преминали обучение в курс за придобиване на правоспособност за управление на товароподемни кранове или подвижни работни площадки и да

притежават правоспособност за управление на моторно превозно средство или багер - съответно за упражняване на професиите „машинист на кранове стрелови тип, монтирани на автомобили или на самоходни или несамоходни шасита“ и „машинист на багери, предназначени за работа с кука, грайфер или електромагнит“.

Орган по признаването на правоспособност за упражняване на професии по управление на товароподемни кранове и подвижни работни площадки е председателят на Държавна агенция за метрологичен и технически надзор (ДАМТН) като правото за упражняване на професиите по Наредба №1 от 4 март 2002г. за условията и реда за придобиване и признаване на правоспособност за упражняване на професии по управление на товароподемни кранове и подвижни работни площадки се удостоверява с един от следните документи, издадени от компетентен орган в държава - членка на ЕС, на ЕИП или в Швейцария:

- диплома за завършено професионално образование;
- документ за професионална квалификация;
- документ, удостоверяващ придобита правоспособност.

Председателят на ДАМТН не може да откаже признаване на правоспособност на български гражданин или на гражданин на държава - членка на ЕС, на ЕИП и Швейцария, получил съответната правоспособност в тези държави, поради липса на

достатъчна квалификация, когато лицето, което иска признаване:

1) притежава диплома за завършено професионално образование или друг документ, които се изискват в някоя от държавите - членки на ЕС, на ЕИП или в Швейцария за упражняване на професия на нейна територия и които са получени в тези държави, или;

2) през последните 10 години е упражнявало на пълно работно време професия в продължение най-малко на две години или в продължение на период, равностоен на две години пълно работно време, в държава - членка на ЕС, на ЕИП или в Швейцария, в която професията не е регулирана, и притежава документ за професионална квалификация, издаден от съответния компетентен орган.

1.2 Изисквания за придобиване и признаване на правоспособност за обслужване на парни и водогрејни котли

Освен да отговарят на основните изисквания, лицата трябва да са завършили последния клас на професионални училища, професионални гимназии или професионални колежи с теоретическо и практическо изучаване на котли или преминали обучение в курс за придобиване на правоспособност за обслужване на котли.

Орган по признаването на правоспособност за упражняване на професия по обслужване на котли е председателят на ДАМТН, а правото за упражняване на професия по обслужване на котли се удостоверява с един от следните документи, издадени от компетентен орган в държава - членка на ЕС, на ЕИП или в Швейцария:

- диплома за завършено професионално образование;
- документ за професионална квалификация;
- документ, удостоверяващ придобитата правоспособност.

Председателят на ДАМТН не може да откаже признаване на правоспособност на български гражданин или на гражданин на държава - членка на ЕС, на ЕИП или на Швейцария, получил съответната правоспособност в тези държави, поради липса на достатъчна квалификация, когато лицето, което иска признаване:

1) притежава диплома за завършено професионално образование или друг документ,

които се изискват в някоя от държавите - членки на ЕС, на ЕИП или в Швейцария за упражняване на професия на нейна територия и които са получени в тези държави, или;

2) през последните 10 години е упражнявало на пълно работно време професия в продължение най-малко на две години или в продължение на период, равностоен на две години пълно работно време, в държава - членка на ЕС, на ЕИП или в Швейцария, в която професията не е регулирана, и притежава документ за професионална квалификация, издаден от съответния компетентен орган.

1.3 Изисквания за придобиване на правоспособност за обслужване на асансьори

Асансьорите могат да се монтират, поддържат и ремонтират от лица, навършили 18 години, физически и психически здрави и придобили правоспособност. Монтьорите на асансьори трябва да имат познания и практически умения, които да гарантират безопасността и опазване здравето на работещите по време на изпълняваната работа и на ползвателите по време на експлоатацията на асансьорите.

Обучението на лица, желаещи да придобият правоспособност за упражняване на професията "монтьор на асансьори" се извършва по съгласуване от главния директор на Главна дирекция "Инспекция за държавен технически надзор" (ГД "ИДТН") на Държавната агенция по стандартизация и метрология (ДАСМ) учебни програми и планове за обучение.

1.4 Изисквания за придобиване на правоспособност за изработка и монтаж на ацетиленови инсталации

Заваряването на съоръженията на ацетиленовите инсталации се извършва от заварчици със степен на правоспособност "заварчик на тръби", одобрени от лице, получило разрешение да оценява съответствието на съоръжения под налягане по реда на Наредбата за съществените изисквания и оценяване на съответствието на съоръженията под налягане, или от лице, получило разрешение да одобрява процедури и персонал за изпълнение на неразглобяеми съединения по реда на същата наредба, или от орган по сертификация,

акредитиран от националния орган по акредитация или от орган по акредитация, пълноправен член на ЕА и страна по Многостранното споразумение за взаимно признаване на схемите по акредитация за съответната област. Всеки заварчик поставя щемпел с номер или шифър на разстояние от 30 до 50 мм от всеки заварен от него шев.

2. ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ОБСЛУЖВАЩИЯ ПЕРСОНАЛ НА СЪОРЪЖЕНИЯ С ПОВИШЕНА ОПАСНОСТ

Съгласно чл. 44. на Закона за техническите изисквания към продуктите *„Ползвателите на съоръжения с повишена опасност са длъжни да осигурят обслужването и/или управлението им от персонал, който има необходимата квалификация и/или правоспособност.“* Същият закон предоставя и указания относно начините за определяне на броя на обслужващия персонал - същият може да бъде описан в проектите на строежите, в които ще се монтират съоръженията, а ако няма такъв текст, то броят трябва да бъде определен от органите за технически надзор. Важно е да се отбележи, че в някои случаи изисквания към броя на персонала може да има и в наредбата за съответния вид съоръжения с повишена опасност.

Задачите, функциите и отговорностите на обслужващия персонал, редът за пускане, обслужване и спиране на съоръженията, действията при аварийни спираня и при аварии и злополуки трябва да бъдат определени в инструкцията за работа със съоръжението.

2.1 Асансьори

В Наредбата за безопасната експлоатация и техническия надзор на асансьори (НБЕТНА) не са поставени конкретни изисквания за определяне на обслужващ персонал с едно изключение. Ако в инструкцията на производителя за асансьорите, предназначени само за товари, монтирани в предприятия, има изискване за придружител, то трябва да е определен такъв, който има следните задължения: ежедневно да извършва проверки на изправността на осветлението в кабината и на етажните или товарните площадки; функционалното действие на устройствата за заключване на шахтните врати, на контактите на крилата на шахтните врати, на апаратите за

управление и сигнализация и на точността на спиране на етажите. Резултатите от проверките се записват в дневник. Ако се установи неизправност, трябва да бъде уведомено лицето, което поддържа асансьора.

В наредбата не се предвижда обучение за тези лица, но лицата, които поддържат асансьори, са длъжни да инструктират срещу подпис ползвателите или техен представител за условията за безопасна експлоатация на асансьорите.

2.2 Въжени линии

Съгласно разпоредбата на Наредба за безопасната експлоатация и техническия надзор на въжени линии ползвателят на въжени линии е длъжен да възложи обслужването на въжените линии на лица, навършили 18 години, физически и психически здрави. В чл. 33. на наредбата е определен броят на обслужващия персонал: за пътнически висящи въжени линии и наземни въжени железници (фуникуляри) - ръководител на експлоатацията; машинист в задвижващата станция; обслужващ персонал във всяка станция и в зоните за качване и слизане; за скивлекове: ръководител на експлоатацията; обслужващ персонал във всяка станция и в зоните за качване и слизане. На определените лица се предоставя срещу подпис инструкцията за работа по чл. 46, ал. 1, т. 2 от Закона за техническите изисквания към продуктите.

Обслужващият персонал на въжените линии трябва да премина първоначално и периодично обучение. Тъй като не е определена конкретна продължителност, това остава като решение за ползвателя.

Задълженията на обслужващия персонал включват извършване на всекидневни, седмични, месечни, полугодишни и на по-голям период проверки в съответствие със стандарта БДС EN 1709. Те, също така, са подробно описани в чл. 43, ал. 1 на наредбата. Резултатите от проверките се записват в сменен дневник.

Съгласно становището на експерт в областта - проф. Георги Илиев, ръководител на научно-приложната лаборатория "Подемно-транспортна техника" към Техническият университет в София, предоставено на 21.01.2020 година в интервю на Валерия Николова в предаването на Българското национално радио

"Хоризонт до обед" „За възжените линии в момента няма държавен нормативен документ, който да изисква хората, които обслужват възжената линия, да имат съответна правоспособност."

2.3 Повдигателни съоръжения

Съгласно Наредбата за безопасната експлоатация и техническия надзор на повдигателни съоръжения ползвателят на повдигателни съоръжения е длъжен да възлага управлението на повдигателните съоръжения само на машинисти, притежаващи съответната степен на правоспособност или на обучени лица, когато не се изисква правоспособност. Освен това, ползвателят има задължения за осигуряване на първоначален и ежегоден инструктаж на лицата, които окачват товарите или товарозахващащите приспособления (прикачвачите), както и други задължения. На обслужващия персонал задължително се предоставя срещу подпис инструкцията за работа по чл. 46, ал. 1, т. 2 от Закона за техническите изисквания към продуктите.

Лицата, които управляват някои видове повдигателни съоръжения (кранове, товароподемни колички, телфери, багери с кука, грайфер или електромагнит и подвижни работни площадки), са длъжни преди започване на работа да извършват оглед и функционални проверки на повдигателните съоръжения. Резултатите от проверките се записват в сменен дневник.

2.4 Нефтопроводи и нефтопродуктопроводи

Наредба за устройството и безопасната експлоатация на нефтопроводи и нефтопродуктопроводи кратко поставя изискване за осигуряване на персонал, съгласно изискванията на Закона за техническите изисквания към продуктите. В нея обаче има определение за обслужващ персонал: „Обслужващ персонал“ е персонал за управление на тръбопровод и съоръжения в помпена станция. Обслужващият персонал трябва да преминава инструктаж при постъпване на работа и ежегодна проверка на знанията за устройството и изискванията за безопасна експлоатация на тръбопроводите и съоръженията към тях. Задълженията на обслужващия персонал включват периодични

обходи на тръбопроводите и съоръженията и извършване на проверки съгласно инструкциите за безопасна експлоатация. При откриване на неизправност, те трябва да се запишат в сменния дневник и да се съобщят на прекия ръководител.

2.5 Съоръжения под налягане

В Наредбата за устройството, безопасната експлоатация и техническия надзор на съоръжения под налягане изрично е посочено, че ползвателят не трябва да допуска експлоатация на съоръжения под налягане, за които не е осигурил обслужващ персонал (чл. 187): за парни котли и водогрейни котли с топлинна мощност над 116,3 kW – с правоспособност по Наредба № 2 от 2001 г. за условията и реда за придобиване и признаване на правоспособност за упражняване на професия по обслужване на парни и водогрейни котли; за останалите съоръжения под налягане – преминали първоначално и периодично обучение (на две години).

Обслужващият персонал не трябва да оставя котела без постоянно наблюдение, преди горенето в него да бъде прекратено и преди горивото да бъде отстранено от пещта му. Котлите със зидария не трябва да се оставят без постоянно наблюдение преди пълно понижаване на налягането в парните котли до атмосферното налягане. Допуска се котли с работно налягане до 1,3 МРа и топлинна мощност до 1000 kW да работят без постоянно наблюдение от обслужващия ги персонал, ако това е предвидено в инструкцията на производителя им и ако:

1) е оценено и удостоверено съответствието им със съществените изисквания на Наредбата за съществени изисквания и оценяване съответствието на съоръженията под налягане;

2) са правилно инсталирани, поддържани и се използват по предназначение.

Лицата, които обслужват съоръженията под налягане, са длъжни при постъпване на смяна да извършат оглед и функционални проверки на съоръжението под налягане и да запишат резултатите от тях в сменен дневник (чл. 200). В чл. 208-211 на наредбата са изброени още редица дейности и проверки, които обслужващият персонал трябва да извършва по време на своята смяна.

2.6 Ацетиленови уредби

Съгласно чл. 170 от Наредбата за устройството, експлоатацията и техническия надзор на ацетиленови уредби ацетиленовите инсталации се обслужват от лица, навършили 18 години, запознати с устройството и действието на ацетиленовата инсталация и с изискванията на наредбата. Ползвателят трябва в длъжностната характеристика да определи функциите, правата и задълженията на персонала. Важен момент е задължението при експлоатация да има осигурено непрекъснато наблюдение на ацетиленовата инсталация от обслужващите я лица. Някои от задълженията на обслужващия персонал включват:

- водене на сменен дневник, в който се записват разпоредженията на ръководството за пускане и спиране, предаването на инсталацията от смяна на смяна срещу подпис, показанията на измервателните уреди, състоянието на ацетиленовата инсталация, извършените проверки на измервателните уреди, предпазните устройства и другите съоръжения;

- най-малко един път на смяна обслужващият персонал обхожда ацетиленовата инсталация и извършва проверки.

След всяка смяна на бутилка или група бутилки обслужващият персонал проверява местата на присъединяване с пенообразуващо средство.

2.7 Газопроводи и съоръжения, инсталации и уреди за природен газ

Както и в другите случаи, функциите, задачите и отговорностите на обслужващия персонал се определят в производствената инструкция. И тук обслужващият персонал има задължение за периодични обходи на газопровода, газовото съоръжение (горивната уредба) или инсталация и да извършва проверки съгласно инструкцията за експлоатация. При забелязани неизправности, те се записват в сменния дневник.

2.8 Газови съоръжения и инсталации за втечени въгледородни газове

Съгласно разпоредбите на Наредбата за устройството, безопасната експлоатация и техническия надзор на газовите съоръжения и инсталации за втечени въгледородни газове и по подобие на предходните наредби ползвателят е длъжен да назначи обслужващ персонал, обучен

за изпълнение на изискванията на наредбата и инструкцията за работа. При газови съоръжения и инсталации в общественообслужващи, административни и офис сгради също трябва да има обслужващ персонал. Освен това, е необходимо да има контролен пункт с постоянно дежурен обслужващ персонал, с който да бъдат свързани газсигнализаторите в колектори, канали, шахти и другите места на територията на обекта, в които може да се натрупа газ. Газопроводите на територията на обекта се проверяват от обслужващия персонал чрез външен оглед най-малко веднъж на две денонощия. Обслужващият персонал има задължението да води сменен дневник, в който се записват:

- резултатите от периодичните проверки съгласно инструкцията за работа и изискванията на наредбата;

- часът на пускане и спиране на газовите съоръжения и инсталации;

- аварийните спираня и причините за тях;

- часът на приемане и предаване на смяната (с подписи на лицата от обслужващия персонал или на ръководителя на смяната);

- разпоредженията на прекия производствен ръководител и на лицето, отговорно за безопасната експлоатация.

3. АКТУАЛНИ ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПЪЛНЕНИЯ В НОРМАТИВНАТА БАЗА ОТНОСНО ИЗИСКВАНИЯТА ЗА УПРАВЛЕНИЕ/ОБСЛУЖВАНЕ НА СПО

Съгласно актуалните промени в Закона за техническите изисквания към продуктите, обнародвани в Държавен вестник бр. 54 от 16.06.2020 г., в сила от 16.06.2020 г., ползвателите на съоръжения с повишена опасност са длъжни да осигурят обслужването и/или управлението им от персонал, който има необходимата квалификация и/или правоспособност.

Считано от 01.07.2021г., правоспособност за обслужване и/или управление на съоръжения с повишена опасност се придобива след обучение, организирано от обучаваща организация по Закона за професионалното образование и обучение. До 30.06.2021г. включително ще продължи да действа досегашния ред, а именно – Главна дирекция

"Инспекция за държавен технически надзор" съгласува учебните програми и планове за обучение в училищата и курсовете за придобиване на правоспособност за обслужване на съоръжения с повишена опасност, след което разрешава провеждането на курсовете и издава документи за правоспособност за обслужване на съоръжения с повишена опасност.

Съгласно изменението от 16.06.2020 година, министърът на образованието и науката и министърът на труда и социалната политика по предложение на председателя на ДАМТН приемат наредби за условията и реда за придобиване на правоспособност за упражняване на професии по обслужване и/или управление на съоръжения с повишена опасност и за признаване на такава правоспособност, придобита в държава - членка на Европейския съюз и на Европейското икономическо пространство, в Швейцария и в трети държави.

Благодарности

Бих искала да изкажа своята дълбока признателност към целия преподавателски колектив от специалността „Техническа безопасност на работно оборудване“ към Машиностроителен факултет, Технически университет – София за високия професионализъм и отдаденост в предаването на своите безценни знания, умения и опит и най-вече на проф. д-р инж. М. Вичева, основателят на тази нова и така необходима на пазара на труда специалност.

Литература

1. **ЗАКОН** за техническите изисквания към продуктите, обн., ДВ, бр. 86 от 1.10.1999г., посл. изм. и доп., бр. 54 от 16.06.2020 г.
2. **НАРЕДБА** за условията и реда за издаване на лицензи за осъществяване на технически надзор на съоръжения с повишена опасност и за реда за водене на регистър на съоръженията, приета с ПМС № 187 от 21.09.2000 г., обн., ДВ, бр. 79 от 29.09.2000 г., посл. изм., бр. 58 от 13.07.2018 г.
3. **НАРЕДБА** за безопасната експлоатация и техническия надзор на асансьори (НБЕТНА), приета с ПМС № 75 от 1.04.2003 г., обн., ДВ, бр. 33 от 11.04.2003 г., посл. изм., бр. 60 от 20.07.2018 г.
4. **НАРЕДБА** за безопасната експлоатация и техническия надзор на въжени линии, приета с ПМС № 186 от 4.07.2014 г., обн., ДВ, бр. 58 от 15.07.2014 г., посл. изм., бр. 60 от 20.07.2018 г.
5. **НАРЕДБА** за безопасната експлоатация и техническия надзор на повдигателни съоръжения,

приета с ПМС № 199 от 10.09.2010 г., обн., ДВ, бр. 73 от 17.09.2010 г., посл. изм., бр. 60 от 20.07.2018 г.

6. **НАРЕДБА** за устройството, безопасната експлоатация и техническия надзор на съоръжения под налягане, приета с ПМС № 164 от 7.07.2008 г., обн., ДВ, бр. 64 от 18.07.2008 г., посл. изм., бр. 60 от 20.07.2018г.

7. **НАРЕДБА** за устройството и безопасната експлоатация на нефтопродуктопроводи и нефтопродуктопроводи, приета с ПМС № 312 от 17.11.2004 г., обн., ДВ, бр. 104 от 26.11.2004 г., посл. бр. 60 от 20.07.2018 г.

8. **НАРЕДБА** за устройството и безопасната експлоатация на преносните и разпределителните газопроводи и на съоръженията, инсталациите и уредите за природен газ, приета с ПМС № 171 от 16.07.2004 г., обн., ДВ, бр. 67 от 2.08.2004 г., посл. бр. 60 от 20.07.2018 г.

9. **НАРЕДБА** за устройството, безопасната експлоатация и техническия надзор на газовите съоръжения и инсталации за втечени въглеводородни газове, приета с ПМС № 243 от 10.09.2004 г., обн., ДВ, бр. 82 от 21.09.2004 г., посл. изм., бр. 60 от 20.07.2018 г., в сила от 20.07.2018 г.

10. **НАРЕДБА** за устройството, експлоатацията и техническия надзор на ацетиленови уредби, приета с ПМС № 187 от 12.07.2001 г., обн., ДВ, бр. 66 от 27.07.2001 г., посл. изм., бр. 60 от 20.07.2018 г., в сила от 20.07.2018 г.

11. **НАРЕДБА №1** от 4 март 2002г. за условията и реда за придобиване и признаване на правоспособност за упражняване на професии по управление на товароподемни кранове и подвижни работни площадки, обн., ДВ, бр. 28 от 19.03.2002 г., посл. изм. с Решение № 10700 от 14.10.2015 г. на ВАС на РБ - бр. 45 от 14.06.2016 г.

12. **НАРЕДБА №2** от 17 януари 2001г. за условията и реда за придобиване и признаване на правоспособност за упражняване на професия по обслужване на парни и водогрейни котли, обн., ДВ, бр. 9 от 30.01.2001 г., посл. изм. и доп., бр. 39 от 12.05.2006 г.,

13. **НАРЕДБА №3** от 17 януари 2001г. за условията и реда за придобиване на правоспособност за упражняване на професията "монтър по монтиране, поддържане и монтиране на асансьори", обн., ДВ, бр. 9 от 30.01.2001 г., в сила от 2.03.2001 г.

14. <https://bnr.bg/horizont/post/101217683/ima-propusk-v-zakonodatelstvoto-za-obuchenieto-na-slujitelite-na-ski-saorajeniata>. Посетен на 05.09.2020г.

**ANALYSIS OF THE STANDARDS RELATING TO THE ACQUISITION AND
RECOGNITION OF LEGAL ACTIVITY FOR EXERCISING PROFESSIONS IN
MANAGEMENT / MAINTENANCE OF HIGH-RISK EQUIPMENT**

Irena ALEKSANDROVA¹

¹Master's degree in Technical Safety of Work Equipment, Faculty of Mechanical Engineering, Technical University-Sofia,
Bulgaria

e-mail: ireleksandrova@tu-sofia.bg

Abstract: The objectives of the present study are related to the clear definition of the legal requirements for acquiring legal capacity for management / servicing of high-risk equipment and determination, if there is an objective legal possibility for that, of the ways for recognition of legal capacity through descriptive analysis of the existing legal framework and indication of weaknesses and incompleteness in it, while emphasizing the development of the studied area and the current legal changes in its field and their impact on current practice.

Ключови думи: high-risk equipment, legal capacity, requirements

ОЦЕНЯВАНЕ НА СЪОТВЕТСТВИЕТО НА СЪОРЪЖЕНИЯ ПОД НАЛЯГАНЕ

Атанас ДИШКЕЛОВ¹ Боряна ИЛИЕВА²

¹катедра „ОТСК“, Технически университет - София, България
e-mail: atanas.stojanov1@abv.bg

²катедра „ОТСК“, Технически университет - София, България
e-mail: ilieva@tu-sofia.bg

Резюме: Оценка на съответствието е процес, при който производителят следва да докаже, че даден продукт отговаря на определените за този продукт законодателни изисквания. Настоящият доклад разглежда тематиката за оценка на съответствието на съоръженията под налягане, попадащи в обхвата на Директива 2014/68/ЕС за съоръженията под налягане. Направен е анализ на процедурите за оценка на съответствието и са представени гарантиращите необходимото ниво на защита на обществения интерес нормативни изисквания към органите извършващи оценка на съответствието.

Ключови думи: съоръжения под налягане, нотифициран орган, модули за оценка на съответствието

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В Европейското техническо законодателство (ЕТЗ) за хармонизация чрез Решение № 768/2008/ЕО на Европейския парламент и на Съвета относно общата рамка за предлагането на пазара на продукти, са определени „горизонтален набор“ от модули за оценка на съответствието, също така са определени и модулите, които следва да се включат в съответните процедури за оценка на съответствието. Законодателят е определил от набора от модули/процедури за оценка на съответствието (определени съгласно Решението) най-подходящия(ите), с които да се отговори на изискванията определени за дадения сектор. При определянето на модул/процедура се избират най-необременяващите модули, като се обръща внимание на вида на продукта, както на и опасностите, които могат да се проявят при употребата му по предназначение, защитата на обществените интереси, икономическата инфраструктура на въпросния сектор, методите на производство и др. Също така следва да се предвидят и набор от модули за проверка, сертифициране и/или осигуряване на качеството, когато това е възможно. [4]

Оценяването на съответствието на даден продукт се извършва както по време на етапа на проектиране, така и по време на етапа на производство. Оценка на съответствието е отговорност на производителя. В случай че производителят възложи проектирането или

производството на подизпълнител, той продължава да бъде отговорен за извършването на оценяването на съответствието. [4]

Трябва да се прави разлика между оценяване на съответствието и надзора на пазара, който се извършва от националните органи за надзор на пазара, след като продуктът е пуснат на пазара и съответно процедурите по оценяване на съответствието са приключили. Двете техники взаимно се допълват и са еднакво необходими, за да се гарантира защитата на съответните обществени интереси, както и за безпроблемното функциониране на вътрешния пазар.

От гледна точка на естеството на рисковете при използване на съоръжения под налягане и за да може производителят да докаже, а компетентните органи да гарантират, че предоставените на пазара съоръжения под налягане отговарят на съществените изисквания за безопасност, са предвидени съответните процедури по оценяване на съответствието, които са разработени според нивото на опасност на даденото съоръжение. Определените процедури включват от най-малко ограничителната до тази с най-строги изисквания, пропорционално на степента на риска и необходимото ниво на безопасност.

2. ОЦЕНЯВАНЕ НА СЪОТВЕТСТВИЕТО НА СЪОРЪЖЕНИЯТА ПОД НАЛЯГАНЕ В ОБХВАТА НА ДИРЕКТИВА 2014/68/ЕС

2.1 Процедури за оценяване на съответствието

Тъй като производителят има най-подробни познания по отношение на проектирането и производството на съоръжението, той е в най-добра позиция да проведе процедурите за оценяване на съответствието. Поради това оценяването на съответствието следва да остане задължение единствено на производителя.

Всеки законодателен акт (независимо дали е по новия или по стария подход) в областта на продуктите притежава два важни елемента:

- законодателни изисквания, уреждащи характеристиките на обхванатите продукти, и
- процедурите за оценяване на съответствието.[4]

Процедурите за оценяване на съответствието, които се прилагат за дадено съоръжение под налягане се определят в зависимост от определената му категория на опасност.

Най-общо може да се каже, че съоръженията се класифицират в четири категории на опасност във възходяща линия, като категорията се определя от големината на произведението на максималното допустимо налягане (PS) с обема (V) на съда или с номиналният диаметър (DN), ако става въпрос за тръбопровод - $PS \times V(DN)$. За определяне категорията на опасност от съществено значение е и вида на работния флуид, като те са разделени на първа и втора група:

- в първа група са флуиди, които проявяват опасни свойства съгласно Регламент 1272/2008 относно класифицирането, етиктирането и опаковането на вещества и смеси (CLP), и

- 2-ра група са всички останали флуиди.

В 1-ва група се включват и вещества и смеси, които се съдържат в съоръжение под налягане с максимално допустима температура (TS), която надвишава температурата на възпламеняване на флуида.

Процедурите, които се прилагат за различните категории съоръжения са следните:

Категория I

- Модул „А“ – вътрешен производствен контрол. Обхваща проектирането и производството, като производителят сам гарантира съответствието на продуктите със законодателните изисквания;

Категория II

- Модул „А2“ – обхваща проектирането и производството. Нотифициран орган или собствен акредитиран орган на производителя извършва проверки на продукта на случайни интервали.

- Модул „D1“ – обхваща проектирането и производството. Производителят прилага система за управление на качеството (СУК) на производството (производствената част и инспекцията на крайния продукт), за да гарантира съответствие със законодателните изисквания. Нотифициран орган оценява системата за управление на качеството на производството (производствената част и инспекцията на крайния продукт).

- Модул „E1“ - обхваща проектирането и производството. Производителят прилага система за управление на качеството на продукта (качество на производството без производствената част) за инспекцията и изпитването на крайния продукт, за да се гарантира съответствие със законодателните изисквания (няма модул В (ЕС тип)). Нотифициран орган оценява системата за качество.

Идеята в основата на модул „Е“ е сходна като тази на модул „D1“: и двата модула се основат на система за качество. Разликата между тях е, че системата за качество съгласно модул „E1“ има за цел гарантиране на качеството на крайния продукт, а системата за качество съгласно модул „D1“ има за цел гарантиране на качеството на целия производствен процес (което включва производствената част и изпитването на крайния продукт). Следователно модул „E1“ е сходен на модул „D1“ без да включва разпоредбите, свързани с производствения процес.[4]

Категория III

- Модул „В“ (изследване на проекта на типа) – обхваща проектирането и се извършва от нотифициран орган, който изследва техническия проект или образец от даден тип и проверява и удостоверява, че той отговаря на законодателните изисквания приложени за него. Издава се ЕС изследване на типа. След това се прилага модул „D“, който обхваща производството. Производителят прилага система за управление на качеството на производството (производствената част и инспекцията на крайния продукт), за да гарантира съответствие с ЕС тип. Нотифициран орган оценява системата за качество.

- Модул „В“ (изследване на проекта на типа), след което се прилага модул „F“, който обхваща производството. Производителят гарантира съответствието на произведените продукти с одобрен ЕС тип. Нотифицираният орган извършва изследвания на продукта (изпитване на всеки продукт или проверки на статистическа основа), за да контролира съответствието на продукта с ЕС тип.

Модул „F“ е подобен на модул „C2“, но нотифицираният орган извършва по-системни проверки на продукта.

- Модул „В“ (изследване на типа произведен продукт), след което се прилага модул „E“, който обхваща производството. Производителят прилага система за управление на качеството на продукта (качество на производството без производствената част) за инспекцията и изпитването на крайния продукт, за да се гарантира съответствие с ЕС тип. Нотифициран орган оценява системата за качество.

- Модул „В“ (изследване на типа произведен продукт), след което се прилага модул „C2“, който обхваща производството.

Производителят трябва да осигури вътрешен контрол на производството си, за да гарантира съответствието на продукта с ЕС типа, одобрен съгласно модул „В“.

Извършват се проверки на продукта при изпитвания на случайни интервали на определени аспекти на продукта, провеждани или от нотифициран орган, или от акредитиран собствен орган.

- Модул „Н“ - съответствие въз основа на пълно осигуряване на качеството. Обхваща проектирането и производството. Производителят прилага система за пълно управление на качеството, за да гарантира съответствие със законодателните изисквания (няма ЕС изследване на типа). Нотифициран орган оценява системата за качество.

Категория IV

- Модул „В“ (изследване на типа произведен продукт), след което се прилага модул „D“.

- Модул „В“ (изследване на типа произведен продукт), след което се прилага модул „F“.

- Модул „G“ - съответствие въз основа на проверка на единичен продукт. Модулът обхваща проектирането и производството. Производителят гарантира съответствието на произведените

продукти със законодателните изисквания. Нотифициран орган проверява всеки отделен продукт, за да гарантира съответствие със законодателните изисквания (няма ЕС изследване на типа).

- Модул „Н1“ - обхваща проектирането и производството. Производителят прилага система за пълно управление на качеството, за да гарантира съответствие със законодателните изисквания (няма ЕС изследване на типа). Нотифициран орган оценява системата за качество и проекта на продукта и издава сертификат за „ЕС изследване на проекта“.

В сравнение с модул „Н“ модул „Н1“ постановява също така, че нотифицираният орган извършва по-подробно изследване на проекта на продукта.

Сертификатът за „ЕС изследване на проекта“ не трябва да се смесва със сертификата за „ЕС изследване на типа“ по модул „В“, който удостоверява съответствието на даден образец, „представителен за предвижданото производство“, така че съответствието на продуктите може да се провери спрямо този образец. При сертификата за „ЕС изследване на проекта“ от модул „Н1“ няма такъв образец. Сертификатът за „ЕС изследване на проекта“ удостоверява, че съответствието на проекта на продукта е проверено и сертифицирано от нотифициран орган.[4]

2.2 Изисквания към органите за оценяване на съответствието

В Решение № 768/2008/ЕО са дадени общите изисквания, на които трябва да отговарят органите за оценяване на съответствието, като в директива 2014/68/ЕС са дадени и конкретни изисквания, на които трябва да отговарят тези органи. Първото важно условие, на което трябва да отговарят всички органи за оценяване на съответствието е винаги да са „трета независима страна“ и да са доказали своята безпристрастност по отношение на оценявания продукт.

Оценяване на съответствието на съоръжения под налягане може да се извършва от:

- Собствен, на производителя акредитиран орган (АО), когато модулът за оценяване на съответствието, предвижда вътрешен производствен контрол – модули от серия „А“ и серия „С“. Този орган представлява обособена,

отделна част от предприятието и не участва в проектирането, производството, доставката, монтирането, използването или поддръжката на продуктите, които оценява.

Акредитираният собствен орган трябва да отговаря на редица изисквания. Той трябва да бъде акредитиран в съответствие с Регламент (ЕО) № 765/2008 за определяне на изискванията за акредитация и надзор на пазара във връзка с предлагането на пазара на продукти и за отмяна на Регламент (ЕИО) № 339/93.

Акредитираният собствен орган може да предоставя услугите си само на предприятието, от което е част.

Акредитираният собствен орган не се нотифициран на държавите членки или на Комисията, но предприятието, от което този орган е част, или националният орган по акредитация трябва да предоставят информация за неговата акредитация на нотифициращия орган по искане на този орган.[2]

- Нотифициран орган (НО)

Нотификацията е акт, с който нотифициращият орган информира Комисията и останалите държави членки, че даден орган е определен да оценява съответствието съгласно акт на Съюза за хармонизация и отговаря на изискванията, отнасящи се до нотифицираните органи, посочени в този акт. [2]

Акредитацията е предпочитаният начин за оценяване на техническата компетентност на нотифицираните органи. Акредитацията, извършвана в съответствие със серията от стандарти EN ISO/IEC 17000 от признати на национално ниво органи по акредитация, които са членове на Европейската организация за акредитация (EA), представлява техническа оценка на компетентността на органа за оценяване на съответствието с цел нотификация. Въпреки че акредитацията е предпочитан инструмент за проверка на компетентността на органите за оценяване на съответствието, държавите членки могат сами да извършват оценката. Съгласно член 5, параграф 2 от Регламент (ЕО) № 765/2008 когато държава членка не основава нотификацията си на акредитация, „тя предоставя на Комисията и на другите държави членки всички документи, необходими за проверката на компетентността на органите за оценяване на съответствието, избрани

от нея във връзка с прилагането на съответното законодателство на Съюза за хармонизация“.[3]

Нотификацията влиза в сила след изпращане на писмо за нотификация по електронна поща от NANDO (средство за електронно нотифициране, създадено и поддържано от Комисията) до Комисията и другите държави членки и публикуване на интернет страницата на NANDO. Впоследствие съответният орган може да изпълнява функциите на нотифициран орган. Съгласно законодателството, съобразено с Решение № 768/2008/ЕО, нотификацията се публикува след предвидения срок за възражения от други държави членки или от Комисията — две седмици, когато се използва акредитация, и два месеца, когато не се използва акредитация — и само в случай че не са били повдигнати такива възражения.[2]

- Инспекторат на ползвателите (ИП)

Съгласно изискванията на директива 2014/68/ЕС държавите членки могат да разрешават на тяхна територия да се пускат на пазара и да се въвеждат в експлоатация съоръжения под налягане и функционални групи, които нямат маркировката „СЕ“, но които са преминали оценяване на съответствието, извършено от инспекторат на ползвателя, вместо от нотифициран орган. Оценените по този начин съоръжения могат да се използват само на местата ръководени от групата, част от която представлява споменатия инспекторат. Процедурите за оценяване на съответствието, които се прилагат от инспекторатите на ползвателите, са модули „A2“, „C2“, „F“ и „G“. [1]

Инспекторатът на ползвателите трябва да бъде организационно идентифицируем и да има отчетни методи в групата, от която той е част, които да гарантират и доказват неговата безпристрастност.

Инспекторатът на ползвателите, неговото висше ръководство и персонал, отговорен за изпълнение на задачите по оценяване на съответствието, не могат да бъдат проектант, производител, снабдител, лице, което монтира, купувач, собственик, ползвател или структура по поддръжка на съоръженията под налягане или функционалните групи, които се оценяват, нито упълномощени представители на някое от тези лица. Това не изключва употребата на оценяваните съоръжения под налягане или функционални

групи, които са необходими за дейностите на инспектората на ползвателите, или употребата на такива съоръжения за лични цели. [1]

Инспекторатът на ползвателите трябва да отговаря на изискванията, на които трябва да отговарят органите за оценяване на съответствието.

Държавите членки нотифицират другите държави членки и Комисията за това, кои инспекторати на ползвателите са оправомощили, какви са задачите, за които те са определени, и предоставят за всеки инспекторат, списък на обектите, на които се ползват съоръженията, оценени от съответния инспекторат.[4]

Процедурите за оценяване на съответствието може да бъдат обобщени в следната таблица:

Таблица 1-Процедури за оценяване на съответствието

Категория на опасност	Модул/процедури за оценяване на съответствието	Органи за оценяване на съответствието
I	A	АО
II	A2**	АО, ИП
	D1 (СУК)	НО
	E1 (СУК)	НО
III	V+D (СУК)	НО
	V+F	НО, ИП
	V+E (СУК)	НО
	V+C2	АО, НО, ИП
	H (СУК)	НО
IV	V+D (СУК)	НО
	G	НО, ИП
	H1 (СУК)	НО

Независимо от определените модули/процедури, законодателят е предвидил, че производителят, ако желае може да избере процедура/модул за оценяване на съответствието от по-висок ранг.

3. ИЗВОДИ

От направения анализ на процедурите за оценяване на съответствието и представените нормативни изисквания към органите извършващи тази дейност са видни следните зависимости:

- за всяко съоръжение под налягане, трябва да бъде определена категорията на опасност, в зависимост, от която производителят да избере модул/процедура за оценяване на съответствието;

- от по-простите от техническа гледна точка, към по-сложните съоръжения и от тези с по-ниска категория на опасност към тези с по-висока, нараства и изискването към избор на по-сложен и по-подробен модул/процедура, по който да бъде оценено съответствието;

- докато при оценяване на съответствието по по-кратките модули се допуска то да може да се извършва и от собствен акредитиран орган, при по-сложните процедури е абсолютно задължително това да се прави от нотифициран орган, с цел осигуряване на необходимото високо ниво на компетентност, безпристрастност и прозрачност;

- въпреки това, законодателят допуска за някои съоръжения, които ще бъдат ползвани само на определено местоназначение, да бъдат оценявани от инспекторат на ползвателя. Има се предвид, че в предприятието, в което оперират с даденото съоръжение имат най-добри познания относно неговите технически показатели и специфика на приложение.

Литература

1. **Директива 2014/68/ЕС** за хармонизиране на законодателството на държавите-членки за предоставяне на пазара на съоръжения под налягане.
2. **Решение 768/2008/ЕО** на Европейския парламент и на Съвета относно обща рамка за предлагането на пазара на продукти и за отмяна на Решение 93/465/ЕИО.
3. **Регламент (ЕО) № 765/2008** за определяне на изискванията за акредитация и надзор на пазара във връзка с предлагането на пазара на продукти и за отмяна на Регламент (ЕИО) № 339/93.
4. **„Синьо Ръководство“** за прилагане на правилата на ЕС относно продуктите.

CONFORMITY ASSESSMENT OF PRESSURE EQUIPMENTS

Atanas DISHKELOV¹ Borqna ILIEVA²

¹OTSK department, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: atanas.stojanov1@abv.bg

²OTSK department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: bilieva@tu-sofia.bg

Abstract: Conformity assessment is a process performed by a manufacturer to demonstrate that a product meets the legal requirements set for that product. This report addresses the topic of conformity assessment of pressure equipment falling within the scope of Directive 2014/68 / EU on pressure equipment. An analysis of the conformity assessment procedures is made and the normative requirements guaranteeing the necessary level of protection of the public interest to the bodies performing conformity assessment activity.

Keywords: pressure equipment, notified body, conformity assessment modules

ТЕСТВАНЕ НА ТОКОВИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ОТ ЗАТВОРЕН ТИП

Григор МИХАЛКОВ¹ Христиана НИКОЛОВА²

¹катедра „Прецизна техника и уредостроене“, Технически университет - София, България
e-mail: grigor.mihalkov@gmail.com

²катедра „Прецизна техника и уредостроене“, Технически университет - София, България
e-mail: hristqna@abv.bg

Резюме: Токовите преобразуватели от затворен тип имат няколко ключови характеристики, които се взимат предвид при разработване на тестова система, а те са точността на измерването, както и магнитното и електрическо компенсиране. Данните се придобиват чрез *DAS* или *DAQ*, които преобразуват аналогова информация в цифрова. Използва се и компютърна платформа за системи за измерване и автоматизация – *PXI*. Токовите преобразуватели от затворен тип биват запечатвани. Това се прави поради нестабилността на Хол Елемента, който е чувствителен на изместване клетката му спрямо магнитната сърцевина, а също така към влага и температура. Заливат се със смола, за да се избегнат тези смущения и да се „закрепи“ точността им. Това е причината да бъдат тествани два пъти. Разликата в двата електрически теста е в характеристиките на токовото изместване, което се цели – при първия се цели по-точен продукт, т.е. с по-стеснени граници, отколкото при втория, защото се очаква влошаване параметрите поради предстоящото заливане.

Ключови думи: Ток, преобразувател, компенсация, качество, тест, точност

1. КЛЮЧОВИ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Токовите преобразуватели от затворен тип имат няколко ключови характеристики, които се взимат предвид при разработване на тестова система:

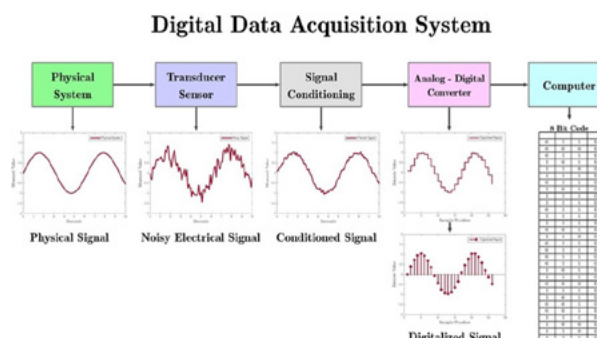
- Точност на измерването, която зависи от различни електрически параметри;
- Изместването – магнитното и електрическото компенсиране на преобразувателя по време на токовия цикъл и плаващото компенсиране по време на температурен цикъл.[1]

- Датчици за преобразуване на физическите параметри в електрически сигнали.
- Верига за кондициониране на сигнали за преобразуване на сензорните сигнали в форма, която може да се преобразува в цифрови стойности.
- Аналогово-цифрови преобразуватели, за преобразуване на кондиционирани сензорни сигнали до цифрови стойности.

2. ОБОРУДВАНЕ

2.1 Data Acquisition System - DAS

Придобиването на данни е процес на вземане на данни от сигнали, които измерват физическите условия в реалния свят и ги превръщат в цифрови стойности, които могат да бъдат манипулирани от компютър. Системите за събиране на данни, накратко *DAS* или *DAQ* (идващо от абривиатурите на английски език), обикновено преобразуват аналоговите форми на вълни в цифрови стойности за обработка. Компонентите на системите за събиране на данни включват:



фиг.1 Блок диаграма на DAS

Приложенията за събиране на данни обикновено се контролират от софтуерни програми, разработени с помощта на различни езици за програмиране, като *Assembly*, *BASIC*, *C*, *C++*, *C#*, *Fortran*, *Java*, *LabVIEW*, *Lisp*, *Pascal* и т.н..

2.2 PXI

PXI е здрава компютърна платформа за системи за измерване и автоматизация. PXI е както високопроизводителна, така и евтина платформа за внедряване за приложения като производствени тестове, военни и космически изследвания, мониторинг на машините, автомобилни и промишлени тестове. Разработена през 1997 г. и пусната през 1998 г., PXI е отворен индустриален стандарт, управляван от *PXI Systems Alliance (PXISA)*, група от повече от 70 компании, наети да популяризират стандарта PXI, да осигурят оперативна съвместимост и да поддържат спецификацията на PXI.



фиг.2 PXI инструменти

3. ИЗМЕРВАНЕ

3.1 Пресмятане

- Магнитно компенсирани: $I_{OM} = \frac{I_{OUT}}{2}$
- Електрическо отместване: $I_{OE} = \frac{I_o}{I_{SN}}$
- Токово компенсирани: $I_o = |I_{OM}| + |I_{OE}|$

3.2 Тестване на преобразуватели

Токовите преобразуватели от затворен тип (компенсирани) биват запечатвани. Това се прави поради

нестабилността на Хол Елемента, който е чувствителен на изместване клетката му спрямо магнитната сърцевина, а също така към влага температура и други външни влияния. Именно поради тази причина те биват заливани със смола, за да се избегнат тези смущения и да се „закрепи“ точността на преобразувателя. Точно това запечатване е и причина токовите преобразуватели от затворен тип да бъдат тествани два пъти.

Първия път е преди заливането. Веднага след монтирането на хол елемента се замерва „изместването“ на тока, както и точността на преобразувателя, след което той бива компенсирани с допълнително съпротивление за да бъде вкаран в желаната граница. Следва заливането със смола, което запечатва хол елемента и самия продукт, разбира се, се остава да изсъхне.

Вторият тест се прави след като продукта е престоял приблизително 7 часа. Прави се с цел да се докаже че Хол елемента не е прекомерно изместен от заливането, което ще влоши токовото отместване и точността на преобразувателя. Проблемата е, че при вторият тест продукта не подлежи на компенсация с допълнително съпротивление, тъй като е запечатан вече.

Разликата в двата електрически теста е в характеристиките на токовото изместване, което се цели – при първия се цели по-точен продукт, т.е. с по-стеснени граници, отколкото при втория, защото се очаква влошаване параметрите поради предстоящото заливане. Примера, който разглеждаме тук е *LAH 25-NP* цели изместване на тока $\pm 150 \text{ mA}$, като при първият тест границата, която се търси е $\pm 80 \text{ mA}$, а при втория $\pm 130 \text{ mA}$. [2]

Благодарности

Благодарности към ЛЕМ България за предоставените материали и инфраструктура.

Литература

1. Инженерни изследвания - Основи на експерименталните изследвания (Учебни записки), Доц. д-р инж. Румен Йорданов
2. LEM Solutions Handbook, 2014;
3. www.lem.com. Посетен на 09.10.2016г.

TESTING CLOSED LOOP CURRENT TRANSDUCERS

Grigor MIHALKOV¹ Hristiana NIKOLOVA²

¹ *Precise technique and measuring instruments* department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: grigor.mihalkov@gmail.com

² *Precise technique and measuring instruments* department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: hristqna@abv.bg

Abstract: Closed loop current transducers have several key characteristics that are taken into account when developing a test system, and they are the accuracy of measurement, as well as magnetic and electrical compensation. The data is acquired through DAS or DAQ, which converts analog information into digital. A computer platform for measuring and automation systems - PXI is also used. Closed loop current converters are sealed, and this is done due to the instability of the Hall Element, which is sensitive to the displacement of its cell relative to the magnetic core, as well as to moisture and temperature. They are filled with resin to avoid these disturbances and to "fix" their accuracy. This is the reason they are tested twice. The difference in the two electrical tests is in the characteristics of the current displacement, which is aimed at - the first is aimed at a more accurate product, i.e. with narrower boundaries than in the second, because deterioration of the parameters is expected due to the forthcoming flooding.

Keywords: Current, transducer, offset, Quality, test, accuracy

НОРМАТИВНА И СТАНДАРТИЗАЦИОННА БАЗА ЗА ДЕЙНОСТИТЕ ПО ПРОИЗВОДСТВОТО НА КАЧЕСТВЕНИ ВИНА И КОНТРОЛЪТ ВЪРХУ ТЯХ

Мими Даскалова

докторант в катедра Прецизна техника и уредостроене, Машиностроителен факултет, Технически университет - София, България
e-mail: mimi1992_pz@abv.bg

Резюме: В доклада са представени по-важните нормативни документи за производството на качествени вина. По-конкретно изследва по-важните документи и закони за изискванията към вината, както и контрол и методи за изпитване върху производството и търговията на лозаро-винарски продукти - вино, етилов алкохол, дестилати и спиртни напитки.

Ключови думи: производство на вино, качество на вино, наредба, контрол върху виното, закон за вино

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Осигуряването на качеството на производството на вино е от значение както за преките клиенти, така и за производителите. Клиентските изисквания са водещи, но производителите трябва да се съобразяват и с наложените законови изисквания, които защитават обществения интерес. За това всички производители трябва добре да спазват и да познават законите уреждащи изискванията за производство на качествени вина и винени продукти.

2. ЕВРОПЕЙСКО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО

Като страна членка на Европейския съюз България спазва приетите от Европейските законодателни институции правни актове. Двата основни източника на правото на ЕС са: първичното и вторичното право [3].

Първичното право се състои от договори, с които се определя правната рамка на Европейския съюз. Вторичното право се състои от правни инструменти, основани на тези договори, например регламенти, директиви, решения и споразумения. Решенията, препоръките и становищата не са взети предвид в настоящия доклад, тъй като те касаят конкретни случаи. Проектите на европейските нормативни документи се изработват от Европейската комисия, съгласуват се от Европейския парламент и Съвета на Европейския съюз и окончателно документите се приемат от

Съвета на Европейския съюз като най-висша законодателна институция в рамките на Съюза.

Освен регламентите и директивите, голямо значение за постигане на лоялна конкуренция и правилно функциониране на търговията в рамките на европейския пазар имат документите, разработени и приети от европейските организации по стандартизация. Стандартизацията е доброволен процес. Той се извършва от независими органи по стандартизация, които действат на национално, европейско и международно равнище.

Европейският орган, който имат отношение по производството и развитието на винарският сектор е OIV - Международната организация по лозата и виното (OIV) е междуправителствена организация с научно-технически характер, развиваща дейност в областта на лозарството и винарството, напитките на винена основа, десертното грозде, сушеното грозде и други лозаро-винарски продукти. Тя е създадена с международно споразумение, подписано в Париж на 3 април 2001 г., и е приемник на Международната служба по лозата и виното, която е създадена през 1924 г. с международна договореност от 29 ноември 1924 г. ународна организация по лозата и виното.

Европейското законодателство по въпросите, с които се занимава OIV включва по-специално:

2.1 Регламент (ЕО) № 2870/2000 на Комисията от 19 декември 2000 г. относно определяне на референтни методи на Общността за анализ на спиртните напитки.

2.2. Директива 2001/112/ЕО на Съвета от 20 декември 2001 г. относно соковете от плодове и

някои сходни продукти, предназначени за консумация от човека.

2.3. Регламент (ЕО) № 110/2008 на Европейския парламент и на Съвета от 15 януари 2008 г. относно определението, описанието, представянето, етикетиранието и защитата на географските указания на спиртните напитки.

2.4. Регламент (ЕО) № 606/2009 на Комисията от 10 юли 2009 г. относно определяне на някои правила за прилагане на Регламент (ЕО) № 479/2008 на Съвета по отношение на категориите лозаро-винарски продукти, енологичните практики и приложимите ограничения

2.5. Регламент (ЕО) № 607/2009 на Комисията от 14 юли 2009 г. за определяне на някои подробни правила за прилагането на Регламент (ЕО) № 479/2008

2.6. Регламент (ЕС) № 1169/2011 на Европейския парламент и на Съвета от 25 октомври 2011 г. за предоставянето на информация за храните на потребителите, за изменение на регламенти (ЕО) № 1924/2006 и (ЕО) № 1925/2006 на Европейския парламент .

2.6. Регламент за изпълнение (ЕС) № 203/2012 на Комисията от 8 март 2012 г. за изменение на Регламент (ЕО) № 889/2008 за определяне на подробни правила за прилагането на Регламент (ЕО) № 834/2007 на Съвета във връзка с подробни правила относно биологичното вино.

2.7. Регламент (ЕС) № 1308/2013 на Европейския парламент и на Съвета от 17 декември 2013 г. за установяване на обща организация на пазарите на селскостопански продукти и за отмяна на регламенти.

2.8. Регламент (ЕС) № 251/2014 на Европейския парламент и на Съвета от 26 февруари 2014 г. за определяне, описание, представяне, етикетиранието и правна закрила на географските указания на ароматизирани лозаро-винарски продукти и за отмяна на Регламент (ЕО) № 1601/91.

3. НОРМАТИВНА УРЕДБА В БЪЛГАРИЯ

Изпълнителната власт в Република България регламентира и упражнява контрол върху производството на вина. Едни от важните контролни органи върху производителите на вино са:

- Министърът на земеделието , храните и горите осъществява държавната политика в лозаро-винарския сектор;
- Министърът на икономиката осъществява държавна политика по отношение на производството на етилов алкохол от земеделски произход, дестилати от земеделски произход и на спиртните напитки

Контролът по спазване изискванията на закона по отношение на лозовите насаждения и лозаро-винарските продукти, плодовите вина и оцета се осъществява от Изпълнителна агенция по лозата и виното (ИЛВ) [4] към министъра на земеделието, храните и горите, която е юридическо лице на бюджетната издръжка със седалище София.

3.1. Законодателство на Република България - Закон за виното и спиртните напитки [1].

Този закон урежда условията и реда за производството, получаването, преработката, етикетиранието, търговията и контрола на гроздето, предназначено за производство на вино, вината, продуктите, получени от грозде и вино, плодовите вина, оцета, етиловия алкохол и дестилатите от земеделски произход, и на спиртните напитки, както и управлението и контрола на лозаро-винарския потенциал.

3.2. Контрол и методи за изпитване върху производството и търговията на лозаро-винарски продукти, вино, етилов алкохол, дестилати и спиртни напитки /от закона за виното/

При предлагане на пазара на гроздова, винена и джиброва ракия и бренди, произведени в Република България, продуктът се придружава със сертификат. За издаването на сертификата регистрираните производители на етилов алкохол от земеделски произход, дестилати и спиртни напитки подават заявление до съответната регионална лозаро-винарска камара. Сертификатът за автентичност се издава от регионалната лозаро-винарска камара, в чийто териториален обхват е извършено производство. При предлагане на пазара всяка партида от спиртни напитки се придружава от копие на протокол от изпитване, издаден от акредитирана лаборатория. Внасяните от трети държави с цел предлагане на пазара винени продукти и етилов алкохол от земеделски

произход, дестилати и спиртни напитки трябва да са в съответствие с изискванията за производство и търговско предлагане в държавата на произход, което се установява с атестация в оригинал, издадена от официален орган в държавата на произход. Продкутите предназначени за пряка консумация, трябва да са придружени и от протокол от изпитване, издаден от оторизиран орган в държавата на произход. Складирането и движението на етилов алкохол от земеделски произход, дестилати и спиртни напитки се извършват съобразно изискванията и по реда на Закона за акцизите и данъчните складове. Физико-химичен и микробиологичен анализ на продуктите се извършва от лаборатории, акредитирани съгласно БДС EN ISO/IEC 17025. Лабораториите, които извършват физико-химичен и микробиологичен анализ за целите на контрола се определят от: министъра на земеделието и храните – за изпитване на продуктите, министъра на икономиката, енергетиката и туризма – за изпитване на напитките. Официалните анализи в лозаро-винарския сектор се извършват от лабораториите на Агенцията на лозата и виното. За извършване на физико-химичен и микробиологичен анализ на продуктите в лабораториите се събират такси, които имат определена тарифа. Министърът на земеделието и храните и министърът на икономиката, енергетиката и туризма определят национални референтни лаборатории с правомощия, определени с правилника за прилагане на закона. Методите за изпитване за определяне състава на продуктите и правилата, по които се установява дали тези продукти са преминали през обработки, които не съответстват на разрешените енологични практики, са съотносими на препоръчаните от Международната организация по лозарство и винарство (OIV) и публикувани в “Официален вестник” на Европейския съюз методи за изпитване и енологични практики. Когато липсват методи и правила, препоръчани от Международната организация по лозарство и винарство, за изпитване се прилагат методи, приети от Европейската комисия. До приемането на такива правила се използват методите и правилата, определени в действащото законодателство. Условиата и редът за вземане на проби от продуктите се определят от правилника за

прилагане на закона. Органолептичната оценка на вина, гроздови ракии и бренди се извършва от дегустационни комисии и Централната дегустационна комисия към министъра на земеделието и храните. Устройството и дейността на дегустационните комисии се определят с правилника за прилагане на този закон. Изпълнителната агенция по лозата и виното осъществява контрол по спазване изискванията на закона по отношение на производствения потенциал, гроздето, предназначено за производството на вино, производството, преработката и търговията на лозаро-винарски продукти. Изпълнителната агенция по лозата и виното осъществява контрол в лозаро-винарския сектор съгласно разпоредбите на Регламент (ЕО) №1234/2007 на Съвета от 22 октомври 2007г. за установяване на обща организация на селскостопанските пазари и относно специфичните разпоредби за някои земеделски продукти.

Контролът върху производството и търговията на лозаро-винарски продукти се осъществява от длъжностни лица, оправомощени от изпълнителния директор Агенцията на лозата и виното. При упражняване на контролните си правомощия длъжностите лица имат право на свободен достъп до: лозовите насаждения, обектите за производство, съхранение и търговия на лозаро-винарски продукти, включително и до търговските обекти от допълнителните разпоредби на Закона за данък върху добавената стойност, транспортните средства, превозвачи лозаро-винарски продукти, дневниците, счетоводни и други документи, необходими за целите на контрола, като могат да изискват заверени копия от тях. При осъществяване на контрола длъжностните лица от ИАЛВ могат да изискват съдействие от други органи на изпълнителната власт. При извършване на проверки длъжностните лица от ИАЛВ се легитимират със служебна карта. Министърът на земеделието и храните със заповед утвърждава образец на служебната карта. При осъществяване на контролните си правомощия длъжностните лица извършват: документални проверки и проверки на място, вземат проби от лозаро-винарски продукти за физико-химичен и микробиологичен анализ и органолептична оценка, дават задължителни предписания в определен срок предлагат на

изпълнителния директор на ИАЛВ да издаде заповед за спиране експлоатацията на обект за производство или на части от него, или за спиране на определена дейност в обекта, пазят производствената и търговската тайна и не разгласяват данни от извършените проверки, уведомяват съответния специализиран орган за контрол, когато е на лице нарушение на друг нормативен акт. Нарушенията на този закон и на подзаконовите актове по прилагането му по отношение на производствения потенциал, гроздето, предназначено за производство на вино, производство, преработката и търговията на лозаро-винарски продукти се установяват актове, издадени от длъжностните лица. Наказателните постановления за нарушения се издават от изпълнителния директор на ИЛВ или от оправомощени от него длъжностни лица. Установяването на нарушенията, издаването, обжалването и изпълнението на наказателните постановления се извършват по реда на Закона за административните нарушения и наказания. При осъществяване на контролните си функции Агенцията на лозата и виното си взаимодейства с други органи на изпълнителната власт в рамките на тяхната компетентност. При необходимост от провеждане на съвместни проверки изпълнителният директор на Агенцията на лозата и виното писмено уведомява органите за вида на изискваното съдействие. В уведомлението се посочват обектът на проверката, нейният вид и продължителност. Изпълнителният директор на агенцията може да изисква от съответния орган предварителна информация във връзка с проверката, която се предоставя в срок от 7 работни дни. В случай на извършване на проверка от друг контролен орган на агенцията предоставя информация по компетентност в срок до 7 работни дни от постъпване на искането. В случай на установяване на нарушения по закона при извършване на проверка съответния контролен орган уведомява агенцията в срок до 10 работни дни за предприемане на действия по компетентност. За осъществяване на целите на контрола Агенцията на лозата и виното осигурява вземане на 30 проби от грозде за изтопен анализ, както и тяхната обработка и преработката във вино съгласно инструкция утвърдена от изпълнителния директор на агенцията. Пробите се анализират от

лаборатории с подходящо аналитично оборудване, отговарящи на общите критерии за работа на лабораториите посочени в ISO/IEC 17025 и участващи в система от тестове за професионална квалификация, свързани с методи за изтопен анализ. Министърът на земеделието и храните осигурява създаването на лабораториите и изпраща доказателство за съответствие в писмена форма до Съвместния изследователски център (СИЦ) на Европейската комисия с цел качествен контрол и потвърждаване на предоставената информация. Изпълнителната агенция по лозата и виното извършва изтопен анализ на компонентите етанол и вода на пробите съгласно референтните методи за анализ в лаборатории на Европейския съюз срещу заплащане на услугата. Министърът на икономиката, енергетиката и туризма осъществява контрол по спазване изискванията на закона по отношение на производството и търговията на етилов алкохол от земеделски произход, дестилатите и спиртните напитки. Контролът върху производството на етилов алкохол от земеделски произход, дестилати и спиртни напитки се осъществява от длъжностни лица, оправомощени от министъра на икономиката, енергетиката и туризма. При осъществяване на контрола длъжностните лица извършват: проверки на мястото на производствените обекти за установяване, наличието на необходимите технологични възможности за производство на заявените напитки или продукти, изправността на наличното технологично оборудване за производство на етилов алкохол от земеделски произход, дестилати и спиртни напитки, както и за съответствието му с вписаното в регистъра. Също така извършват проверки относно спазването на технологичните изисквания при производството на етилов алкохол и спиртни напитки. Извършват документални проверки и проверки на място за редовността и верността на вписванията в дневниците и за съответствието им с придружителните документи и стоковата наличност, вземат проби от етилов алкохол от земеделски произход, дестилати и спиртни напитки за физико-химичен анализ и за органолептична оценка. При осъществяване на контролните си функции Министерството на икономиката, енергетиката и туризма си взаимодейства с Министерството на вътрешните работи,

Министерството на земеделието и храните, Агенция “Митници”, Министерството на здравеопазването, Комисията за защита на потребителите и с други органи на изпълнителната власт в рамките на тяхната компетентност. Взаимодействието между Агенция “Митници” и Министерството на икономиката, енергетиката и туризма при прилагането на разпоредбите на този закон и на Закона за акцизите и данъчните складове се урежда със споразумение за взаимодействие, подписано от ръководителите на двете ведомства. При започване на проверка Министерството на икономиката, енергетиката и туризма писмено уведомява органите и за вида изисканото съдействие. Нарушенията на този закон и на подзаконовите актове по прилагането му по отношение на производството и търговията на етилов алкохол от земеделски произход, дестилати, спиртни напитки и вина се установява с актове, издадени от длъжностни лица.

3.3. Наредба за условията, на които трябва да отговарят качествените вина, произведени в определен район, реда и начина за тяхното утвърждаване [2].

С тази наредба се уреждат условията за производство на качествени вина, произведени в

определен район, редът и начинът за тяхното утвърждаване и условията, на които трябва да отговарят продуктите годни за производство на качествени вина, произведени в определен район.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В днешният забързан свят, в които живеем се нуждаем от повече качествени продукти на пазара, защото има прекалено много “фалшиви”. Затова е необходимо производителите на стоки и услуги да са запознати с изискванията, нормативната база и контрола при производството на качествени стоки. Темата е от голямо важно значение, защото консумирането на качествени храни и напитки е важно за опазването на човешкото здраве.

Литература

1. Закон за виното и спиртните напитки.
2. Наредба за условията, на които трябва да отговарят качествените вина, произведени в определен район, реда и начина за тяхното утвърждаване
3. <https://eur-lex.europa.eu/>
4. www.eavw.com
5. <https://www.lex.bg/>

NORMATIVE AND STANDARDIZATION BASIS FOR THE ACTIVITIES FOR THE PRODUCTION OF QUALITY WINES AND THE CONTROL ON THEM

Mimi Daskalova¹

¹ doctoral student in the Department of Precision Engineering and Instruments, Faculty of Mechanical Engineering, Technical University - Sofia, Bulgaria
e-mail: mimi1992_pz@abv.bg

Abstract: The report presents the most important normative documents for the production of quality wines. In particular, it examines the more important documents and laws on wine requirements, as well as controls and test methods on the production and marketing of wine products, wine, ethyl alcohol, distillates and spirits.

Keywords: wine production, wine quality, ordinance, wine control, wine law

CYBERSECURITY AND INFORMATION SECURITY

Ivan STANKOV¹ Grozdan HRISTOV²

¹Computer systems department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: istankov@tu-sofia.bg

²Computer systems department, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: grhristov@tu-sofia.bg

Abstract: With the growing advancement in digital technology and their wider use there is an increase in the necessity for protection which puts forth the questions connected to cybersecurity and information security. Multiple tries for ill-intentional access to data of a number of institutions and organizations with the goal to steal important and confidential information are being observed. With the increase of the attack frequency every serious organization has to urgently provide cyber- and information security. In the current article a number of threats for cyber- and information security as well as technical resources for risk minimization are viewed.

Ключови думи: cybersecurity, information security management

1. INTRODUCTION

Over the past years the complexity of the cyberattacks has increased which leads to the rising need for protection against them [1] [2] [3]. The use of the secure and faithful authentication protocol is introduced [4][5]. Political conflicts in the cyberdimension have evolved from information sabotage of a political or industrial company to waging information war [6].

2. INFORMATION SYSTEMS

An information system is a set of interconnected components that gather, manipulate, store data, distribute information with the goal to aid decision taking and providing a feedback mechanism [7]. The information system helps its users by analyzing and visualizing the gathered volume of data till a certain moment [8].

The components that need to be combined together for an information system to be produced are: people, software, data, network and procedures [9].

The most used types of information systems are:

- Management Information Systems;
- Transaction Management Systems;
- Decision Aiding Systems

On figure 1 are presented different information system types:

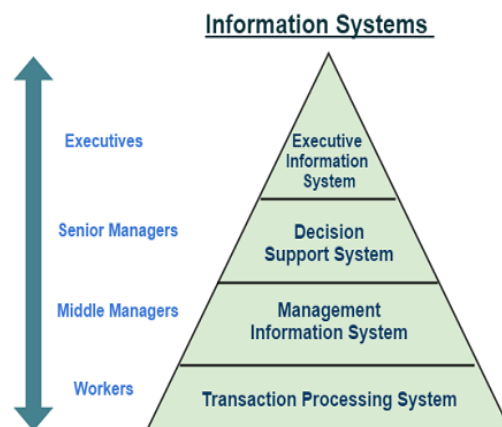


fig.1 Information systems [10]

2.1. Computer and information security in information systems

Computer and information security are one whole that aids the protection of information and hardware against robbery, damaging or natural disasters while at the same time providing access for legitimate customers.

Computer system security covers the processes and mechanisms that protect important or sensitive information from unauthorized access, change or destruction which can be caused by human manipulation as well as random events.

Information security means the protection of information confidentiality, integrity and availability (CIA). The popular triad of information security is presented on fig. 2: CIA Triad – Confidentiality, Integrity, and Availability) [11]. Security also covers the protection of information system resources from unauthorized access or compromising [12].

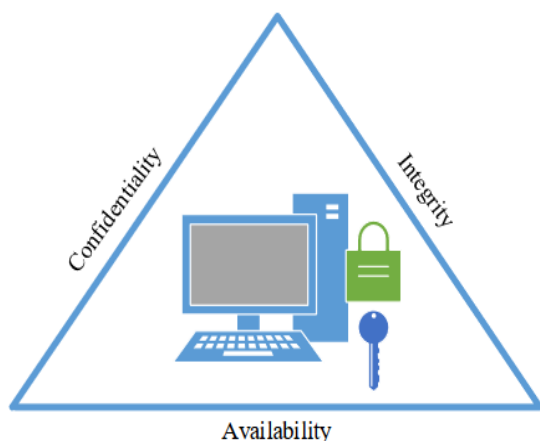


fig.2 Information security triad [12]

Data are unstructured facts about a given object. Alone they don't mean anything. After conversion the data becomes information. Often they are viewed as the lowest level of abstraction from which information and knowledge are derived [12].

The goals of information security are:

- 1) Information protection;
- 2) Gap identification in CIA Triad;
- 3) Information recovery after an incident.

A standard definition for cybersecurity doesn't exist. Basically it covers all taken preventive measures for protection in information systems and their users against unauthorized access, attacks and harms to guaranty data confidentiality, integrity and availability [13]. The use of Information Security Management System is increasing with the goal to properly protect owned or managed information [14].

The definition includes cyberincident prevention, discovery, reaction and recovery. The multiple cybersecurity threats can be classified by what they do with the data – disclosure, manipulation, destruction or unauthorized access or by the information security principles that are broken.

2.1. Difference between cybersecurity and information security

Despite the close meanings of the terms there is a difference between cybersecurity and information security. The similarity is that both concepts provide security and protection for computer systems from unauthorized access to certain data. The former protects data from cyberspace while the latter – the data as a whole. Cybersecurity takes care of protection of data and information for external sources and cyberspace or Internet [15].

Information security – “The state of being protected against unpermitted information usage, especially electronic data or taken measures to achieve this” [16].

Cybersecurity – “The state of being protected against illegal or unpermitted usage of electronic data or taken measures to achieve this” [17].

Cybersecurity is a state that is defined and measured by the level of confidentiality, integrity, availability, authenticity and reliability of the informational resources, systems and services. Cybersecurity is based on the efficient building and support of active and preemptive measures that are connected to its independent networks and informational infrastructure or can disrupt their work. The goal of cybersecurity is to preserve the availability and integrity of the networks and infrastructures as well as the information confidentiality that is contained within them [18].

Cybersecurity can be measured by at least one of the following three goals:

- 1) Protects data confidentiality;
- 2) Preserves data integrity;
- 3) Helps with data availability for authorized users.

Cybercrimes are malicious activities of separate individuals or organized groups for acquiring valuable data or financial resources [19].

3. THREATS AND ATTACKS

The threats and attacks can be divided as shown on fig. 3.

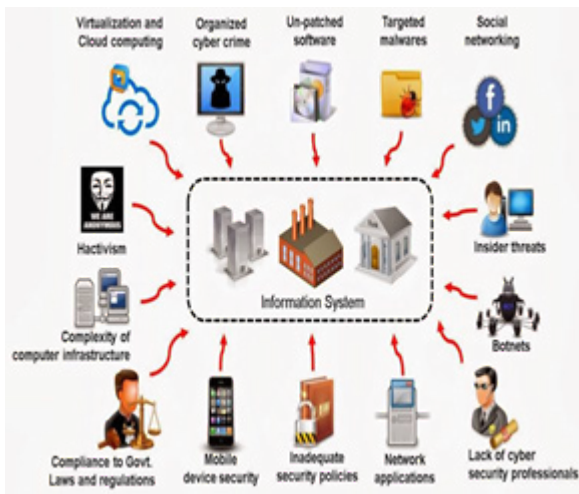


fig.3 Information security attacks [20]

3.1. Network based threats and attacks

Network based attacks can be conditionally divided as follows [21] [22]:

- Port Scanning Attacks;
- Attacks with traffic listening (Eavesdropping);
- Denial-of-service (DoS) attack;
- Distributed denial-of-Service (DdoS) attack;
- Session hijack/ Environment penetration – Man-in-the Middle attack;
- ARP Poisoning – redirecting the IP address to another MAC address;
- DNS Poisoning – Modification of the DNS records.

3.2. Social network attacks

Social network attacks can be presented as follows :

- Evil twin attack – creation of a fake profile of a real person and contacting the friends of the target with the goal of gathering personal information;
- Drive-by Download – redirecting the user from the social network to a site with malicious software;
- Clickjacking – attack that forces the user to click on a malicious link;
- Password Stealer – software that is installed from the social network and intercepts the user’s passwords.

3.3. Software based threats

Attacks carried out against specific software – operational system, information system or application.

The goal of these attacks is to stop the function of a given object or to disrupt the processed information.

Malware – this is a collective term for different types of software designed to damage, disrupt the function, steal, destroy or as a whole have a negative effect or take illegal actions within a computer system [19].

Based on their spread they are divided into: viruses, worms and Trojan horses.

Based on its activities Malware is divided into [23]:

- Spyware – software that tracks all operation on a given computer and discloses the gathered information to interested parties;
- Rootkit – collection of software tools that allows remote access to and control over an electronic system [24];
- Adware – malware that redirect the browser towards web ads, some of which even download malicious software.

The attack types toward applications are: direct access attacks, Injection Attacks – SQL, Zero Day Exploit, Attachment Attack, Back Doors, and Trap doors.

3.4. Security technical resources

The technical resources, connected to information and communication system hardware and software protection, can be summarized as follows:

- Resources for physical protection of computer systems against stealing and unauthorized access;
- Resources for access control – firewalls, passwords, usage of biometrical data;
- Network Intrusion Prevention Systems (NIPS) and Network Intrusion Detection Systems (NIDS).
- Resources for coding – public and private cryptographic keys;
- Resources for authentication – digital certificates, electronic signatures;
- Resources for protection against electromagnetic disturbances and impulses (EMI/RFI shielding);
- Resources for network control [25].

4. CONCLUSION

The rapid development of information technologies leads to new threats and technics for their discovery and exploitation in cyberspace. As a result from the analysis of the tendency that the number of cyberattacks has increased over the last years it is necessary to define adequate counter measures and protection against cyberterrorism. Because of the problem's complexity the measures have to be technical and technological, physical, legislative and organizational.

In order to decrease the risk of security threats each organization has to follow their approved steps for security assuring.

Sources

1. <http://rnda.armf.bg/wp/wp-content/uploads/2015/03/Parameters-in-Cybersecurity.pdf>, Accessed on 07.07.2020.
2. Odun-Ayo, O. Ajayi, and S. Misra, "Cloud computing security: Issues and developments," in Proceedings of the World Congress on Engineering, vol. 1, 2018.
3. Borrelli M., Malware and Computer Security Incidents: Handling Guides, New York : Nova Science Publishers, Inc. 201.
4. Simpson W., Foltz K., "Insider threat metrics in enterpriselevel security." IAENG International Journal of Computer Science, vol. 45, no. 4, pp. 610–622, 2018.
5. Spremi M., Simunic A., "Cyber security challenges in digitaleconomy," in Proceedings of the World Congress on Engineering, vol. 1, 2018, pp. 341–346.
6. <http://ebox.nbu.bg/sec16/pdf/50.pdf>, 07.07.2020.
7. Захариева Й., PhD, Информационни системи, Edition: 2014, Publisher: За буквите, ISBN: 978-619-185-112-6.
8. <https://www.javatpoint.com/cyber-security-information-system-introduction>, 07.07.2020.
9. Kwaa-Aidoo E., Agbeko M., An Analysis of Information System Security of a Ghanaian University, International Journal of Information Security Science, Jun 2018, Vol. 7 Issue 2, p90-99.
10. https://www.assignmenthelp.net/assignment_help/what-is-information-systems-and-types, 07.07.2020.
11. Utamuratovich K., Improvement of information security cases and classification systems, European Science Review, May/June 2018, Issue 5/6, p86-90
12. https://www.mtitc.government.bg/upload/docs/2015-11/MTI_TC_D4_NarachnikKiberSigurnost_n.pdf, 07.07.2020.
13. https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/BRP_CYBERSECURITY/BRP_CYBERSECURITY_BG.pdf, 07.07.2020.
14. Dombora C., Parameters and guidelines of enforceable information security management systems, Interdisciplinary Description of Complex Systems, 2019, Vol. 17 Issue 3-A, p485-491.
15. <https://www.computersciencedegreehub.com/faq/what-is-the-difference-between-cyber-security-and-information-security/>, 07.07.2020.
16. <https://www.riskmanagementstudio.com/information-security-vs-cybersecurity/>, 07.07.2020.
17. <https://www.securitymagazine.com/blogs/14-security-blog/post/89383-cybersecurity-information-network-security-information-assurance-whats-the-difference>, 07.07.2020.
18. <https://postvai.com/books/web-tehnologii-nacionalna-sigurnost.pdf>, 07.07.2020.
19. <http://journals.mu-varna.bg/index.php/sm/article/viewFile/4474/3995>, 07.07.2020.
20. https://www.google.com/imgres?imgurl=http%3A%2F%2F158.42.105.151%2Fmediawiki%2Fimages%2F1%2F1a%2FAttacks.png&imgrefurl=http%3A%2F%2F158.42.105.151%2Fmediawiki%2Findex.php%2FInformation_security&tbid=TxvIviD5eXpzwM&vet=12ahUKewjtoP_OzoLTAhVQ-YUKHTk3ANwQMygBegUIARCyAQ..i&docid=CtWoIYA Yhwmk5M&w=768&h=444&q=Information%20security%20attacks&client=firefox-b-d&ved=2ahUKewjtoP_OzoLTA hVQ-YUKHTk3ANwQMygBegUIARCyAQ, 07.07.2020.
21. Upadhyay R., P. Singh P., Modeling and control of computer virus attack on a targeted network, Physica A, Jan 2020, Vol. 538, pN.PAG-N.PAG
22. Denchev S., Information Security, Академично издателство „Забуквите – Описменехъ“, 2019, ISBN 978-619-185-369-4
23. Borrelli M., Malware and Computer Security Incidents: Handling Guides, New York : Nova Science Publishers, Inc. 2013
24. <http://www.sofiaforum.bg/imgpool/file1420139003.pdf>, 07.07.2020.
25. https://cio.bg/digitalizacia/2011/07/15/3446566_aspekti_na_kibersigurnostta/, 07.07.2020.

КИБЕР СИГУРНОСТ И ИНФОРМАЦИОННА СИГУРНОСТ

Иван СТАНКОВ¹ Гроздан ХРИСТОВ²

¹катедра „Компютърни системи“, Технически университет - София, България
e-mail: istankov@tu-sofia.bg

²катедра „Компютърни системи“, Технически университет - София, България
e-mail: grhristov@tu-sofia.bg

Резюме: С все по-големия напредък на дигиталните технологии и все по-разширената им употреба нараства необходимостта на тяхната защита, което води до актуалността на въпросите, свързани с кибер сигурността и информационната сигурност. Наблюдават се множество опити за недобронамерен достъп до данни на редица институции и организация, целящи открадване на важна и конфиденциална информация. Със зачестяването на атаките, все по-належаща е необходимостта всяка сериозна организация да се обърне внимание към осигуряване на кибер и информационната си сигурност. В настоящата статия се разглеждат някои заплахи, касаещи кибер и информационната сигурност, както и технически средства, които да спомогнат за намаляване на риска, свързан със сигурността.

Ключови думи: кибер сигурност, управление на информационна сигурност

РАЗРАБОТВАНЕ НА ПОТРЕБИТЕЛСКИ ИНТЕРФЕЙС ЗА СИСТЕМА ЗА ИЗБОР НА КОНСТРУКТИВНИ АЛУМИНИЕВИ ПРОФИЛИ

Мелят СЕВИМ

катедра „Автоматизация на дискретното производство”, Технически университет - София, България
e-mail: melyat@abv.bg

Резюме: В настоящата статия са дадени основните стъпки при работа с разработената системата за избор на конструктивни алуминиеви профили. Разработен е потребителски интерфейс за система и е описана последователността на работата с него.

Ключови думи: потребителски интерфейс, търсене на профили, избор на 3D модели.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В [1] е разработена БД с основните параметри на конструктивните алуминиеви профили, в която те са разпределени на групи по определени признаци, като на всяка група е присвоен уникален код. В отделните групи се съдържа информация за различните типоразмери профили и техните разновидности (типове), предлагани на пазара.

За всеки типоразмер в базата данни се съдържа основна информация, като е предвидена възможност за генериране на 3D модел на избрания профил.

В разработваната система се използва реляционна база данни [1], в която информацията се съхранява във формата на Excel таблици, в която се съдържа информация за различните типоразмери, профили и техните разновидности. Всички операции с необходимите данни се свеждат до операции с тези таблици. Реляционният модел е единственият от всички, който осигурява еднакво представяне на данните. Редактиране на информацията за профилите от дадена група се извършва чрез промяна на информацията за типоразмерите на профилите от избрана група или добавяне на нови. Направените по този начин промени с БД, се отчитат автоматично, при генериране на 3D модел на профила в САД среда и не е необходимо да се правят други промени в системата. Добавяне на нови групи профили се извършва чрез добавяне на нова Excel таблица, съдържаща информация за различните типоразмери профили от нова група.

Целта на настоящия проект е да се разработи потребителски интерфейс за работа със системата, която да подпомага търсене на подходящи профили.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Разработваната система за избор на конструктивни алуминиеви профили трябва да решава следните задачи.

Възможност потребителя в диалогов режим да дефинира, своите потребности;

Търсене в базата данни на подходящ профил; Извеждане на намерената информация за търсения профил в подходяща форма.

Основните стъпки са при работа със системата са:

- **Кодирание**- първата стъпка е генериране на код съответстващ на търсения профил. По този начин се стеснява областта на търсене в БД на системата- фиг.2.
- **Търсене в БД**- първоначалното търсене в БД на системата става чрез генерираня в началото на работата със системата код. След намиране на групата съответстваща на търсения профил, потребителя получава възможност да избере профил с подходяща форма и типоразмер- фиг.3.

генерира нов код и да се извърши ново търсене на профил с параметри близки до зададените.

- **3D модел**- на този етап потребителя определя необходимостта от генериране на 3D модел на търсения профил. Ако това е необходимо се преминава към извеждане на намерената информация за търсения профил.

- **Генериране на 3D модел**- когато е необходимо генериране на 3D модел, системата използвайки наличната в БД информация за формата и размерите на профила с помощта на САД система, извършва автоматизирано генериране на желания модел.

- **Извършване на информация**- на последния етап от работата на системата, към потребителя се извежда желаната от него информация за търсения конструктивен алуминиев профил.

Редактиването на създадената БД на системата може да стане чрез:

Редактиране на информация за профилите от дадена група- извършва се чрез промяна на информацията за типоразмерите на профилите от избрана група или добавяне на нови. Направените по този начин промени в БД, се отчитат

автоматично, при генериране на 3D модел на профила в САД среда и не е необходимо да се правят други промени в системата.

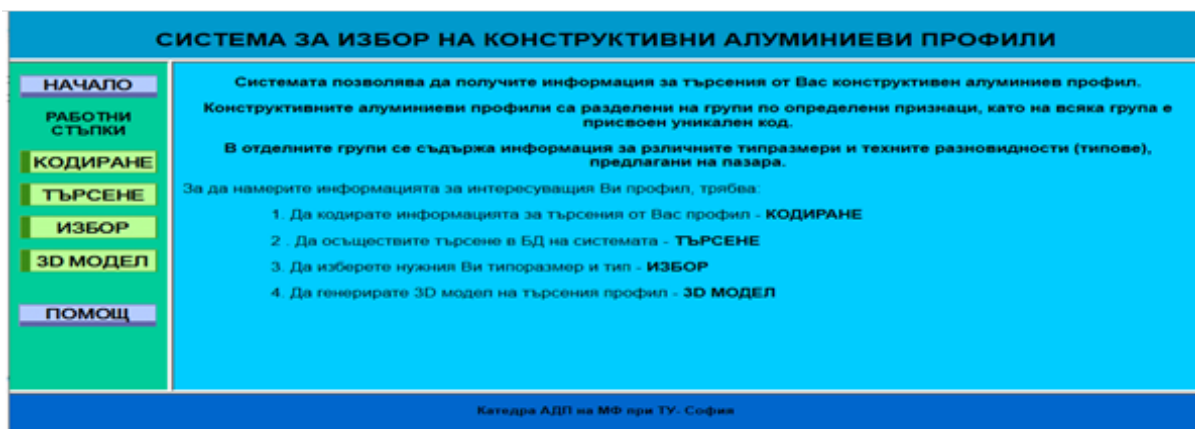
Добавяне на нови групи профили- извършва се чрез добавяне на нова Excel таблица, съдържаща информация за различните типоразмери профили от новата група. За всяка група трябва да се разработи нова таблица. В зависимост от конфигурацията на профила, някои от колоните на шаблона, съдържащи информация за неговата геометрия, могат да се премахнат или да се добавят нови.

При работа със системата трябва да се изпълняват следните стъпки.

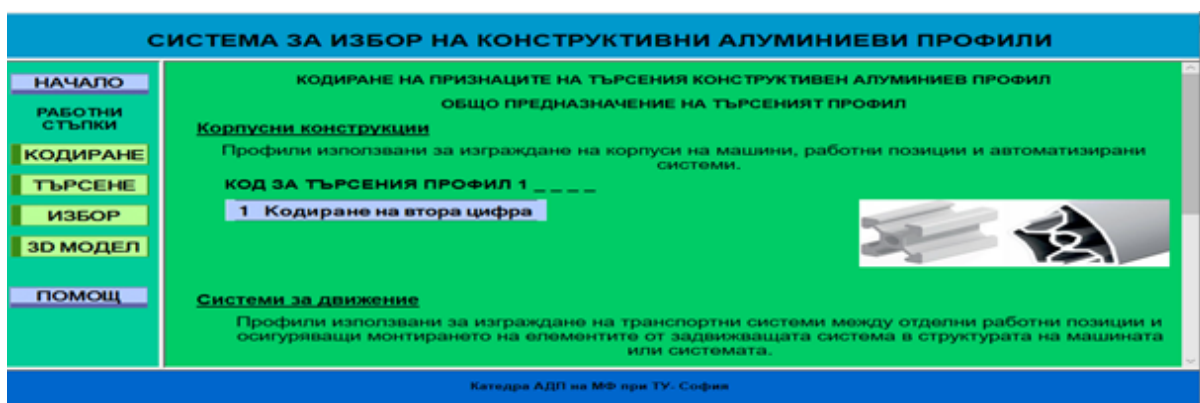
- кодиране на информация за търсения профил;
- търсене в БД на системата;
- избор на типоразмер и тип профил;
- генериране на 3D модел на профила.

Работата на потребителския интерфейс, трябва да е синхронизирана с алгоритъма на работа на разработваната система.

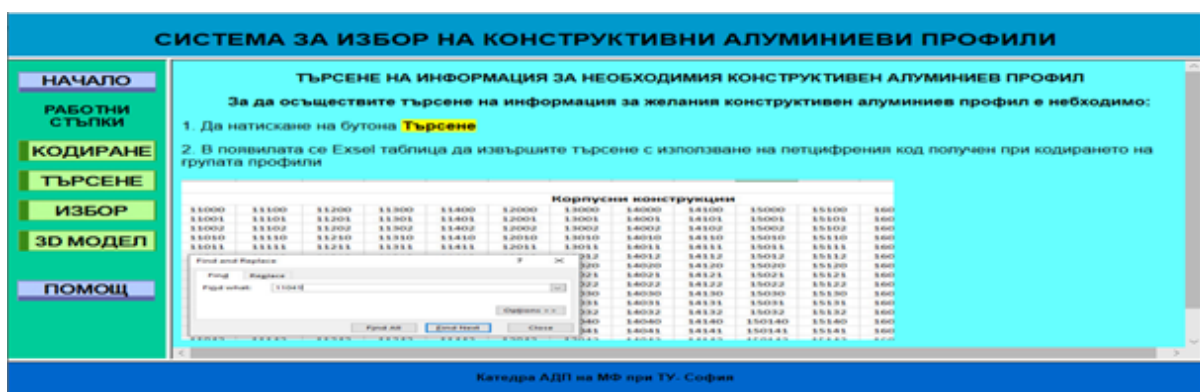
На фиг.1 е показана началния прозорец на интерфейса.



Фиг.1. Начален прозорец на интерфейса



Фиг.2. Прозорец кодиране



Фиг.3. Прозорец търсене

Търсенето на подходящ профил е свързано основно със следните критерии:

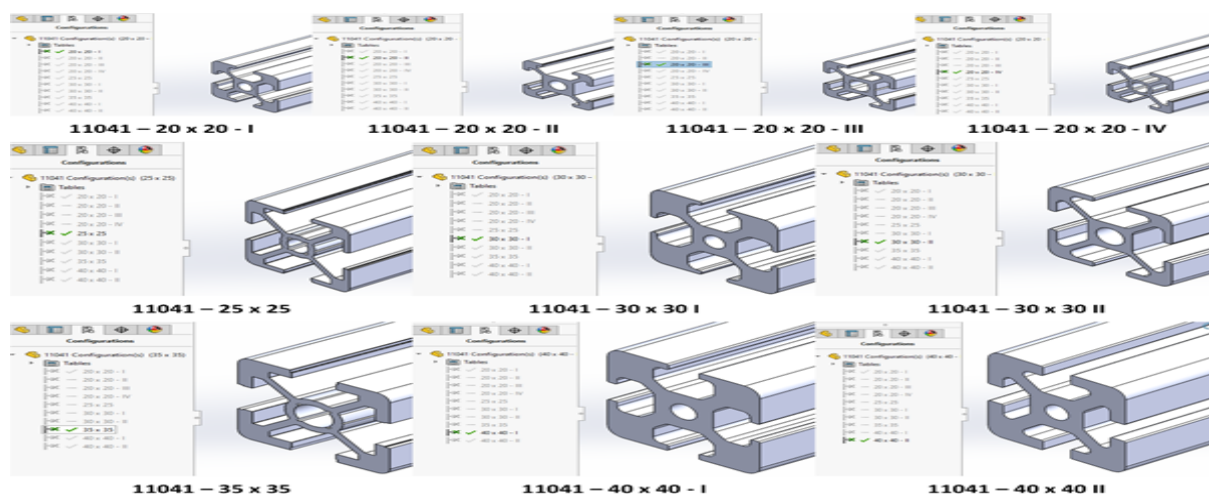
Подходящи габаритни размери на напречното сечение - те трябва да осигурят възможност за вграждане на профила в разработваната конструкция;

Подходящи присъединителни размери - те трябва да осигуряват възможност за свързване на профилите в желаната конструкция и възможност

за монтиране на допълнителни възли и детайли в нея.

Подходящи физико механични свойства - те трябва да осигурят необходимата стабилност и устойчивост на конструкциите, в които ще се използва профила.

Създадените с помощта на дизайн таблицата 3D модели на конструктивните алуминиеви профили от група **11041** са показани на фиг.4.



Фиг.4 3D модели на профил от група 11041

Отчитайки, незначителните разлики във физико механичните свойства на използваните за изработването на конструктивните алуминиеви профили материали и изброените по-горе Потребителският интерфейс на разработваната система, в диалогов режим, трябва да решава следните задачи:

- генериране на код за търсенят конструктивен профил, съгласно разработената кодираща таблица, която е използвана в предишната статия;
- избор на подходящ типоразмер профил от избраната група профили;
- извеждане на информация за търсения профил;
- генериране на 3D модел на избрания профил и записването му в подходящ формат.

4. РЕЗУЛТАТИ

Разработена е потребителски интерфейс за работа със системата. Той позволява в диалогов режим потребителя на системата да въвежда информация, свързана с основните параметри на търсения профил, в резултат на което системата генерира код на групата. С този код се извършва

критерии, определящи за търсенето на подходящ профил, са габаритните и присъединителните му размери. Те са определящи и за якостта на избрания профил.

търсена в БД на системата, след което намерената информация се извежда към потребителя.

Интерфейсът е разработен с използване на HTML, което ще позволи използването на системата на различни браузъри.

Интерфейсът е създаден за системата, която разработваме и е съобразен с нейната структура.

Литература

1. Севим М., Избор на модел за създаване на база данни, Българско списание за инженерно проектиране, брой 40, октомври 2019 г. ТУ-София. ISSN 1313-7530, (219-222)
2. Севим М., С. Николов, Определяне на базови размери за различни типове конструктивни алуминиеви профили, Автоматизация на дискретното производство, брой 1 юли 2019 г., ТУ-София ISSN: 2682-9584 (122-126)
3. Трифонова Цв., Практикум по бази от данни, В. Търново, <https://www.researchgate.net/>, 2012
4. <https://technokom.bg/catalog/view/43> Посетен на 01.10.2020г.
5. <https://multiengineering-bg.com/aluminievi-profilipaletii/>. Посетен на 02.10.2020г.

USER INTERFACE DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR SELECTION OF STRUCTURAL ALUMINUM PROFILES

Melyat SEVIM

¹Department of Automation of Discrete Production, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: melyat@abv.bg

Abstract: This article gives the main steps in working with the developed system for selection of structural aluminum profiles. User interface for the system has been developed and is described the sequence of work with it .

Keywords: user interface, profile search, selection of 3D models.

ПРИЛОЖЕНИЕ НА 5G КОМУНИКАЦИЯТА ЗА ВИСОКОСКОРОСТНИ ЖЕЛЕЗНИЦИ

Ивайло ТОПАЛОВ¹, Ади КОРУНИ²

¹катедра „СОТС“, ВТУ „Тодор Каблешков“, – София, България
Е-майл: ivo.topalov@gmail.com

²катедра „СОТС“, ВТУ „Тодор Каблешков“, – София, България
Е-майл: koruni@abv.bg

Резюме - Внедряването на 5G телекомуникационни технологии като носещи услуги за подвижния състав с IP видеонаблюдение с помощта на изкуствен интелект (AI) придвижва напред съвременното развитие на железопътен транспорт в България и Европа и това води до увеличаване на скоростта и съответното разработване на безопасни системи за управление на високоскоростни железници (HSRs). В тази статия се проследява напредъкът на LTE-R в Европа и Китай и се проучват техническите възможности на 5G за създаване на IP система за видеонаблюдение на железопътния транспорт, базирана на обединена LTE-R и GSM-R концепция. Специално внимание е обърнато на функционалните характеристики на 5G комуникацията за реализацията на подвижен блок за ERTMS L3 като едно от следващите поколения железопътни осигурителни системи, които в момента са подложени на пробни тестове, обещавайки по-добри показатели за разходи и надеждност.

Ключови думи - LTE-R, GSM-R, ETCS, IP – видеонаблюдение, Изкуствен интелект, HSRs

I. ВЪВЕДЕНИЕ

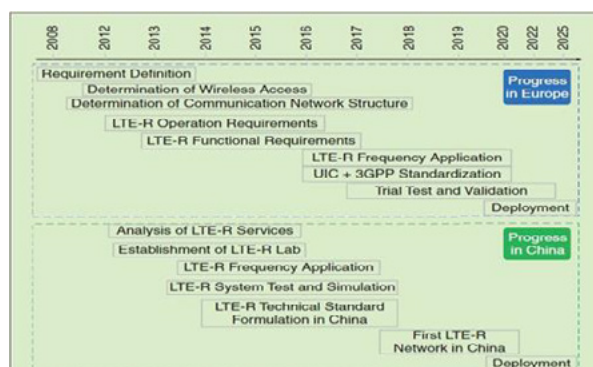
GSM-R се използва като носител за гласова комуникация и безопасно предаване на информация за железопътната сигнализация до локомотивите за прилагане на ETCS (Европейска система за управление на влаковете) нива 2 и 3. В някои европейски региони с интензивен железопътен трафик GSM-R честотната лента с 19 канала около 900 MHz, както и нейното разширение [1], запазени за GSM-R гласова комуникация и ETCS предаване на данни [2,3], не са достатъчни за извършване на влакови комуникационни и осигурителни услуги.

Информация в реално време за препятствия по железопътната линия е необходимо да бъде доставена до машинистите за реакция на спирачно разстояние на локомотивите, така че предаването на видео данни от Центъра за управление на мрежата за цифрово видео наблюдение към подвижния състав е все по-актуално [4,5,6], но досега не се предоставя като стандартно приложение.

II. ОТ GSM-R ДО LTE-R

От 2014 г. проект на Международния Съюз на Железниците (UIC), известен като Бъдещата Железопътна Система за Мобилна Комуникация

(FRMCS), започна да оценява и оформя бъдещето на HSR мобилните комуникации и да идентифицира подходящи кандидат-технологии за замяна на използвания понастоящем GSM-R, който е остарял. Необходимо е нова система, която да отговаря на оперативните нужди на HSR, с възможност да бъде съвместима с LTE, предлагайки нови услуги, но съвместно да съществува с GSM-R за дълъг период от време. Изборът на подходяща система за безжична комуникация за HSR трябва да отчита такива въпроси като производителност, атрибути на услугата.



Фиг.1 LTE-R напредък в Европа и Китай

Системите от пето поколение (5G) са налични в Европа и следователно са подходящи за тестване за нови железопътни приложения. С оглед на производителността и нивото на зрялост на LTE, LTE-железопътната линия (LTE-R) вероятно ще бъде следващото поколение на комуникационни системи HSR [7,8] и следователно бъдещата визия за HSR безжичните технологии ще разчита на графика за стандартизация и създаване на LTE-R, както е показано на фиг.1.

В Европа остряването на GSM-R се прогнозира до 2030 г., а новото поколение ще се внедрява от 2025 г. с 5 години за миграция. LTE-R представя много предимства като по-голяма честотна лента, по-висока скорост на данни и по-различно покритие.

Обществената LTE също така предоставя връзки за оперативни данни с някои не критични за безопасността изисквания и може да допълни специализирани частни мрежи (Табл. 1).

Табл. 1 Системни характеристики на GSM-R и LTE-R

Параметри	GSM-R	LTE-R
Всички са IP в основен режим	НЕ	ДА
Честота	DL:921-925 MHz, UL:876-880 MHz	450 MHz, 800 MHz, 1.4 GHz and 1.8 GHz
Честотна лента	0.2 MHz	1.4 -20 MHz
Модулация	GMSK	QPSK and 16 – QAM
Пикова скорост на данните	DL/UL : 172 Kbps	DL:50 Mbps, UL:10 Mbps
Пикова спектрална ефективност	0.33 bps/Hz	2.55 bps/Hz
Препредаване на пакети	Няма (серийни данни)	Намалено (UDP пакети)
MIMO	НЕ	2x2
Мобилност	500 km/h	500 km/h
Хендовър	≥ 99.5 %	≥ 99.9 %

III. GSM-R ТЕХНОЛОГИЯ ЗА ДИСТАНЦИОННО ЦИФРОВО ВИДЕО НАБЛЮДЕНИЕ (RRDVS)

В [4] мобилна концепция за GSM-R RRDVS беше създадена. Концепцията е разработена като Глобална концепция за отдалечено железопътно цифрово видео наблюдение, събираща всички видео изображения и потоци за всеки контролиран железопътен участък в Центъра за управление на цифровото видео наблюдение [5]. Тъй като влаковете радия имат GPS приемник като опция, в [6] е даден пример за дистанционно железопътно цифрово видео наблюдение с GPS навигационна структура. По времето на тези проучвания се смяташе, че GSM-R ще следва концепцията 3GPP за разширяване на честотната лента. Но ограниченията за пакетна комуникация в изискванията на EIRINE и малкият обем на GSM-R внедрени системи в сравнение с търговския GSM прави днес GSM-R не подходящ за широколентов поток, идващ от камерите с висока разделителна способност.

IV. 5-ТО ПОКОЛЕНИЕ

Новата система 5G цели две основни цели: Първо, промяна в начина, по който мобилните потребители могат да усвоят нови технологии и функционалности, с които от една страна да могат да подобрят няколко ключови индикатора за ефективност на системата (KPI), а от друга да успеят да облекчат някои системни ограничения. Второ, да предостави за първи път в уникална рамка истинска синергия и безпроблемна интеграция на наследените системи с така наречените „5G вертикали“, т.е. домейни и бизнеси, различни от телекомуникационната област, като управление на автомобили и като цяло, Интелигентни транспортни системи (ITS).

1) 3GPP 5G Фаза 1 и Фаза 2

3GPP организира своята работа разделяйки темите, които да бъдат стандартизирани в множество паралелни дейности по йерархичен начин. Фокусът върху комуникационните системи е организиран в три групи от високо ниво, наречени Групи за технически спецификации (TSG), които са:

- Радио достъп до мрежата (RAN)
- Сервизни и системни аспекти (SA).
- Основна мрежа и терминали (CT).

Когато към стандартите трябва да се добави нова функция или функционалност, TSG работят в тристепенен цикъл от дейности, наречени Етап 1, Етап 2 и Етап 3, всеки от които частично се припокрива с останалите и захранва следващия по реда чрез неговия изход.

- **Етап 1:** Първоначални сценарии и случаи за въвеждане се нови услуги и приложения, заедно със свързаните с тях (нови) изисквания към архитектурата на системата;

- **Етап 2:** Предлагане на промени в различни части от архитектурни блокове, протоколи и съобщения на комуникационни системи в долните ISO / OSI слоеве.

- **Етап 3:** Накрая също се подобряват и горните слоеве от протоколните стекове, заедно със свързаните нови комуникационни протоколи и съобщения, за да изпълнят новите услуги в подобрената системна архитектура.

2) 5G Фаза 1

Фиг. 2 показва времевата линия на текущите издания 15 и 16 [9]. Първият набор от 5G функции е съставен от няколко технически спецификации, които бяха завършени в издание 15 и това се нарича „5G Фаза 1“.

Издание-15 се фокусира основно върху услугите на подобрена мобилна широколентова връзка (eMBB) и работи върху изграждането на основните блокове на новата 5G система, описвайки новата част за достъп до 5G система, наричана още Ново Радио (5G NR) и новата 5G основна мрежа (5GC).

3) 5G Фаза 2

Издание 16, планирано по време за началото на 2016 г. бе започнато в края на 2017 г., неговото определяне е за Етапи 2 и 3, като по принцип се занимава с другите два сценария на използване [9].

Съдържанието на новите характеристики и функционалности, въведени от Издание – 16, считани за еволюция на 5G системата, дефинирана в 5G фаза 1, се нарича „5G Фаза 2“.



Фиг. 2 Времева линия за Етапи 1 и 2

Най-общо ИЗД-16 може да се раздели на две групи основни дейности или функции, т.е. елементи за ефективност. Първите са комбинация от системни подобрения и подобрения в различни области, които могат да се разглеждат като еволюция на предишните версии и целят цялостно подобряване на основните функционалности на 5G системата, тъй както са определени от 5G фаза 1.

V. РАДИОНАВИГАЦИЯ И ETCС ПОЗИЦИОНИРАНИ ТЕХНОЛОГИИ

GPS има някои ограничения, които трябва да се имат предвид при използването му като основна навигационна система. Сигналите могат да бъдат изкривени от наземни излъчватели като радиостанции, радарни системи, електропроводи с високо напрежение и други смущения. Работата на GPS навсякъде по Земята е засегната от многолъчевото разпространение на сигнала (поради отражения и отклонения в сгради, дървета и др.), както и промените в общото съдържание на електроните в йоносферата, шума от приемника, грешки на часовника и сателитна конфигурация. Като се вземат предвид причините, посочени по-горе, за да достигнат изискванията на SIL4.

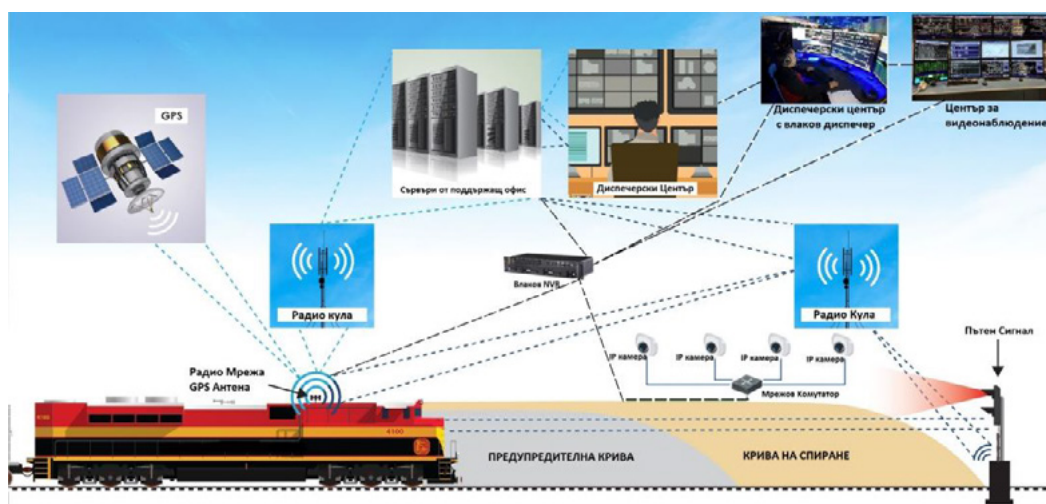
VI. 5G КОНЦЕПЦИЯ ЗА GPS КОНТРОЛИРАНО RRDVS

Дизайнът на 5G GPS контролирана RRDVS система като мрежова конфигурация се основава на структура, характерна за 5G LTE-R комуникационна платформа [11].

На фиг. 3 е даден общият изглед за 5G GPS управляван RRDVS.

Контролът върху наблюдението на движението на влаковете използва резервирана безопасна сървърна железопътна инфраструктура, облачна система, базирана на частна оптична мрежа. В релсови участъци без оптичен гръбнак, 5G с радиорелейна връзка е по-ефективен за приложение, но по-малко надежден. Железопътните NVRs събират и записват в диспечерски център видеоклиповете от IP камери за движението на подвижен състав в близост до опасните пътни участъци, железопътни гари, нива на пресичане и др. Положението на влака се наблюдава от многосистемен GPS, както и информация за влака от репозиционните бализи могат да бъдат извлечени от RBC, когато са налични ETCS нива 2 или 3, а за ниво 1 информацията за местоположението на влака също може да бъде получена от бализите.

Пакетен поток с видео в реално време на заминаващи / пристигащи влакови композиции от перонните на гарите се изпращат едновременно до железопътния диспечер, охранител и до втория машинист на влака от HSR (или CR). Контролът на превозното средство се извършва автоматично във влака. Информацията е на разположение на началник влака или на охраната на влака и според нуждите я изпращат до кабината на влака и локомотива. DVS диспечерът може да го извлече чрез LTE-R низходяща връзка, за да разреши възникнал проблем.



Фиг. 3 5G концепция за GPS контролирано RRDVS

В табл. 2 се сравняват традиционните услуги на GSM-R и някои функции на LTE-R.

Табл. 2: Функционалните изисквания на стандарта за LTE-R

Точка	Функционални Изисквания
Услуга за гласово повикване	Индивидуално гласово повикване, обществено спешно повикване, оповестяване със спешно повикване, групово повикване, многостранно гласово повикване
Услуги за данни	Услуга за мултимедийни съобщения, обща услуга за данни, услуга за управление на влака

Услуга за видеообаждане	Индивидуално видео повикване, групово видео повикване, предаване на видео изображение
Функция за обаждане	CID филтриране, приоритет на обаждане, обособена потребителска група
Железопът на услуга	Функционално адресиране, базирано на позиция адресиране, аварийно повикване в железопътния транспорт, маневрен режим, директен режим

За да даде възможност за съвместимост с ETCS-3, LTE-R осигурява предаване на информация в реално

време на контролна информация по безжични комуникации с по-малко от 50 ms закъснение. Докато информацията за местоположението на влака се открива от релсова верига или чрез броячи на оси в ETCS 1, позициониращите бализи в ETCS-2, ETCS-3 и навигацията в LTE-R, информацията за местоположението на влака се открива от RBC и изпраща до бордовото радио оборудване.

LTE-R е по-малко податлив на смущения, тъй като използва специално кодиране в широки диапазони, има обхват на покритие над няколко километра и поддържа управление на мобилността, което позволява намаляване на времето за прехвърляне между съседни клетки. [12].

VII. ETMS/ETCS НИВО 3 ВАРИАНТИ И РЕАЛИЗАЦИИ

Ниво 3 се осъществява в 4 различни варианта [5]:

- Бордови блок без четене на пътното оборудване
- Бордови блок с четене на пътното оборудване
- Фиксиран виртуален блок без четене на пътното оборудване
- Фиксиран виртуален блок с четене на пътното оборудване.

Ниво 3 ETCS се основава на общо радио решение [2]. Положението на влака се отчита обратно в RBC (Радио Блок център) поне на всеки пет секунди. Тази информация се основава на данните, получени от поредица монтирани по трасето Евробализи (Eurobalise). Полученото референтно положение се коригира чрез точна одометрия на влака, която изчислява изминатото разстояние от последните бализи [10].

VIII. СЦЕНАРИЙ ETMS/ETCS ХИБРИДНО НИВО 3

Компонентите на сценария за подвижния блок са показани на фиг 4. Влакът носи компонентите на блока за местоположение (LU) и бордовия блок (OBU), докато RBC е компонент на пътното оборудване [13].

LU получава местоположението на влака от спътниците на Глобалната навигационна



Фиг. 4: ERTMS подвижна блокова железопътна сигнализация

спътникова система (GNSS) и изпраща това местоположение до OBU, което от своя страна изпраща местоположението на RBC. След получаване на местоположението на влака, RBC го изпраща до центъра за управление на движението и до OBU (заедно с ограничения на скоростта и конфигурации на маршрута), като посочва пространството, в което влакът може безопасно да пътува. Въз основа на разстоянието за безопасност с предхождащи влакове, RBC изчислява разстоянието за Разрешение за придвижване (MA), като комуникира със съседни RBC и използва знанията си за позициите на стрелките и на други влакове (начална позиция и на опашката) и комуникира със система за управление на маршрута (RMS). В посочения сценарий се абстрахираме от RMS и комуникация между съседни RBC: счита се, че един влак е в комуникация с един RBC, въз основа на безпроблемно прехвърляне, когато влакът се движи от една зона за наблюдение на RBC към съседна според регламента от неговата спецификация за функционален интерфейс [14]. До тези физически компоненти съществуват две временни ограничения, които OBU трябва да спазва: местоположението се актуализира непрекъснато на всеки 5 секунди, докато MA трябва непрекъснато да се актуализира в рамките на 10 секунди. Ако OBU не получи MA в рамките на 10 секунди от последния MA, OBU е длъжен да принуди влака да спре [15,16,17].

IX. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

LTE-R има ясни предимства пред GSM-R, като например по-добър контрол върху мрежовите ресурси, механизъм за диференциране на пакети, висока пропускателна способност и IP поддръжка.

Комбинацията от 5G комуникация за ERTMS/ETCS хибридно НИВО 3 осигурява

информацията за дистанционно видео наблюдение и водене на влакове по железния път, осигурявайки необходимата честотна лента за видео потока и надеждността за сигналите за управление на подвижния състав за ETCS от ниво 3.

ACKNOWLEDGEMENTS

Special thanks to the Funkwerk Systems GmbH team support in preparing this paper.

X. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Guidance for improving coexistence between GSM-R and MFCN in the 900 MHz band, ECC Report 229, May 2015
- [2] EIRENE Functional Requirements Specification FRS 8.0.0, GSM-R Functional Group, 21 December 2015, UIC CODE 950
- [3] EIRENE System Requirements Specification SRS 16.0.0, GSM-R Operators Group, 21 December 2015, Reference: UIC CODE 951
- [4] Topalov I.P., B.P. Avramov, Mobile Concept for Railway Remote Digital Video Surveillance, "INFOTRANS 2003, 12-13 Feb. 2003, Pardubice, Czech Rep.
- [5] Topalov I.P., B.P. Avramov, A Global Concept for Remote Railway Digital Video Surveillance, ZEL, 2005, Zillina, Slovakia, 2005.
- [6] Ivanov, R.A., I.P. Topalov, B.P. Avramov, Remote Railway Digital Video Surveillance with GPS

Navigation, "The Navigation View", Austrian Institute of Navigation, Graz, Austria, 1/2005.

[7] G. Barbu, "Broadband communication with moving trains, technology state of the art," UIC E-Train Technology Report, 2010.

[8] 3rd International Scientific Conference "TRANSPORT FOR TODAY'S SOCIETY", Bitola, North Macedonia, May 28-30, 2020

[9] Петата Научна Конференция с Международно Участие „Комуникации, Електрообзавеждане и Информатика в Транспорта – КЕИТ 2020г., Банско, 23-25.09.2020г.

[10] http://revt.tu-sofia.bg/ICEST2019_6.pdf

[11] <https://5genesis.eu/wp-content/uploads/2020/03/What-are-3GPP-5G-Phase-1-and-2-and-What-Comes-After.pdf>

[12] "Beidou satellite navigation system to cover whole world in 2020". Eng.chinamil.com.cn. Retrieved 2011-12-30.

[13] TTS_2020_Paper_53.pdf

[14] UNISIG: FIS for the RBC/RBC handover, version 3.1.0 (15 06 2016)

[15] Jump up to: a b "Galileo goes live!" Europa.eu. 2016-12-14.

[16] <https://iriset.indianrailways.gov.in/instdt/uploads/files/1575436993818-Article22.pdf>

[17] https://openportal.isti.cnr.it/data/2019/406686/2019_%20406686.postprint.pdf

APPLICATION OF 5G COMMUNICATION FOR HIGH-SPEED RAILWAYS

Ivaylo TOPALOV¹, Adi KORUNI²

¹department „TSES“, "Todor Kableshkov" University of Transport, – Sofia, Bulgaria
E-mail: ivo.topalov@gmail.com

² department „TSES“, "Todor Kableshkov" University of Transport, – Sofia, Bulgaria
E-mail: koruni@abv.bg

Abstract – The implementation of 5G telecommunication technologies as a bearing services to the rolling stock with IP video surveillance using Artificial Intelligence (AI) drive forward the nowadays development of a rail transport in Bulgaria and Europe and leads a speed increasing and the relevant developing of fail-safe control systems for High Speed Railways (HSRs). In this paper the LTE-R progress in Europe & China is tracked and investigation of the 5G technical possibilities to create IP railway video surveillance system based on united LTE-R and GSM-R network conception is done. Special attention is paid to the functional characteristics of the 5G communication for implementation of ERTMS L3 mobile unit, as one of the next generations of railway signalling systems, which are currently being tested, promising better cost and reliability indicators.

Keywords – LTE-R, GSM-R, ETCS, IP - video surveillance, Artificial Intelligence, HSRs

ЛОКАЛИЗИРАНЕ НА СПОЙКИ, ИЗПЪЛНЕНИ ПО МЕТОДА НА ПОВЪРХНСТЕН МОНТАЖ, ВЪРХУ ПЕЧАТНИ ПЛАТКИ

Васил ПОПОВ

Катедра Системи за Управление, Технически университет София – филиал Пловдив

e-mail: vasil_popov@tu-plovdiv.bg

Абстракт: Представен е нов подход за откриване и локализиране на спойки, върху печатни платки. Подходът съчетава две насоки за постигане на решение на проблема: първата насока е с използването на каскаден класификатор, а втората насока е с използването на методи от обработката на изображения. Разработено е софтуерно приложение за локализация на спойки. Приложението е генерирано с програмната среда на Python, използвайки OpenCV инструменти. Поставената цел е да се разработи алгоритъм за откриване и локализиране на спойки, изпълнени по метода на повърхностен монтаж и да се създаде ефективен подход за контрол на качеството. Поставената задача се характеризира със сложност и неопределеност, заради вариативността на инспектираните обекти.

Ключови думи: каскаден класификатор, печатна платка, клъстер, OpenCV, AdaBoost

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Множество предприятия извършват индустриално производство на електрически устройства, които биват използвани в множество аспекти от ежедневието на хората. Електрониката е градивен елемент за успешното развитие на всички отрасли. Имплементацията на схемните решения се извършва на печатни платки. Базово условие за правилното функциониране на схемните решения е участващите в тях активни/пасивни елементи да бъдат правилно прикрепени към площадките за спойка върху печатните платки. Процесът на запояване може да бъде класифициран по множество критерии: начин на нагриване за достигане на спойваща температура, тип на припоая, вид на площадките за запояване и много други.

Разработеният метод за локализиране на спойки използва за входни данни, кадри от камера с резолюция 640x640 пиксела. Кадрите визуализират печатни платки с повърхностно монтирани елементи (SMD). За изпълнение на локализирането на спойките, алгоритъмът определя тяхното положение върху печатната платка. Разработеният подход обобщава две направления: машинно обучение и обработка на изображения. Съчетаното използване на подходите, прави възможно от алгоритъма да загражда регионите със спойки.

Каскадният класификатор е част от широкото поле на машинното обучение. Каскадният класификатор е метод за визуална детекция, характеризиращ се с високото си бързодействие. Методът има три базови етапа. Първият етап е генериране на интегрално изображение (Integral Image), което позволява използваните характеристики за детекция да бъдат бързо обработвани. Вторият етап е обучаващия алгоритъм, AdaBoost, отделящ най-значещите характеристики и най-ефикасния класификатор. Третият етап е обединението на набор от слаби класификатори в един обобщен каскаден. Обединението на трите елемента постига бързо локализиране на целеви региони чрез отхвърляне на фоните [8]. В [5] е представен нов набор от характеристики, които могат да бъдат засичани от каскадният класификатор. Каскадният класификатор е широко използван подход за лицева детекция [3, 7, 1, 6], а бързодействието му го прави подходящ за детекция на обекти в реално време.

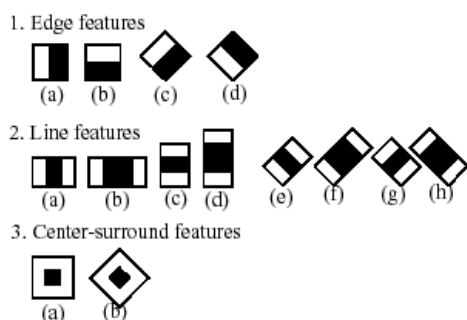
Второто направление е с инструменти от обработката на изображения. Методът, който се използва от обработката на изображения е филтрация на определени цветове от входния кадър.

Комбинирането на двата подхода, създава голям набор от вероятно правилни детекции

на целеви региони. Множеството елементи върху различни печатни платки, характеризират проблема със сложност и неопределеност. Предложеният алгоритъм трябва да е способен да разграничава регионите съдържащи спойка от останалите, като затова се използва клъстеризация.

2. КАСКАДЕН КЛАСИФИКАТОР

Каскадният класификатор е алгоритъм за машинно обучение, а тренирането му изисква набор от позитивни и негативни примери. Извличането на характеристиките от обучаващия набор, включващ изображения съдържащи спойки (позитивни изображения) и такива без спойки (негативни изображения), се извършва чрез Хаар филтри. Филтрите са конволюционни матрици, които обхождат входното изображение, като матриците са с различна форма, размер и ориентация. Стойностите на елементите в конволюционните матрици определя и типовете характеристики, които ще се извличат.



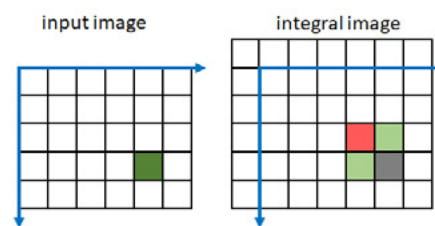
фиг.1 Типове конволюционни матрици на Хаар [8]

Всяка извлечена характеристика е резултат от обработка на стойностите от филтърните матрици и информацията за яркостта на пикселите от отрязък застъпен от филтърните матрици. Множеството видове матрици на Хаар позволяват извличането на данни за различни елементи от изображенията: ръбове, прави линии, диагонални линии. Тези характерни особености се използват за идентификация на изображението. Бързата обработка на набора от характеристики е възможна чрез междинната репрезентация на входното изображение – интегрално изображение. Всеки

пиксел от интегралното изображение се представя като сума от съседните на него пиксели в ляво направление и горно направление, спрямо първоначалната позиция. На следващата фигура, текущият пиксел от входното изображение е оцветен в тъмно зелено с координати (4, 5). Всички пиксели от входното изображение, намиращи се над и отляво спрямо текущия са в светло зелено. Сумата на стойностите от съседните пиксели е представена като пиксел с цвят сив, в интегралното изображение на позиция (5, 6). Пиксел (m, n) в интегралното изображение J е линейна комбинация на 4 други: един от входното изображение и 3 предварително изчислени от интегралното изображение.

$$J(m, n) = J(m, n - 1) + J(m - 1, n) + I(m - 1, n - 1) - J(m - 1, n - 1) \quad (1)$$

Следващата фигура показва, кои пиксели участват при изчисляването на интегралното изображение. Светло зелените пиксели се сумират, а червеният пиксел се изважда.



фиг.2 Входно и интегрално изображение [9]

Подборът на най-значещите признаци се осъществява от алгоритъма AdaBoost, който е част от машинното обучение, използва се за селекция на най-добрия набор от признаци, налични сред целия им брой. AdaBoost задава тегловна стойност на всеки тренировъчен пример, за определяне на неговата значимост в тренировъчния набор. Повисоката тегловна стойност отрежда по-голяма значимост на примера в тренировъчната извадка. AdaBoost е последователностен метод за обучение, където множество модели се генерират верижно и грешките получени от предходните модели биват коригирани при следващите. Това има за цел да използва зависимостта между отделните модели

(класификатори), като тегловният коефициент е с по-висока стойност за погрешно класифицираните примери. Алгоритъмът започва с генерирането на модел за първо постъпилата информация от тренировъчния набор. Следващият модел следва предишния, редуцирайки грешките му. Моделите (класификатори) се свързват последователно, като всеки коригира предходния, докато не бъде достигната желана точност или е достигнат максимален брой последователни модели. AdaBoost комбинира множество слаби класификатори за структурирането на един обобщен. Единичните класификатори не са способни да класифицират коректно обект, но групирайки последователност от слаби класификатори акуратността на алгоритъма нараства. AdaBoost използва дървовидна структура. Най-опростената дървовидна структура, която се използва от AdaBoost, има един възел и две разклонения. Единичните дървовидни структури образуват слабите класификатори. Влиянието на всеки съставен класификатор се изчислява по формула:

$$\alpha = \frac{1}{2} \ln \frac{(1 - TotalError)}{TotalError} \quad (2)$$

α – влияние на всеки дървовиден класификатор в каскадния класификатор;
TotalError – брой грешни класификации разделен на целия брой тренировъчни примери;
 Когато изходът от дървовидна структура е без грешни класификации, стойността за α е положителна. При равен брой грешни и правилни класификации, стойността за α е равна на 0. Когато дървовидната структура има за изход единствено грешни класификации, тогава влиянието му ще бъде оценено с отрицателна стойност. За промяна на инициализиращите стойности за теглата се използва формулата:

$$\omega_i = \omega_{i-1} e^{\pm\alpha} \quad (3)$$

Когато α е положителна, изходната и еталонната стойност са равни, входния пример е правилно класифициран. В този случай стойността на

теглата намалява спрямо предходната. Тегловната стойност на всеки класификатор α е отрицателна, когато изходния резултат е различен от еталонния. В случая тегловния коефициент ω_i нараства спрямо ω_{i-1} .

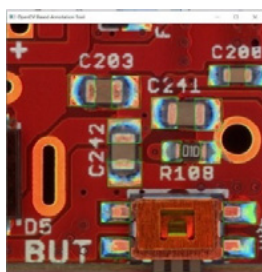
3. MEAN SHIFT CLUSTERING (MSC)

За прилагане на алгоритъма за клъстеризация (MSC), трябва да има събран набор от данни, представени в подходящ формат. Използването на каскаден класификатор определя потенциални региони, съдържащи целеви обекти – спойки. Всеки потенциален регион се описва с координати в пикселната матрица на изображението. Данните от пикселните координати на потенциални целеви региони, генерирани с каскадния класификатор се обединяват за да се дефинира окончателни целеви региони. Предимство на алгоритъма MSC е, че не се нуждае от определяне на броя клъстери сред стойностите на данните. Настройваемата стойност е ширината на тегловната функция, която индиректно определя броя на клъстерите образувани от входните данни. Предимството на алгоритъма MSC е че е по-гъвкав от дефинирането на краен брой клъстери [2]. Концепцията за MSC се гради върху итеративното прилагане на тегловна функция за всяка точка от входните данни. Данните обхванати под тегловната функция се преместват по посока централната стойност на функцията. Широко разпространена тегловна функция, която се използва в MSC е Гаусовата.

4. ОСНОВИ НА ПОДХОДА

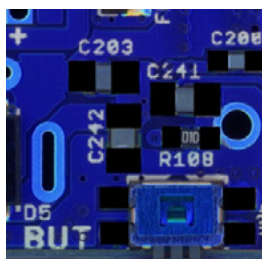
Предложения подход е имплементиран в програмната среда на Python. Алгоритъмът за каскадна класификация използва набор от кадри, които съдържат различни представяния на целеви обект. Целевите региони в тези кадри се различават по осветеност, големина. В добавка към данните съдържащи целеви региони се генерират и кадри не съдържащи целеви обекти, тези примери съдържат фонови отрязъци от работната среда, които трябва да не бъдат разпознавани като целеви обекти. Алгоритъмът за каскадно обучение

използва анотационен файл, генериран от свободното приложение opencv_annotation.



фиг.3 Заграждане на анотационни региони

За генериране на негативни региони са възможни два подхода, но и двата включват генериране на негативни примери в средата на работа на класификатора. Първия подход събира данни от камера, позиционирана да обхваща средата на работа, без да заснема целеви обекти на кадрите си. Вторият подход използва събраните кадри, без да разграничава наличието или отсъствието на целеви обекти [4]. В разработката на алгоритъма е използван втория подход. При него събраните кадри преминават допълнителна обработка, като регионите съдържащи целеви обекти, пикселите се задават черни. Набора от негативни примери е въведена в текстови файл, файлът има съответстващ ред за всяко едно негативно изображение. Редовете съдържат единствено абсолютните адреси до всяко негативно изображение. Пълният брой негативни примери за разработката е 3192, колкото е и броя на положителните изображения. Помощно приложение е разработено за генериране на негативни изображения, попълване на съответния текстови файл и запазването на нужните данни (Фиг.4).

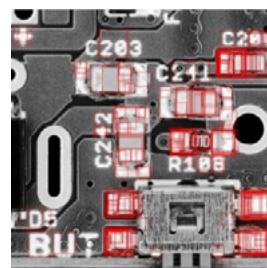


фиг.4 Негативно изображение

Обучението е разделено на стъпки. Класификатора, за разлика от дълбочинните невронни мрежи не може да разпознава обекти под множество ориентации. Целевите обекти в тестовите примери трябва да са с аналогична ориентация както обектите в тренировъчния набор.

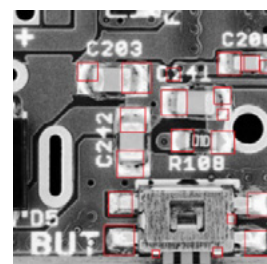
OpenCV предоставя набор от инструменти за работа с каскадни класификатори. Прочитането на резултатния файл от обучението на класификатора е чрез метода: CascadeClassifier(filePath). Входните кадри в приложението са в RGB цветово пространство, с цел намаляване изчислителната тежест се конвертират в черно бели изображения. За локализиране на целеви обекти се използва функцията:

```
cv2.CascadeClassifier.detectMultiScale(image[, scaleFactor[, minNeighbours[, flags[, minSize[, maxSize]]]]) [9].
```



фиг.5 Изходни региони чрез каскаден класификатор

Разработеният алгоритъм използва MSC за групиране на кандидат позитивните региони. Клъстеризацията елиминира и грешно дефинираните като позитивни региони (Фиг.7).



фиг.6 Mean-shift cauterization

Разработения алгоритъм комбинира подходи на машинното обучение и обработката на изображения. Прилага се филтрация на входните

кадри за отделяне на региони с определена цветова разрядка, постига се отделяне на участъци със спойки по цветови признаци. Филтрираното изображение се представя в бинарен формат, за полесна обработка (Фиг.7).



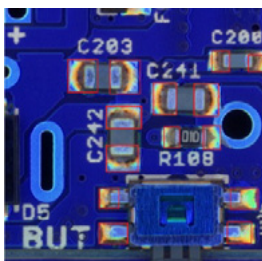
фиг.7 Бинарно изображение

Бели региони, които отговарят на набор от предварително дефинирани условия се оградят (Фиг.8).



фиг.8 Отделени региони чрез обработка на изображението

Комбинацията от каскаден класификатор и подходи от обработката на изображения успешно локализируют повърхностни спойки върху печатни платки (Фиг.9).



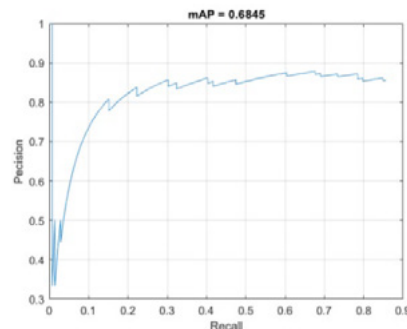
фиг.9 Изходно изображение

5. ПРОВЕДЕНИ ЕКСПЕРИМЕНТИ

Разработеният алгоритъм за детекция на спойки извършени чрез повърхностен монтаж е тестван в лабораторна среда. Входното изображение за разработения алгоритъм е с резолюция 640x640 пиксела.

Избраният валидационен метод е mean average precision (mAP). Подходът е разпространен за оценка на точността на алгоритми за обектна детекция.

За оценка на разработения алгоритъм се използват 10 тестови изображения, общия брой на спойките е 139. mAP, стойността е 0.6845. Фиг.10 показва графиката от стойностите за прецизност и стойностите за отношение между засечени правилни региони и общия брой анотационни площи за всички тестови примери.



фиг.10 Recall-precision графика

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подход за детекция на спойки изпълнени с повърхностен монтаж, разработения алгоритъм се характеризира с ниска изчислителна тежест. Развитие на подхода би бил разработка на способност за детекция на спойки с малки размери и нестандартни форми. Други подходи за локализация на обекти са алгоритми използващи дълбочинни невронни мрежи - YOLO алгоритми, SSD и R-CNN.

Благодарност

Авторът изказва признателност за финансовата подкрепа, осигурена от Министерството на Образованието и Науката на Република България, чрез

Национална програма „Млади учени и постдокторанти“, 2020.

Литература

1. **Alyushin M.V., Alyushin V.M., Kolobashkina L.V.**, Optimization of the Data Representation Integrated Form in the Viola-Jones Algorithm for a Person's Face Search, *Procedia Computer Science*, Volume 123, p.18-23, 2018.
2. **Carreira-Perpinan M.A.**, A review of mean-shift algorithms for clustering, March 2015.
3. **Darmono H., Muhiqqin I.**, Comparison of Viola-Jones Haar Cascade Classifier and Histogram of Oriented Gradients (HOG) for face detection, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, East Java, Indonesia, 29-30 Aug. 2019.
4. **Howse J., Puttemans S., Hua Q., Sinha U.**, *OpenCV 3 Bluprints*, ISBN 978-1-78439-975-7 Nov. 2015.
5. **Lienhart R., Maydt J.**, An extended set of Haar-like features for rapid object detection, *Proceedings. International Conference on Image Processing*, USSA, Rochester, 22-25 Sept. 2002.
6. **Nguyen T., Hefenbrock D., Oberg J., Kastner R., Baden S.**, A software-based dynamic-warp scheduling approach for load-balancing the Viola-Jones face detection algorithm on GPUs, *Journal of Parallel and Distributed Computing*, Volume 73, p.677-685, May 2013.
7. **Rahmad C., Asmara R.A., Putra D.,R.,H., Dharma I., Zeng D., Zhao F., Ge S., Shen W.**, Fast cascade face detection with pyramid network, *Pattern Recognition Letters*, Volume 119, p.180-186, 1 March 2019.
8. **Viola P., Jones M.**, Robust Real-time Object Detection, *Second International Workshop on Statistical and Computational Theories of Vision – Modeling, Learning, Computing, and Sampling*, Vancouver, Canada, July 13, 2001.

9. www.docs.opencv.org/2.4/modules/objdetect/doc/cascade_classification.html

10. www.mathworks.com/help/images/ref/integralimage.html

LOCALISATION OF SURFACE MOUNTED SOLDERS ON PRINTED-CIRCUIT BOARD

Vasil POPOV

Control Systems Department, Technical University Sofia – branch Plovdiv

e-mail: vasil_popov@tu-plovdiv.bg

Abstract: A new approach to detect and localize solders placed on printed-circuit board is presented. The approach combines two sub-approaches, first one uses a cascade classifier and the other uses image processing tools. A software is developed for solder localization, operating in Python program environment, using OpenCV tools. The goal is to develop an algorithm for detection and localization of solders, executed by surface-mount method. In this way a more effective quality control approach can be created. The task is characterized with complexity and uncertainties.

Key word: cascade classifier, printed-circuit board, cluster, OpenCV, AdaBoost

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПОДХОДИ ОТ ИЗКУСТВЕНИЯ ИНТЕЛЕКТ ЗА АВТОМАТИЧНО ГЕНЕРИРАНЕ НА СИНТЕТИЧНИ ЗАПИСИ НА ПАЦИЕНТИ

Борис ВЕЛИЧКОВ¹ Кристина ИВАНОВА¹ Валери ХРИСТОВ¹ Иван БОРИСОВ¹ Александър
ПЕЙЧЕВ¹ Иван КОЙЧЕВ¹ Светла БОЙЧЕВА²

¹катедра „Софтуерни технологии”, Факултет по математика и информатика, Софийски университет „Св. Климент
Охридски” - София, България

e-mail: bobby.velichkov@gmail.com, kiivanova735@gmail.com, valerihristov96@gmail.com, ivborisov@gmail.com,
a.peychev@yahoo.com, koychev@fmi.uni-sofia.bg

²Институт по информационни и комуникационни технологии, Българска академия на науките - София, България
e-mail: svetla.boytcheva@gmail.com

Резюме: Медицинските данни за пациентите са чувствителна лична информация и не могат да се използват в оригиналната си форма. Обаче за научни изследвания има нужда от такива данни. Например, такива са медицинските статуси на пациенти. Възможен вариант е анонимизирането им, но това не ги прави подходящи за споделяне. Затова в тази статия представяме един подход за създаване на синтетичен корпус от статуси на пациенти. Всеки статус се състои от няколко изречения, като всяко изречение описва статуса на орган, система или част от тялото на пациента. Представеният подход разделя статусът на изречения, след което всяко от тях се класифицира според съответния орган. Като резултат е изграден „златен стандарт“ от класифицирани изречения по органи и системи на човешкото тяло. На негова база е направено обучение на невронна мрежа, която класифицира нови изречения и фрази към дадените категории с почти 99% точност. Предложен е подход за генериране на синтетичен корпус от статуси на пациенти, според разпределението на описанията на различните органи и системи в наличните реални статуси и удовлетворявайки ограниченията наложени от знания от приложната област - медицината. Предложеният подход може лесно да бъде адаптиран към други езици.

Ключови думи: Медицинска информатика, изкуствен интелект, големи данни, машинно самообучение, генериране на текст, синтетични данни

1. УВОД

Важно изискване при публикуване на научните изследвания е те да са повторяеми. В ерата на цифровизацията много често това изисква споделянето на данни. Има много данни, които не е възможно да бъдат споделени. Основание за това са като етични така и правни ограничения, като GDPR законодателството, лични данните и други. Например, такива са данните от здравеопазването. Покрай епидемията на COVID-19 има огромно търсене на данни за машинно обучение и инструменти за анализ на текст, които да се използват за обработка на клинични описания. Наличието на големи данни е от решаващо значение за тези инструменти. Ако за английския език все пак могат да се намерят някакви ресурси, то за други езици, особено по-редки, като български език, такива са крайно недостатъчни.

Ние предлагаме нов метод за автоматично генериране на синтетични клинични записи, който комбинира правила от приложната област, статистически модели и методи от обработката на

естествен език и от машинно самообучение. Получените данни по предложения метод (т.е. клинични записи) са валидни и са с голямо разнообразие, което може да се разглежда като представителност на извадката. Предложеният подход за създаване на синтетичен корпус от клинични записи, може да бъде използван и за генериране и на други корпуси от синтетични медицински записи, както и в други области с данни, които не могат да бъдат споделяни.

2. ОБЗОР НА НАУЧНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ В ОБЛАСТТА

Разработени са различни методи за генериране на синтетични данни. Най-важната и желана характеристика на такива методи е валидността на данните и намаляване загубата на информация.

Проблемът с наличността и достъпа до данни в сектора на здравеопазването се разглежда от Shamsuddin et al [10]. Те предлагат виртуален модел на пациента (ВМП), който съчетава алгоритъм за оптимизация, статистически анализ и

техники за машинно обучение, за да генерира синтетични данни от времеви редове, които да се използват за прогнозни модели. Тези модели се валидират чрез прилагане на генетичен алгоритъм, който извлича важни характеристики на данните за пациентите в реално време. Чрез статистически тестове е показано, че синтетичният набор от данни запазва характеристики от оригиналния набор от данни.

Zhou et al [14]. предлагат среда за симулации, която позволява генерирането на реалистични синтетични данни на изображения от 3D ултразвук и магнитен резонанс на виртуален пациент.

Подходът за генериране на ВМП е изследван и в [6]. Има няколко опита за генериране на синтетични електронни здравни досиета (ЕЗД) [7], [5], [3]. Walonoski et al [12] разработват Synthea, софтуерен пакет с отворен код, който симулира продължителността на живота на синтетични пациенти, моделирайки 10-те най-чести причини за първична медицинска помощ и 10-те хронични състояния с най-висока заболяемост в САЩ.

Zand et al [13] описват значението на изграждането на популации от синтетични пациенти и персонализирани, прогнозни модели, използващи хетерогенни набори от данни, като ЕЗД с цел ускоряване на разработването на нови лекарства.

Друг важен аспект, който е разгледан от Chen et al [4], е валидността на синтетичните клинични данни и формалните методи за оценка.

Bahtas et al [1] предлагат нова LSTM невронна мрежова, наречена Time-Aware LSTM (T-LSTM), която обработва непоследователни интервали от време в трансферални записи на пациенти.

Begoli et al [2] предлагат метод за синтетично генериране на записи за характеристиките на психичното здраве, основан на дълбочинни генеративни методи.

Подход за аотиране на фамилни анамнези с използване на синтетични данни е представен от Rama et al [9].

Ние се фокусираме върху част от генерирането на Амбулаторни Листи (АЛ), а именно статуса на пациента. Предложеният подход се основава на метод за генериране на естествен език, използващ статистически модели и модели основани на правила от приложната област.

3. ДАННИ

Клиничните данни за пациентите не могат да се използват поради етични и законови ограничения. Дори анонимизирането им не гарантира тяхната сигурност.

Подготовка на данни се състои от три подзадачи (виж фиг. 1): (1) създаване на хранилище от реални данни; (2) моделиране на шаблон за статус на пациента и (3) подготовка на малък корпус за обучение за класификация на изреченията според анатомичните органи и системи, които те описват.



Фиг.1 Подготовка на данни: (1) създаване на хранилище; (2) моделиране на шаблон за статус на пациента и (3) подготовка на малък корпус за обучение за класификация на изреченията

3.1 Създаване на хранилище

За това изследване е използвано хранилище на реални анонимизирани амбулаторни листи (АЛ), описани от общопрактикуващи лекари (ОПЛ), от Българския национален диабет регистър т [11]. АЛ са разделени на изречения и е генерирано хранилище с отделни изречения, използвани само в описанието на статуса на пациента в тези АЛ.

Всяко описание на статус на пациента се състои от изречения, които описват анатомичен орган, система или част от тялото. Описанието варира от 4-5 до 12-13 изречения, като някои анатомични органи почти винаги присъстват, а други по-рядко.

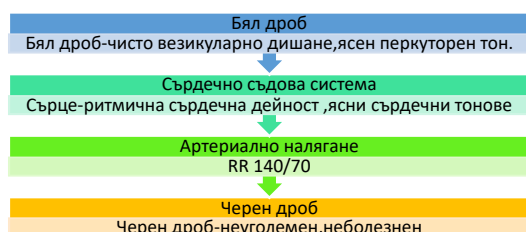
Първата подзадача е генериране на хранилище от АЛ, като най-предизвикателно е разделянето на изреченията описващи статуса на пациента. Въведени са и допълнителни специфични правила. Например в изречението "Корем - б.о. Черен дроб и слезка - б.о. Succ. Rep: -, Периферни лимфни възли -

не се палтират увеличени", фразата " б.о. " е сигнал за края на описание на анатомичен орган и може да се използва за правило за разделяне.

В резултат от 10000 АЛ е създадено хранилище от около 1 милион изречения. След премахването на дубликатите се получават 100000 уникални изречения.

3.2 Моделиране на шаблони за синтетични данни за статуса на пациента

В следващата подзадача, въз основа на честотен анализ, използваме АЛ за моделиране на различни описателни модели на статуса на пациента (фиг. 2).



фиг.2 Шаблон за синтетичен статус на пациент



фиг.3 Синтетично генериране на данни за статус на пациент

3.3 Корпус за обучение с категоризирани описания на статуса на пациента

Важна подзадача за създаване на синтетичните данни е да се обучи метод за класификация на изречения в категории, представящи анатомични органи, системи и части от човешкото тяло.

Поради липса на необходими езикови ресурси, първата стъпка е да се създаде корпус за обучение. От хранилището е избрано представително подмножество от изречения. След почистването на данните изреченията са класифицирани ръчно.

За тази подзадача са използвани честотата на думите в хранилището. Най-често описаните анатомични органи са сърце, бели дробове, черен дроб, крайници, кожа, очи, нос, гърло, нервна система и др. Друга важна характеристика е използването на много латински термини в българските клинични записи. Реалните данни съдържат и много шум - печатни грешки, слети думи, омоглифи и др. Извършено е предварително почистване и е избран балансиран набор за обучение за всички анатомични органи и системи.

Създаденият тренировъчен корпус съдържа 17000 ръчно класифицирани изречения за 25 различни анатомични органи и системи. Няколко примера за изречения, които се отнасят само до един орган са показани в Таблица 1, в този случай примерите са за сърце и бял дроб.

табл.1 Изречения отнасящи се само до един орган.

Анатомичен орган/система	Текстово описание на статус
бял дроб	<i>БЯЛ ДРОБ – чисто везикуларно дишане, без хрипова находка</i>
бял дроб	<i>Пулмо: отслабено везикуларно дишане</i>
бял дроб	<i>Pulmo – вез. дишане, с удължено издишване, ед.сухи св.хрипове</i>
Сърце	<i>СЪРЦЕ – ритмична сърдечна дейност, глухи тонове</i>
Сърце	<i>ССС – Б.О</i>
Сърце	<i>КОР – РСД</i>

4. МЕТОДИ

Генерирането на синтетичен корпус се основава на статистически модели, създадени върху реални данни за статуса на пациента, и методи за класификация на текст, обучени върху предварително обработена колекция от изречения.

4.1 Предварителна обработка на изречение

Трудността в разделянето на статусите на отделни изречения идва от това, че в тях има много съкращения на думи, някои от които на органи и системи, а може да няма препинателни знаци и определянето на това къде завършва или започва описанието на статуса на даден орган става почти невъзможно. Тази подзадача съдържа класическите стъпки за предварителна обработка: токенизация, нормализация, премахване на стоп думи и други.

Токенизация: Като „токен“ се разглеждат само думите.

Нормализиране на текста: За целта е съставен списък със съкращения и съответното им значение. Много често съкращенията на системи от органи се състои от органа, който се категоризира. Например: "ССС" - "Сърдечно съдова система"..

Премахване на стоп думи: Използван е списъкът от стоп думи за български език, предоставен от Bultreebank [16]. В резултат на това процесът на класификация се ускори, а точността - увеличи. Пример: *Корем б.о. → Корем.*

Изречения, описващи общият и психически статус на пациента: Тези изречения се игнорират в категоризацията. Добавят се при създаване на синтетичен статус със съответната им вероятност.

Стемиране: Всяка дума се изрязва от флективен стемер за български език VulStem [8].

4.2 Класификация на изреченията в органи и системи от човешкото тяло

Класификация, основана на лексикон: Наличните данни за органите и системите се съхраняват в два основни ресурса:

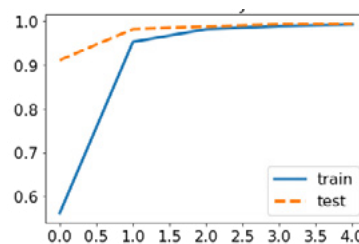
- „лексикон за общопрактикуващи лекари“ с най-често срещани анатомични органи и системи при прегледите на ОПЛ в нашата ресурсна банка.
- „речник на структурата на човешкото тяло“ с повечето органи, съгласно стандартната класификация на медицинската терминология.

Търсене в лексикон за общопрактикуващи лекари: Търсенето се извършва с помощта на TF (честота на термина). Много често ОПЛ описват органи, които са семантично свързани като черен дроб и далак. Поради това имаме списък с повечето от описаните двойки анатомични органи в АЛ.

Търсене в речника на структурата на човешкото тяло: Ако търсенето в лексикона на ОПЛ не върне резултат, тогава се търси в списъка с всички органи. За да се намери орган там, се прави леко адаптиране на косинусовата метрика - ако потенциалната категория е N-грама и се съдържа в изречението, тогава се дава максимална оценка, иначе се пресмята по стандартния начин. Категорията с най-висок резултат се проверява в списъка на двойките и след това се използва за окончателна категория.

LSTM мултиклас класификация: От златният стандарт на ръчно класифицирани изречения обучихме невронна мрежа от тип LSTM, която да се използва за класификация на изреченията. За

реализацията са използвани Python и Keras със следните параметри: функция за активиране = "softmax" и оптимизатор = "Adam". Използвайки златния стандарт от около 17 хиляди изречения, разделени на 25 класа (органи), за 5 епохи на обучение постигнахме около 98.9% точност. Алгоритъмът се оценява спрямо 12404 ръчно анотирани изречения. При генерирането на синтетичен статус някои категории са разделени йерархично на по-малки части, примерно: *сърдечно-съдова система → сърце → кръвно налягане, пулс.* Тъй като пулсът и кръвното налягане не са органи това води до грешни резултати. Същото важи и за едновременно описание на два органа като лимфни възли и щитовидна жлеза. Също главата и шията са една категория, но ръчната анотация ги отнася като две. Разликите между ръчно анотиране и резултата от алгоритъма присъстват в общо 6359 изречения (51,27%). Предвид съображенията, неправилно класифицирани изречения са общо 2970.



Фиг.4 LSTM обучение с над 17 хиляди изречения и 25 класа (органи) в 5 епохи с точност 98.9%

табл.2 Класифициране на резултатите от ръчно анотирания списък на изреченията спрямо сравними, получени чрез отчитане на описаните по-горе съображения.

Класификация	Всички изреч. брой (%)	Сравними изреч. брой (%)
коректна	6045 (48.7%)	6045 (67.05%)
некоректна	6350 (51.26%)	2970 (32.95%)
общо	12 404 (100 %)	9015 (100 %)

4.3 Генериране на синтетични данни

След успешно класифициране на изреченията към анатомични органи, двойка органи и системи, следва генерирането на синтетичен корпус. Поради тази категоризация ние ги разделяме на групи изречения, всяка в клъстер, представляващ системи

от човешко тяло на по-високо ниво, които са съставни части на амбулаторен статус. Въпреки че имаме голям списък от системи за човешкото тяло, само 11 участват в шаблоните за генериране, тъй като другите нямат категоризирани изречения. Пример за два различни вида клъстери са "Общо състояние - Добро общо състояние, Без промяна в общото състояние" и "Региони на тялото - ГЛАВА и ШИЯ - Без особености, КОРЕМ-Мек, палпаторно неболезнен, Крайници- без отоци", където имената на клъстерите са съответно "Общо състояние" и "Региони на тялото". Клъстерите ни позволяват да извършим честотен анализ на изреченията във всеки клъстер и да следваме подхода на стратифицираното произволно вземане на проби, който изисква такова групиране и пропускане на припокриване.

Тъй като ОПЛ следват някакви насоки, решихме да изградим правила за нашите синтетични статуси. Те се състоят от не повече от 11 изречения, всяко от които се отнася до уникална система от човешкото тяло, подредена по предварително определен начин. Категориите са: „Общ статус“, „Области на тялото“, „Дихателна система“, „Сърдечно-съдова система“, „Храносмилателна система“, „Пикочно полова система“, „Ендокринна система“, „Нервна система“, „Сетивни органи“, „Опорно двигателна система“, „Кръвоносна, лимфна и имунни системи“. Поради това системите са разделени на задължителни и незадължителни раздели и всеки незадължителен раздел има вероятност, въз основа на това колко често е включен от лекарите в първоначалните статуси. Например първият раздел на даден статус е „Общ статус“, който е задължителен и винаги присъства, за разлика от други като „Сетивни органи“. Броят на изреченията в даден статус е динамичен, като той винаги включва задължителните системи: „Общ статус“, „Дихателна система“, „Сърдечно-съдова система“, и „Храносмилателна система“. Незадължителните раздели, включени в състояние, се генерират произволно.

Пример за синтетично генериран статус на пациент е "Тегло 72кг. КОРЕМ-Мек палпаторно неболезнен. БЯЛ ДРОБ-чисто везикуларно дишане. ПУЛС-68. Черен дроб и слезка -неувеличени. Сук. реналис отр. Щитовидна жлеза неувеличена Нервна система: Без невролог. Зрение-запазено. ОПОРНО-ДВИГ.АПАРАТ-болка в двете колени

стави.. Лигавици бледорозови ПЛВ не се палтират увеличени."

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И БЪДЕЩА РАБОТА

В тази статия предложихме метод за генериране на синтетичен корпус от статуси на пациенти, които ОПЛ поставят при извършване на общ преглед. Подходът използва корпус от изречения, взети от реални статуси, където всяко изречение описва статуса на орган, система или част от тялото на пациента. Разделихме статута на съставните му изречения и след това всяко изречение беше класифицирано въз основа на органа, за който се отнася. Разработихме подход за разделяне на статусите на отделни изречения, което изглежда е доста предизвикателна задача. Подходът предлага техники за справяне със: съкращения на думи; липсващи пунктуационни знаци, което прави почти невъзможно да се определи къде свършва описанието на статуса на даден орган и къде започва следващото. Ние изградихме златен стандарт от ръчно класифицирани изречения в списък на човешките органи и системи. След това го използвахме за обучение на невронна мрежова класификация на изречения, която достига почти 99% точност. И накрая, от всички класифицирани изречения ние генерирахме синтетични състояния, съставени според статистиката в наличните реални състояния, като се вземат предвид ограниченията на медицинските домейни. Предложеният подход е до известна степен езиково независим от езика и може лесно да бъде адаптиран към други езици.

Като бъдеща работа планираме да разширим корпуса и да проучим приложимостта на съвременни техники за дълбочинно обучение, за генериране на синтетични статуси на пациенти.

Благодарности

Настоящото изследване е частично финансирано по проекти ИЗИДА, ФНИ ДН 02/4-2016 и ННП „Електронно здравеопазване в България“ (е-здраве), МОН DO1-200/2018

Литература

1. Baytas I., Xiao C., Zhang X., Wang F., Jain A., Zhou J. Patient subtyping via time-aware LSTM networks. Proceedings of the 23rd ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining, 2017, p.65-74
2. Begoli E., Brown K., Srinivas S., Tamang S. SynthNotes: A Generator Framework for High-volume, High-fidelity

- Synthetic Mental Health Notes. 2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), 2018, p.951-958
3. **Buczak A., Babin S., Moniz L.** Data-driven approach for creating synthetic electronic medical records. BMC medical informatics and decision making, 2010, vol.10, number 1, p.59
4. **Chen J., Chun D., Patel M., Chiang E., James J.** The validity of synthetic clinical data: a validation study of a leading synthetic data generator (Synthea) using clinical quality measures. BMC medical informatics and decision making, 2019, vol.19, number 1, p.44
5. **Dube K., Gallagher T.** Approach and method for generating realistic synthetic electronic healthcare records for secondary use. International Symposium on Foundations of Health Informatics Engineering and Systems, 2013, p.69-86
6. **Kartoun U.** A methodology to generate virtual patient repositories. arXiv preprint arXiv:1608.00570, 2016
7. **Lee S.** Natural language generation for electronic health records. NPJ digital medicine, 2018, vol.1, number 1, p.1-7
8. **Nakov P.** BulStem: Design and evaluation of inflectional stemmer for Bulgarian. Workshop on Balkan Language Resources and Tools (Balkan Conference in Informatics), 2003
9. **Rama, T., Brekke, P., Nytrø, Ø., & Øvrelid, L.** Iterative development of family history annotation guidelines using a synthetic corpus of clinical text. Proceedings of the Ninth International Workshop on Health Text Mining and Information Analysis, 2018, p.111-121
10. **Shamsuddin R., Maweu B., Li M., Prabhakaran B.** Virtual patient model: an approach for generating synthetic healthcare time series data. 2018 IEEE International Conference on Healthcare Informatics (ICHI), 2018, p.208-218
11. **Tcharaktchiev D., Angelov Z., Boytcheva S., Angelova G.** Automatic generation of a national diabetes register from outpatient records. Mathematical Modeling, 2018, vol.2, number 4, p.163-166
12. **Walonoski J., Kramer M., Nichols J., Quina A., Moesel C., Hall D., Duffett C., Dube K., Gallagher T., McLachlan S.** Synthea: An approach, method, and software framework for generating synthetic patients and the synthetic electronic health care record. Journal of the American Medical Informatics Association, 2018, vol.25, number 3, p.230-238
13. **Zand R., Abedi V., Hontecillas R., Lu P., Noorbakhsh-Sabet N., Verma, M., Leber, A., Tubau-Juni N., Bassaganya-Riera J.** Development of synthetic patient populations and in silico clinical trials. Accelerated Path to Cures, 2018, p.57-77
14. **Zhou Y., Giffard-Roisin S., De Craene M., Camarasu-Pop S., D'Hooge J., Alessandrini M., Friboulet D., Sermesant M., Bernard O.** A framework for the generation of realistic synthetic cardiac ultrasound and magnetic resonance imaging sequences from the same virtual patients. IEEE transactions on medical imaging, 2017, vol.37, number 3, p.741-754
15. <http://bultreebank.org/bg/resources/> Посетен на 15.09.2020г.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPROACHES FOR AUTOMATIC GENERATION OF SYNTHETIC PATIENT RECORDS

Boris VELICHKOV¹ Kristina IVANOVA¹ Valeri HRISTOV¹ Ivan BORISOV¹ Alexander PEYCHEV¹ Ivan KOYCHEV¹ Svetla BOYTCHIEVA²

¹ Department of Software Engineering, Faculty of Mathematics and Informatics, Sofia University "St. Kliment Ohridski" - Sofia, Bulgaria

e-mail: bobby.velichkov@gmail.com, kiivanova735@gmail.com, valerihristov96@gmail.com, ivbborisov@gmail.com, a.peychev@yahoo.com, koychev@fmi.uni-sofia.bg

²Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences - Sofia, Bulgaria
e-mail: svetla.boytcheva@gmail.com

Abstract: Patient medical data is sensitive personal information and cannot be used in its original form. Also it is needed for research and analysis. Anonymizing is a possible option, but it does not make the data suitable for sharing. Therefore, in the current article we create a corpus of synthetic statuses of patients made by GPs. Each status consists of several sentences, each sentence describing the condition of an organ, system or part of the patient's body. The condition is divided into compound sentences, after which each sentence is classified on the basis of the relevant authority. As a result, a gold standard of manually classified sentences by organs and systems of the human body has been built. Using it we manage to train a neural network with almost 99% accuracy. Finally, we generate synthetic statuses according to the statistics in the available real statuses and the limitations of the medical domains. The proposed approach can be easily adapted to other languages.

Keywords: Health Informatics, AI, Big Data, Machine Learning, Text Generation, Synthetic Data

ЗАКОНОДАТЕЛНО ОСИГУРЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ В ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ

Ирена НИКОЛОВА

катедра „ Основи и технически средства за конструиране”, Технически университет - София, България

e-mail: inikolova@tu-sofia.bg

Резюме: В Европейския съюз всички законодателни мерки в областта на енергийната ефективност се разработват стриктно и прозрачно с активното участие на заинтересованите страни и държавите-членки. В условията на задълбочаващи се климатични промени европейското техническо законодателство е ориентирано към създаване на ефективна правна рамка относно изискванията към продуктите, свързани с енергопотреблението. Енергийната ефективност води до намаляване на разходите, до подобрения чрез оптимално използване на ресурсите и намаляване на отпадъците. Така се постига по-ефективно използване на енергията, увеличаване на надеждността, намаляване зависимостта от промяната на цените на енергията. Анализирани са основните европейски нормативни актове относно енергийната ефективност. С установените в тях правила се допринася за увеличаване на енергийната ефективност и нивото на защита на околната среда. Законодателните мерки за отделните продукти позволяват на потребителите да купуват най-добрите от гледна точка на енергийната ефективност продукти и осигуряват равни условия за конкуренция за производителите.

Ключови думи: енергийна ефективност, европейски нормативни актове, свързани с енергопотреблението продукти

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Европейският съюз е уникално явление в световен мащаб. Чрез него се създава общо икономическо пространство между държави с различно равнище на правото, икономиката и различни морални норми на общественния живот. Главната цел на Европейския съюз е като се отчитат тези различия да се изгради единен пазарен механизъм в държавите-членки. За постигането на тази цел изключителна роля играе европейското техническо законодателство.

То урежда правните аспекти на обществените интереси на гражданите на държавите-членки, тъй като задължава правителствата им да уеднаквяват изискванията в нормативните актове и стандарти, засягащи регулираната зона. За постигане на това те трябва да изравнят и условията за извършване на стопанска дейност в отделните държави. В резултат на тези две области на въздействие на техническото законодателство се създават предпоставките за реално отваряне на границите между държавите и функциониране на Единния европейски пазар.

За да има икономически растеж се разчита изключително на енергията, а това предполага нарастване на енергийните разходи. Значителното увеличение на търсенето в наши дни прави енергийната ефективност важен приоритет за

Европейския съюз. Енергийната ефективност води до намаляване на разходите, до подобрения чрез оптимално използване на ресурсите и намаляване на отпадъците. Така се постига по-ефективно използване на енергията, увеличаване на надеждността, намаляване зависимостта от промяната на цените на енергията.

Енергийната ефективност допринася за по-големи печалби за фирмите, но също за престиж и доверие на потребителите, които имат важно значение за тяхната конкурентоспособност на пазара. От друга страна енергийната ефективност съдейства за опазването на околната среда.

2. ОСНОВНИ ЕВРОПЕЙСКИ НОРМАТИВНИ АКТОВЕ ОТНОСНО ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ

Процесът на разработване на всички законодателни мерки относно енергийната ефективност в Европейския съюз е стриктен и прозрачен. Активно участват заинтересованите страни и държавите-членки. Извършва се задълбочено проучване с участието на заинтересованите страни, при което се проучват техническите и икономическите аспекти, както и аспектите по отношение на околната среда и социалните аспекти на дадена група продукти.

Провежда се консултация със заинтересованите страни (промишлеността, организациите на потребителите, неправителствени организации в областта на околната среда, представителите на държавите-членки и др.) чрез т. н. „Консултативен форум“. Прави се оценка на отражението върху околната среда, промишлеността и потребителите, последвана от дискусии на експертно равнище и гласуване в Комитет с представители на държавите-членки. Европейският парламент и Съветът извършват окончателен контрол и могат да отхвърлят мярката.

Според [1] два от нормативните актове на Европейското техническо законодателство за хармонизация се отнасят до енергийната ефективност. Това са Директива 2009/125/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 21 октомври 2009 година за създаване на рамка за определяне на изискванията за екодизайн към продукти, свързани с енергопотреблението и Директива 2010/30/ЕС на Европейския парламент и на Съвета от 19 май 2010 година относно посочването на консумацията на енергия и на други ресурси от продукти, свързани с енергопотреблението, върху етикети и в стандартна информация за продуктите.

Двете директиви са изменени от Директива 2012/27/ЕС на Европейския парламент и на Съвета от 25 октомври 2012 година относно енергийната ефективност, а по-късно тя е изменена с няколко нормативни акта, основния от които е Директива 2018/2002/ЕС на Европейския парламент и на Съвета от 11 декември 2018 година за изменение на Директива 2012/27/ЕС относно енергийната ефективност. Регламент (ЕС) 2017/1369 на Европейския парламент и на Съвета от 4 юли 2017 година за определяне на нормативна рамка за енергийно етикетироване отменя Директива 2010/30/ЕС.

За настоящето изследване се разглеждат последните консолидирани версии на нормативните актове, където са отразени съответните изменения и поправки.

3. ЗАКОНОДАТЕЛНО ОСИГУРЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ

Директива 2012/27/ЕС установява обща рамка от мерки за насърчаване на енергийната ефективност в Европейския съюз [3]. Така ще се

постигнат водещите цели в областта на енергийната ефективност от 20 % за 2020 г. и от най-малко 32,5 % за 2030 г., и допълнителни подобрения на енергийната ефективност след тези дати. Определят се разпоредби за отстраняване на пречките на енергийния пазар и за преодоляване на неефективността на пазара.

Тази директива съдейства за прилагането на принципа „енергийната ефективност на първо място“. Посочените изисквания в нея са минимални изисквания и държавите-членки могат да запазят или въведат по-строги мерки, които да са съвместими с правото на Европейския съюз. Когато националното законодателство предвижда по-строги мерки, държавите-членки трябва да информират Комисията за това.

Съгласно [3] „енергийна ефективност“ означава съотношението на изходното количество производителност, услуга, стока или енергия спрямо вложеното количество енергия.

Ефективността на енергопотреблението се гарантира с правилата, свързани със сградите на публичните органи, закупуване от публични органи на продукти, услуги и сгради с високи показатели на енергийна ефективност, задължение за икономии на енергия, енергийни обследвания и системи за управление на енергията, отчитане на потреблението на природен газ и електроенергия (отчитане на отоплението, охлаждането и топлата вода за битови нужди, отчитане на разпределението и дялово разпределяне на разходите за отопление, охлаждане и топла вода за битови нужди, изискване за дистанционно отчитане), информация за фактурирането на природен газ и електроенергия, разходи за достъп до информация за отчитането и фактурирането на електроенергия и природен газ, програма за информиране на потребителите.

Относно ефективността на енергоснабдяването са разписани правила за насърчаване на ефективността при отоплението и охлаждането, както и за преобразуване, пренос и разпределение на енергия. Държавите-членки трябва да приемат политики за насърчаване на надлежното отчитане на местно и регионално равнище на потенциала на използване на ефективни отоплителни и охладителни системи. Също така държавите-членки са задължени да направят необходимото националните енергийни

регулаторни органи да предоставят стимули за мрежовите оператори да осигуряват системни услуги на мрежовите потребители, които им дават възможност да реализират мерки за подобряване на енергийната ефективност в контекста на продължаващото въвеждане на интелигентни енергийни мрежи.

За постигане на очакваните резултати [3] са предвидени хоризонтални разпоредби за осигуряване на схеми за квалификация, акредитиране и сертифициране; информация и обучение; енергийни услуги; национален фонд за енергийна ефективност, финансиране и техническа подкрепа.

Директива 2009/125/ЕО създава рамката за определянето на изискванията на Европейския съюз за екодизайн (екопроектиране) към продуктите, свързани с енергопотреблението [2]. Така се гарантира свободното движение на такива продукти на Единния европейски пазар. Тази директива определя изискванията към продуктите, свързани с енергопотреблението, за да могат произведените продукти да бъдат пуснати на пазара и/или в действие. Тя допринася чрез увеличаване на енергийната ефективност за устойчиво развитие и опазване на околната среда.

Според [2] „продукт, свързан с енергопотреблението“, е всяка стока, която при употребата си оказва въздействие върху потреблението на енергия.

Директивата обхваща пускане на пазара и/или пускане в действие, задължения на вносителя, маркировка „СЕ“ и ЕО декларация за съответствие, свободно движение, предпазна клауза, оценяване на съответствието, презумпция за съответствие, хармонизирани стандарти, изисквания към компонентите и монтажните възли.

Съгласно директивата „изискване за екодизайн“ е изискване към продукт, свързан с енергопотреблението или към процеса на проектиране на такъв продукт, предназначено да подобри екологичното му представяне, или изискване за представяне на информация, свързана с екологичните аспекти на продукта [2]. Определят се два вида изисквания за екодизайн:

- генерично изискване за екодизайн - всяко изискване за екодизайн, основано на екологичния профил като цяло на продукта, без да са определени

допустимите гранични стойности за конкретните екологични аспекти;

- специфично изискване за екодизайн - измеримо, включително и количествено, изискване за екодизайн, свързано с конкретен екологичен аспект на продукта, като например консумация на енергия при употреба, изчислена за единица резултат от дейността.

С изискванията за екодизайн към продуктите, свързани с енергопотреблението, се определят резултатите, които трябва да се постигнат, за да се повиши ефективността на крайното енергийно потребление и да се оптимизират екологичните характеристики на тези продукти, без да се променят функционалните им качества.

Регламент (ЕС) 2017/1369 определя рамката, приложима за свързани с енергопотреблението продукти, които се пускат на пазара и/или в действие [4]. Той разглежда етикетването на тези продукти и предоставянето на стандартна продуктова информация относно енергийната ефективност, потреблението на енергия по време на употреба, също и допълнителна информация за продуктите, за да може клиентите да избират по-ефективни продукти и така да намалят енергопотреблението си.

Според [4] „етикет“ е графична диаграма в печатен или електронен формат, включваща скала от затворен тип, в която се използват само буквите от А до G, като всяка буква представлява клас, а всеки клас съответства на икономии на енергия, в седем различни цвята от тъмнозелено до червено, за да се информират клиентите за енергийната ефективност и енергопотреблението. Включват се също етикети с преобразувана скала и етикети с по-малко класове и цветове. Преобразуване на скалата е дейност за въвеждане на по-строги изисквания за достигане на енергийния клас в етикета за определена продуктова група.

Най-висока е енергийната ефективност на продуктите от клас А (зелен), а най-нисък – на продуктите от клас G (червен). Сега, след като повечето от продуктите от даден вид достигнат клас А, към скалата се добавят още три класа: А+, А++, и А+++ . Така поради повишената енергийна ефективност на много продукти се наблюдава, че все повече продукти достигат класове А+, А++, и А+++ . Това обхваща потребителите и от 2021 г. ще се премахне използването на тези класове. Скалата

ще се състои само от класове от А до G (без A+, A++, и A+++). Причината е, че в тези три класа са групирани повечето продукти на пазара, а по-ниските класове остават неизползвани. Това обърква потребителите и много от тях не знаят, че за някои групи продукти, продукт с клас A+ е най-малко енергийно ефективният на пазара.

В [4] са разписани изискванията, свързани със задължения на доставчиците (обща и във връзка с продуктова база данни), търговците, държавите-членки; надзор на пазара и контрол на продуктите; продуктова база данни. Представени са: процедура на национално равнище при работа с продукти, представляващи риск, предпазна процедура на Европейския съюз, процедура за въвеждането на етикети и за преобразуването на техните скали.

Необходима е информационна кампания в целия Европейски съюз преди новите етикети да станат задължителни и да се появят физически в европейските магазини и в интернет през 2021 г.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Политиките за екодизайн и енергийно етикетиране са голям успех за Европейския съюз. Изискванията за екодизайн премахват най-неефективните продукти от Единния европейски пазар чрез налагане на минимално ниво на ефективност. Мерките за отделните продукти позволяват на потребителите да купуват най-добрите от гледна точка на енергийната ефективност продукти и осигуряват равни условия за конкуренция за производителите.

Литература

1. **Европейска комисия.** „Синьо ръководство“ за прилагането на правилата на Европейския съюз относно продуктите, 2016.
2. **Европейски парламент и Съвет.** Директива 2009/125/ЕО за създаване на рамка за определяне на изискванията за екодизайн към продукти, свързани с енергопотреблението, 2009.
3. **Европейски парламент и Съвет.** Директива 2012/27/ЕС относно енергийната ефективност, 2012
4. **Европейски парламент и Съвет.** Регламент (ЕС) 2017/1369 за определяне на нормативна рамка за енергийно етикетиране, 2017.

LEGISLATIVE PROVISION OF ENERGY EFFICIENCY IN THE EUROPEAN UNION

Irena NIKOLOVA

Department of Fundamentals and Technical Means of Design, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: inikolova@tu-sofia.bg

Abstract: In the European Union, all energy efficiency legislative measures are developed strictly and transparently with the active involvement of stakeholders and Member States. In the face of worsening climate change, EU technical legislation is geared towards creating an effective legal framework on the requirements for energy-related products. Energy efficiency leads to cost reductions, improvements through optimal use of resources and reduction of waste. This achieves more efficient use of energy, increases reliability, reduces dependence on changes in energy prices. The main EU legal acts on energy efficiency are analyzed. The rules set out in them contribute to increasing energy efficiency and the level of environmental protection. Legislative measures for the individual products allow consumers to buy the best products in terms of energy efficiency and provide a level playing field for competition for producers.

Keywords: energy efficiency, EU legal acts, energy-related products

ПОДОБРЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ ЧРЕЗ УПРАВЛЕНИЕ НА ЕНЕРГИЯТА

Калинка ТОДОРОВА

катедра „Обща електротехника”, Технически университет - София, България

e-mail: ktodorova@tu-sofia.bg

Резюме: Енергийната ефективност и управлението на енергия е изключително широка област. Действието на стандартите в тази област е от много голямо значение [2]. То обхваща стандарти за изчисление на енергийните характеристики на сградите и инспекция на енергийни съоръжения, изпитване на уреди, осветление, качество на енергията, интелигентни мрежи и комуникация при електроенергийните мрежи, управление на енергията и изчисляване на енергийните спестявания, интелигентни градове и други. Голяма част от изискванията на тези стандарти влизат в нормативната база или са част от договорните отношения на страните от Европейския съюз (ЕС). В работата се прави анализ на енергийната политика на ЕС и полето на действие на стандарт БДС EN ISO 50001:2018, както и ползите от прилагането му.

Ключови думи: енергийна ефективност, мениджмънт на енергия, системи за управление на енергия

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Енергийната политика на Европа съставлява част от общите цели на икономическата политика на Европейския Съюз (ЕС). Повече от 3 десетилетия за решаването на основните проблеми на енергията Европа изгражда целенасочена политика. Началото е поставено през 2007 г., когато Европейският съвет приема амбициозни цели за 2020 г. в областта на енергетиката и промяната на климата – намаляване на емисиите на парникови газове с 20 % с евентуално увеличение на 30 %, ако условията позволяват, увеличаване на дела на възобновяемите енергийни източници до 20 % и повишаване на енергийната ефективност с 20%. Мерките за повишаване на енергийната ефективност все по-често се разглеждат като средство не само за постигане на устойчиви енергийни доставки, намаляване на емисиите на парникови газове, повишаване на сигурността на доставките и намаляване на разходите за внос, но и за увеличаване конкурентоспособността на ЕС [5]. По тази причина енергийната ефективност е стратегически приоритет за енергийния съюз и ЕС поддържа принципа „енергийната ефективност на първо място“. Енергийната ефективност носи ползи за бизнеса, тъй като води до намаляване на разходите и до подобрения чрез оптимизирано използване на ресурсите и намаляване на отпадъците. Резултатите от това са по-ефективно използване на енергията; увеличаване на

надеждността на операциите и процесите; повишаване сигурността на доставките и намаляване зависимостта от покачането или колебанията в цените на енергията. В крайна сметка енергийната ефективност води до по-големи печалби за предприятията и до допълнителни ползи като надеждност, престиж и доверие от страна на потребителите, които също имат важна пазарна стойност. Освен това енергийната ефективност допринася за намаляване на негативното влияние върху околната среда от използването и потребяването на енергия както на местно, така и на световно ниво. Запасите от природни ресурси и скоростта на тяхното възобновяване, включително на енергията, не могат да поддържат темпото на сегашните модели за икономически растеж. Необходимо е да се прилага ресурсно осъзнат подход, за да се прави повече с по-малко ресурси, като се насърчава по-широкото използване на устойчиви енергийни решения и намирането на точния баланс между растеж и използване на ресурсите. Прилагането на стандарти подпомага предприятията и организациите в повишаване на енергийната им ефективност и развитието на технологии за възобновяема енергия. В областта на енергийната ефективност един от стандартите с голяма тежест е БДС EN ISO 50001:2018.

2. ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ – ПРИОРИТЕТ ЗА ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ

В хронологичен ред стъпките, които предприема Европейската комисия към Парламента на ЕС за намаляването на потреблението и загубите на енергия са следните [3]:

- 2006 г. – Комисията стартира първия си „План за действие за енергийна ефективност: Реализиране на потенциала“. Очакваният резултат – намаляване на годишното потребление на първична енергия с 20 % до 2020 г. Въпреки това оценките показаха, че ЕС е на път да постигне само половината от поставената цел от 20 %;

- 2011 г. – Комисията отговори, като постави въпроси във връзка с енергийната ефективност като водещи цели на стратегията „Европа 2020“ за интелигентен, устойчив и приобщаващ растеж, както и като разработи нов и всеобхватен План за енергийна ефективност (ПЕЕ);

- 2014 г. – Комисията публикува съобщение – от страна на държавите членки ще бъдат необходими допълнителни усилия, тъй като ЕС ще бъде в състояние да постигне едва около 18–19 % икономии на енергия до 2020 г. Според „Доклада за напредъка относно изпълнението на Директивата за енергийната ефективност“ от 18 ноември 2015 г., държавите членки са на път да постигнат едва 17,6 % икономии на първична енергия до 2020 г. В резултат на това пътната карта за Енергийния съюз за 2015 г. обяви преглед на директивите за енергийна ефективност;

- 30 ноември 2016 г. – Комисията представи пакета от предложения „Чиста енергия за всички европейци“ с цел привеждане на законодателството на ЕС в областта на енергетиката в съответствие с новите цели за 2030 г. „Енергийната ефективност на първо място“ е един от ключовите принципи на енергийния съюз. В преработената директива за Енергийна ефективност Комисията предложи амбициозна цел за 30 % енергийна ефективност до 2030 г.;

- януари 2018 г. – Парламентът измени предложението на Комисията за преразгледаната Директива относно енергийната ефективност, за да направи по-амбициозно предложение. След преговори със Съвета през ноември 2018 г. беше постигнато споразумение, в което се поставя цел за намаляване на потреблението на енергия с 32,5 % до 2030 г. на равнището на ЕС.

3. УПРАВЛЕНИЕ НА ЕНЕРГИЯТА - БДС EN ISO 50001:2018

Устойчивото енергийно развитие в ЕС е изведено като център на енергийната политика и постигането му е обвързано с дългосрочни цели до 2030 г., които включват:

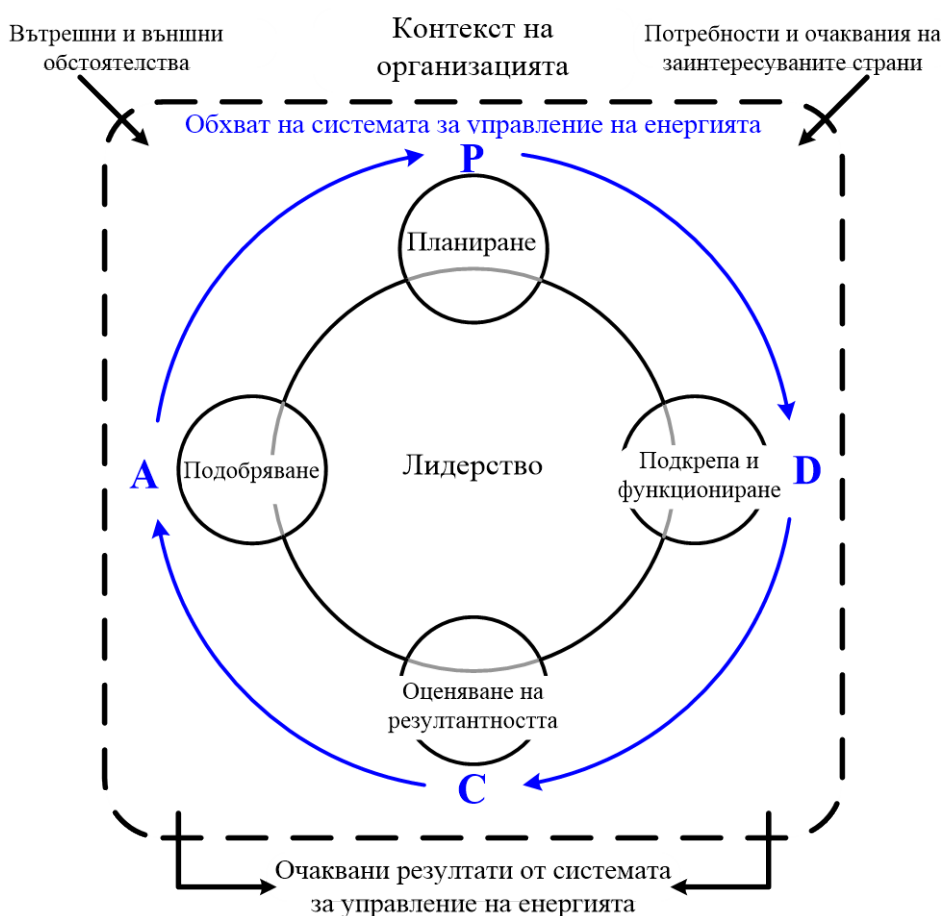
- Повишаване на енергийната ефективност с 32.5% до 2030 г.;
- До 2030 г. 32% от енергията трябва да идва от възобновяеми източници.

Енергийната ефективност се дефинира като ползването на по-малко енергия за постигането на същата или дори по-висока производителност. Все повече се смятат, че именно енергийната ефективност е най-важното и рентабилно решение за редуциране на емисиите парникови газове, генерирани от индустриалните процеси. Редица проучвания показват, че енергийната ефективност има техническия потенциал да намали промишленото енергопотребление с около 20%. Значимостта на този потенциал е очевидна, като се има предвид, че индустрията отговаря за 26% от глобалните емисии на въглероден диоксид. Опитът на индустрията показва, че компаниите могат да спестят между 10 и 30% от годишното си енергопотребление, а оттам и да намалят експлоатационните си разходи в подобна степен чрез по-добро управление на енергията. Системите за управление на енергията могат да бъдат внедрени в съответствие със стандарт БДС EN ISO 50001:2018 – Системи за управление на енергията. Изисквания с указания за прилагане [1]. От първото му публикуването (през 2011 г.) той става все по-актуален. Целта на този стандарт е да позволи на организациите да установят системите и процесите, необходими, за да се подобряват непрекъснато енергийните характеристики, включително енергийната ефективност, използването и потреблението на енергията. Разработването и внедряването на Система за управление на енергията (СУЕ) (Energy management system (EnMS)) включва енергийна политика, общи енергийни цели, конкретни енергийни цели и планове за действие, свързани с енергийната ефективност, използването и потреблението на енергия при спазване на законовите изисквания. Този международен стандарт определя изискванията за създаване, внедряване,

поддържане и подобряване на СУЕ(EnMS). Очакваният резултат е да даде възможност на една организация да следва систематичен подход при постигане на непрекъснато подобряване на енергийните характеристики и СУЕ(EnMS). Стандартът е приложим за всяка организация, независимо от нейния вид, големина, организационна култура или продуктите и услугите, които предлага; приложим е за дейности, влияещи върху енергийните характеристики, които се управляват и контролират от организацията;

приложим е независимо от количеството, начина на използване или видовете консумирана енергия; може да се използва самостоятелно или да бъде обединен или интегриран в други системи за управление.

СУЕ(EnMS), описана в този документ, се основава на рамката за непрекъснато усъвършенстване „Планиране – изпълнение – проверка – действие“ и включва управлението на енергия, както е показано на фиг. 1.



фиг.1 Цикъл „Планиране – изпълнение – проверка – действие“

Отделните етапи в подхода „Планиране – Изпълнение – Проверка – Действие“ (ПИПД) – „Plan – Do – Check – Act“ (PDCA) са: Формулата се центрира и номерира както е показано:

- **Планиране:** разбиране на контекста на организацията, създаване на енергийна политика и екип за управление на енергията, обмисляне на действия за справяне с рисковете и възможностите,

провеждане на енергиен преглед, идентифициране на случаите на значимо използване на енергия и установяване на показателите на енергийни характеристики, енергийна базова линия(и), общи и конкретни цели и планове за действие, необходими за постигане на резултати, които ще подобрят енергийните характеристики в съответствие с енергийната политика на организацията;

- **Изпълнение:** прилагане на плановете за действие за управление на енергията, контрол на експлоатацията и обмен на информацията, осигуряване на компетентност и отчитане на енергийните характеристики при проектиране и закупуване на оборудване;

- **Проверка:** наблюдение, измерване, анализ, оценяване, одит и провеждане на преглед(и) от ръководството на енергийните характеристики и СУЕ;

- **Действие:** предприемане на действия по отношение на несъответствията и непрекъснатото подобряване на енергийните характеристики и СУЕ.

В тази връзка основните понятия трябва да се разбират така:

Енергийна политика е: изявление на организацията за нейните общи намерения, посока на развитие и ангажименти, свързани с нейните енергийни характеристики, както официално са обявени от висшето ръководство;

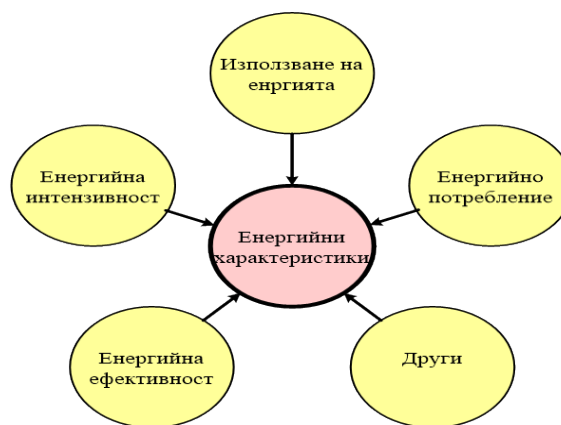
Енергийни характеристики: измерим резултат, свързан с енергийната ефективност, използването на енергия или енергийно потребление (фиг.2).

Организацията трябва да определи показатели на енергийните характеристики (ПЕХ(EnPI)) така, че те да са подходящи за измерване и мониторинг на нейните енергийни характеристики и да дават възможност на организацията да демонстрира подобряване на енергийните характеристики. Организацията трябва да установи Енергийна базова линия (ЕнБЛ(EnB)), като използва информацията от енергийния преглед, вземайки предвид подходящ период от време.

Основните промени в стандарта БДС EN ISO 50001:2018 в сравнение с предишната му версия от 2011 г. могат да се обобщят така:

- Приемане на изискванията на ISO за стандартите за системата за управление, включително структурата на високо ниво, за да се

гарантира висока степен на съвместимост с други стандарти за системи за управление;



фиг.2 Идейно представяне на енергийните характеристики

- По-добра интеграция с процесите за стратегическо управление;

- Изясняване на езиковата структура и структурата на документа;

- По-силен акцент върху ролята на висшето ръководство;

- Приемане на последователността на термините и техните определения и актуализиране на някои определения спрямо контекста;

- Включени са нови определения, включително подобряване на енергийните характеристики;

- Изясняване на термина „енергиен преглед“;

- Въвежда концепция за нормализиране на показателите за енергийни характеристики (ПЕХ(EnPI)) и свързаните с това енергийни базови линии(ЕнБЛ(EnB));

- Добавяне на подробности относно плана за събиране на данни за енергията и свързаните с него изисквания;

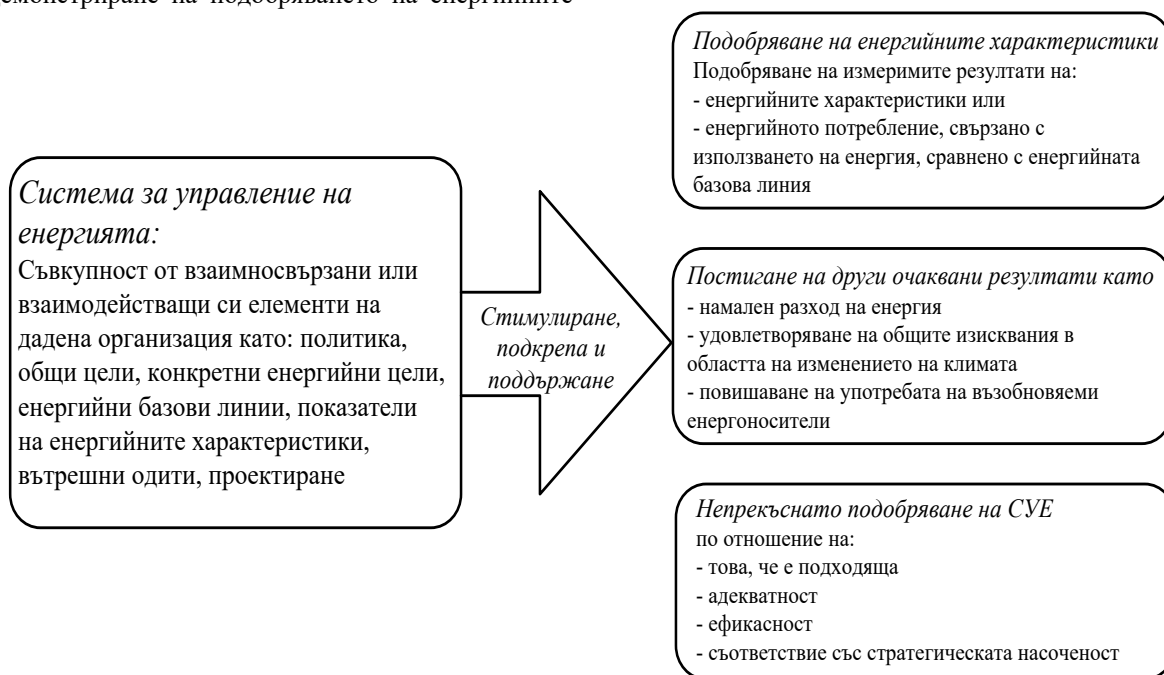
- Изясняване на текста, свързан с показателите за енергийни характеристики (ПЕХ(EnPI)) и енергийните базови линии (ЕнБЛ(EnB)), за да се осигури по-добро разбиране на тези понятия.

Този стандарт разглежда както подобряването на енергийните характеристики, така и на подхода за система за управление на енергията. СУЕ

използва взаимно свързани елементи като показателите за енергийни характеристики и енергийните базови линии като средство за демонстриране на измерими подобрения в енергийната ефективност или енергийното потребление, свързани с използването на енергия (фиг. 3).

Прилагането на този стандарт изисква демонстриране на подобряването на енергийните

характеристики, но всяка организация, която прилага стандарта, сама определя своите енергийни характеристики и конкретни енергийни цели както и начина, по който ще се демонстрира подобряването на енергийните характеристики.



фиг.3 Връзка между енергийните характеристики и СУЕ

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Докладът на Европейската комисия [4] показва, че държавите членки са въвели, в допълнение към набора от мерки на политиката на ЕС (напр. екопроектиране, етикетиране, схема на ЕС за търговия с емисии, норми за автомобилите), мерки за енергийна ефективност в промишлеността, жилищния сектор, сектора на услугите, транспортния сектор и сектора за производство на енергия. Националните планове за действие по енергийна ефективност (НПДЕЕ) показват, че повечето държави членки са увеличили усилията си или са засилили съществуващите мерки за енергийна ефективност, или са въвели нови такива.

Държавите членки на ЕС трябва да увеличат усилията си за енергийна ефективност, за да постигнат своите индикативни цели до 2020 г. или дори да ги преизпълнят, за да гарантират че Европейският съюз ще постигне целта си за намаление с 20 % до 2020 г. Това подчертава нуждата от пълно прилагане на европейската законодателна рамка за енергийна ефективност и дава възможност за развитието на пазара за услуги за енергийна ефективност и премахването на съществуващите за пазара пречки за инвестиции за енергийна ефективност. Прилагането на законодателната рамка, отнасяща се за намаляването на парниковите газове – например в сектора извън Схемата за търговия с емисии (СТЕ),

или наскоро приетият резерв за стабилност на пазара за сектора на СТЕ са също от ключово значение, тъй като двете области на политиката са взаимосвързани и взаимно се усилват.

Този преглед следва да помогне на всички заинтересовани страни (национална администрация, областни и местни органи, дружества за енергийна ефективност, финансови институции, потребители и т.н.) да използват потенциала за рентабилни икономии на енергия в дългосрочен план с оглед на целите на ЕС във връзка с климата и енергетиката за 2030 г. и 2050г.

1. БДС EN ISO 50001:2018 – Системи за управление на енергията. Изисквания с указания за прилагане.
2. Георгиев З., Все повече се осъзнава ролята на стандартите в областта на електроенергетиката и енергийната ефективност, БДС Компас, Издание на Български институт за стандартизация, бр.1, 2017, стр. 16-17, ISSN 1314-3611
3. http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/bg/FTU_2.4.8.pdf (посетен на 17.10.2020 г.)
4. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2015/BG/COM-2015-574-F1-BG-MAIN-PART-1.PDF> (посетен на 17.10.2020 г.)
5. https://europa.eu/rapid/press-release_IP-09-628_bg.htm (посетен на 17.10.2020 г.)

Литература

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY THROUGH ENERGY MANAGEMENT

Kalinka TODOROVA

Department of General Electrical Engineering, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: ktodorova@tu-sofia.bg

Abstract: Energy efficiency and energy management is an extremely wide area. The effect of standards in this area is very important [2]. It covers standards for energy performance calculation of buildings and inspection of energy facilities, appliances testing, lighting, energy quality, smart grids and communication in power grids, energy management and calculation of energy savings, smart cities and others. Much of the requirements of these standards are parts of the regulatory framework or are parts of the contractual relations of the countries of the European Union (EU). The work analyzes the EU energy policy and the field of application of the standard BDS EN ISO 50001: 2018, as well as the benefits of its implementation.

Keywords: energy efficiency, energy management, energy management systems

ПАРАМЕТРИЧНО ПРОЕКТИРАНЕ НА УЛИЧНА ВОДОПРИЕМНА РЕШЕТКА ОТ СЪТЪКЛОУСИЛЕНИ ТЕРМОРЕАКТИВНИ ФОРМОВЪЧНИ КОМПАУНДИ

Красимир СТАЙКОВ

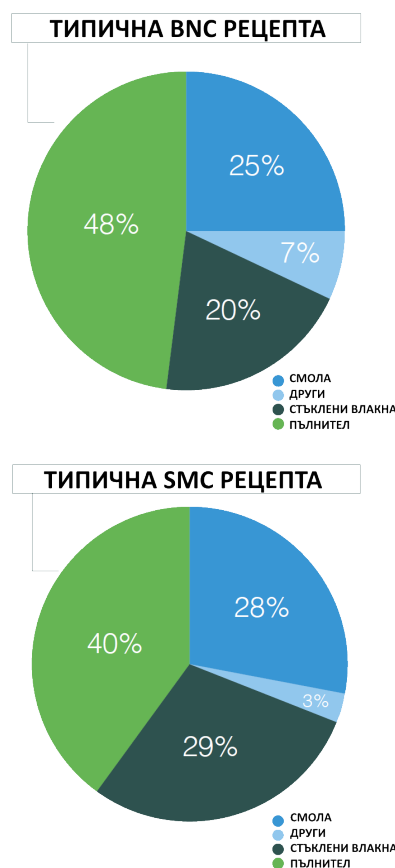
катедра „Машинни елементи и неметални конструкции”, Технически университет - София, България
e-mail: staikov@tu-sofia.bg

Резюме: В статията е представен иновативен подход за параметрично проектиране на улична водоприемна решетка с клас на натоварване B125, отговаряща на изискванията на стандарт EN 124. Конструкцията е реализирана без допълнително армиране и е взаимнозаменяема с масово използваните в миналото чугунени решетки с размери 400x450 mm съгласно БДС 1623:1975. Материалът, който е избран за производство на решетката е обемен формовъчен компаунд (ВМС) на база полиестерна смола, напълнен с къси стъклени влакна, произведен от IDI Composites International, Inc. Параметричното пресмятане е извършено с помощта на модула за якостен анализ на Autodesk Inventor Professional 2020. Изследвано е влиянието на 2 геометрични параметъра и е избрана конфигурация, която има минимална маса и отговаря на критерия на Мор-Кулон.

Ключови думи: параметрично проектиране, водоприемна решетка, обемен формовъчен компаунд, Autodesk Inventor Professional 2020

1. ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години чугунените решетки на дъждоприемните шахти и капациите на ревизионните шахти от пътната инфраструктура са обект на масови кражби, което е предпоставка за сериозни пътно транспортни произшествия, ако гумите на автомобилите попаднат в отворите на уличната канализация. Освен това, особено през есенния сезон, който е свързан със засилен листопад и обилни дъждове, има опасност и от наводнения по пътната мрежа. Поради тази причина в световен мащаб все повече се залага на заместването на традиционните чугунени водосъбирателни решетки с такива, произведени от композитни материали. Много често за производството има се използват т.нар. усилен термореактивни формовъчни компаунди [1]. Под това наименование се разбира най-вече композитни материали на база термореактивни смоли, които включват в състава си къси стъклени влакна и неорганичен пълнител (най-често CaCO₃). Обикновено в композициите се добавя LPA (Low Profile Additive) добавки, които редуцират значително обемното свиване при преработката им. Тези материали имат високи механични показатели, ниска плътност и устойчивост на високи температури. Преработват се най-често чрез пресоване, като продуктите се отличават с висока точност на геометричните размери [3,6].



Фиг.1 Типични рецепти на двата типа термореактивни формовъчни компаунди

Основните типове усилен термореактивни формовъчни компаунди, в зависимост от технологията за производството им, са листовите формовъчни компаунди (SMC) и обемните формовъчни компаунди (BMC). SMC-материалите се отличават с по-високи механични характеристики основно поради по-голямото количество влакна, които се съдържат в композициите и поради това, че влакната, които се залагат в листовите формовъчни компаунди обикновено са с по-голяма дължина (25 - 50mm) спрямо влакната, които се влагат в обемните формовъчни компаунди (6 - 12mm). След преработка този тип материали се характеризират с крехко разрушаване, тъй като имат относително удължение при скъсване при изпитване на опън под 5% [3,6]. Типични рецепти на двата типа термореактивни формовъчни компаунди са предствени на фиг. 1.

Техническите изисквания към покритията за водоприемници и ревизионни шахти за транспортни и пешеходни зони са регламентирани в стандарта БДС EN 124-1:2015. В него са регламентирани и изискванията към методите за изпитване, оценяване на съответствието и маркиране на покрития за водоприемници и ревизионни шахти. В зоните за движение на пешеходци и/или автомобили стандартът класифицира продуктите според мястото на техния монтаж в 6 групи, като за всяка група граничният (тестови) товар се изчислява по следното уравнение:

$$F_{ep} = 1,6 \cdot 2,5 \cdot F, \quad (1)$$

където F е очаквания товар, 1,6 е коеф. на динамично натоварване, а 2,5 е коеф. на сигурност.

В стандарта са представени също изискванията към отворите на решетките. Те трябва да бъдат равномерно разпределени, като тяхната площ не трябва да бъде по-малка от 30% от полезната площ на покритието. В зависимост от класа на натоварване са специфицирани и максималните им размери. В частност, капациите и решетките за ревизионни и водосъбирателни шахти от композитни материали са регулирани в стандарта БДС EN 124-5:2015 [1].

На фиг. 2 е показана снимка на най-масово използвания в миналото тип водоприемна решетка (БДС 1623:1975) в България. Тя е с размери 400x450 mm и дебелина 60 mm. Предназначена е за

монтаж върху бетонени тръби с диаметър 400 mm. Този тип решетки се полагат в чугунена рамка с размери 450x500 mm и дебелина 90 mm. За осъществяване на контакт са предвидени два борда от вътрешната страна на рамката, като по този начин полезната зона за осъществяване на отводняването остава с размери 400x400 mm.

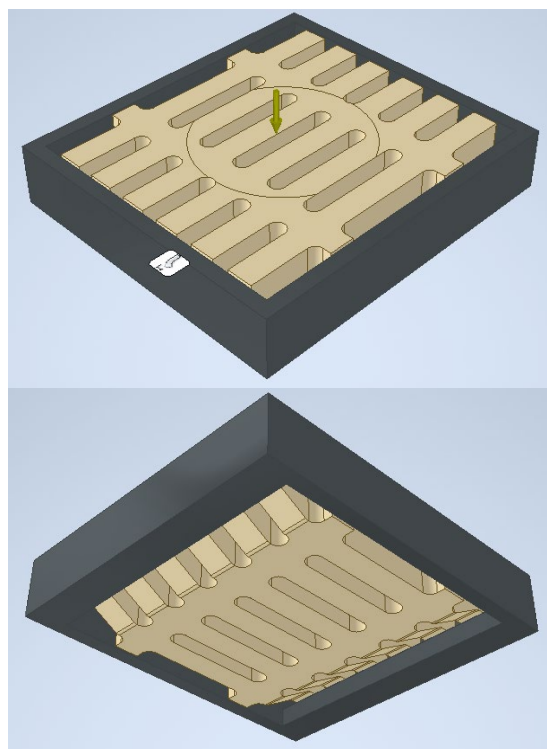
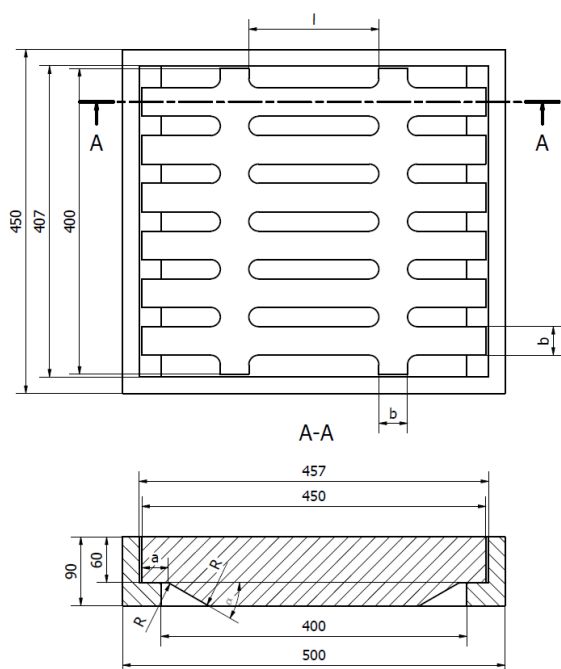


фиг.2 Чугунена решетка с размери 400x450 mm съгласно БДС 1623:1975.

Целта на статията е да се проектира и оптимизира улична решетка от обемн формовъчен компаунд (BMC) с клас на натоварване B125, без допълнително армиране, която да съответства на стандарт БДС EN 124-5:2015 и да е взаимнозаменяема с чугунените решетки с размери 400x450 mm съгласно БДС 1623:1975.

2. ПРЕДПОСТАВКИ И МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА

Предложената базова конструкция на улична водоприемна решетка е предвидена да се състои от 6 бр. надлъжни и 2 бр. напречни греди (фиг. 3). Част от размерите са дефинирани по конструктивни съображения. Обособените отвори отговарят на максимално допустимите от стандарта размери 170x25 mm и общата им площ надхвърля изискваните 30 %. Останалите размери са обект на изследване чрез параметричен якостен анализ. По естетически причини широчината на надлъжните и напречните греди е приета да бъде равна.



фиг.3 Базова конструкция на улична водоприемна решетка

Обемните формовъчни компаунди (ВМС) могат да се приемат за изотропни материали, като за тях се отнасят критериите за крехко разрушение. Двама общоприети критерия са критерий на най-големите главни напрежения и критерий на Мор-Кулон. Критерият на Мор-Кулон дава винаги по-консервативна оценка на напрегнатото състояние отколкото експериментално може да се установи и поради тази причина се е наложил. Според този критерий условието безопасно механично състояние при $\sigma_1 \geq 0 \geq \sigma_3$ се определя от неравенството:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{u,t}} + \frac{\sigma_3}{-\sigma_{u,c}} \leq \frac{1}{S} \quad (1)$$

където σ_1 и σ_3 са максималните главни напрежения, $\sigma_{u,t}$ и $\sigma_{u,c}$ са съответно якостта на опън и на натиск на материала, а S е коефициента на сигурност [2].

Оптимизационното параметрично пресмятане е извършено чрез модула за якостен анализ на Autodesk Inventor Professional 2020. Изследвана е цялата сглобена единица рамка-решетка, но са оценявани резултатите само в рамката. Рамката е запъната неподвижно в долната си част, а контактът между вътрешните бордове на рамката и решетката позволява свободното и движение. Централно върху решетката на площ с диаметър 250 mm е приложен граничния тестови товар от 125 kN. По този начин се изпълняват изискванията за провеждане на изпитванията за статична товароносимост съгласно annex B на БДС EN 124-1:2015, при който посредством хидравлична преса върху цялата сглобена единица централно се прилага граничния товар чрез допълнителен цилиндричен стоманен образец с диаметър 250 mm. За получаване на резултати с висока точност е използван минималния размер на крайните елементи съгласно препоръките на Autodesk Inc.

Дебелината на рамката в зоната на контакт и дебелината на рамката в централната част на решетката са дефинирани по конструктивни съображения с техните максимално допустими стойности. Предварителните пресмятания показват, че за ограничаване на концентрацията на напрежения в зоната на преход между двете дебелини на решетката и за изместване на максималните главни напрежения от зоната на контакт между решетката и рамката в централната

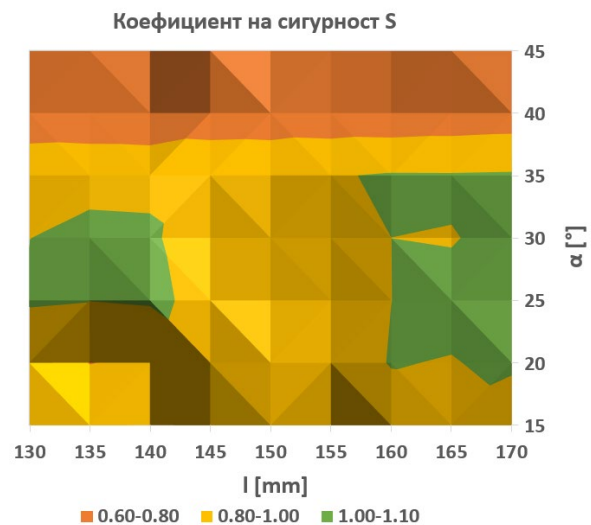
зона е най-уместно стойностите на радиусът на закръгления R и дължината на борда a да бъдат съответно $R=10$ mm и $a=35$ mm. Широчината на надлъжните и напречните греди b е приета за 37.5 mm. По този начин водоприемните отвори се получават с широчина 25 mm, което е максималната допустима стойност съгласно стандарт БДС EN 124-5:2015 [1]. Така в предложената конструкция общата площ на отворите се получава 34.64% от полезната площ на шахтата. Параметрите, които подлежат на изследване при тези начални условия са дължината на централните отвори l и ъгълът между борда и централната част на решетката α . Дължината на отворите l е изследвана в диапазона 130-170 mm със стъпка 5 mm, като 170 mm е максимално допустимата дължина съгласно БДС EN 124-5:2015. Ъгълът между борда и централната част на решетката α е изследван в диапазона $15^\circ - 45^\circ$ със стъпка 5° . При по-голям ъгъл екстремните стойности на нормалните напрежения нарастват и се си изместват в зоната на контакт между решетката и рамката, а и масата на решетката се покачва значително.

За постигане на поставената цел е необходимо да се избере производител и марка на ВМС материал и да се намерят комбинациите от стойностите на изследваните параметри, при които коефициентът на сигурност S е по-голям от 1.

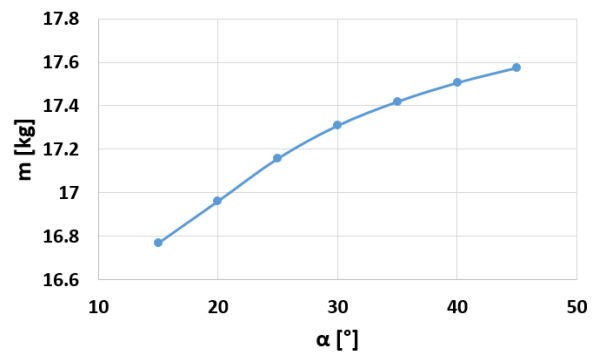
3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Проведени са параметрични пресмятания и са получени стойностите на главните напрежения σ_1 и σ_3 за всичките 63 комбинации. Следващата стъпка е да се подбере подходящ ВМС материал с якостни характеристики, които отговарят на условие (2). При изборът на материал е използвана водещата онлайн платформа за материали MatWeb [5]. Изследвани са няколко ВМС материала, като себестойността им също е взета под внимание. Един от материалите, които покрива поставените технически изисквания е обемният формовъчен компаунд B10 с 20% съдържание на стъклени влакна на американската компания IDI Composites International, Inc. Този композитен материал има широк спектър от приложения. Според техническите данни, предоставени от производителя, той има якост на опън $\sigma_{u,t}=48$ МПа и

якост на натиск $\sigma_{u,c}=159$ МПа. Изчислен е коефициентът на сигурност S съгласно критерия на Мор-Кулон и резултатите са представени графично на фиг.4. Тя изобразява коефициента на сигурност S в зависимост от дължината на централните отвори l и ъгъла α . Стойностите на коефициента на сигурност са представени в различни цветове, като в зоните със зелен цвят те имат стойност по-голяма от 1.



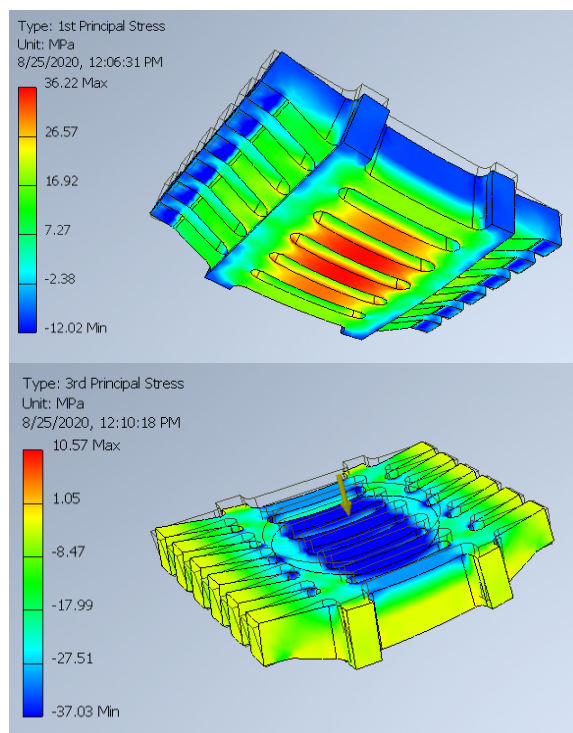
фиг.4 Коефициент на сигурност S в зависимост от дължината на централните отвори l и ъгъл α



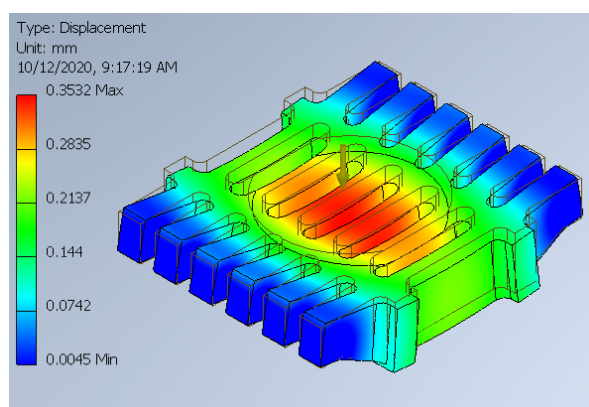
фиг.5 Зависимост между ъгъл α и масата на решетката

Друго важно изискване към водосъбирателните решетки е ниската маса и габарити, което пряко влияе на тяхната себестойност и транспортируемост. На фиг.5 е представена зависимост между ъгъла между борда и централната част на решетката α и масата на

решетката. Логично е, че повишаването на този ъгъл увеличава масата на продукта и разхода на материал. Поради тази причина комбинацията между параметрите l и ъгъл α , при която решетката има минимална маса и отговаря на критерия на Мор-Кулон е при $l=170$ mm и $\alpha=20^\circ$. На фиг.6 са представени разпределението на главните напрежения за избраната конфигурация.



фиг.6 Главни напрежения при $l=170$ mm и $\alpha=20^\circ$



фиг.7 Деформация на решетката при $F_D=F_{Tp}/3$

Стандарт БДС EN 124-5:2015 регламентира също и максимално допустимата деформация за решетки, произведени от крехки материали [1]. Изпитването се извършва при натоварване $F_D=F_{Tp}/3$. В конкретния случай деформацията в централната част на решетката за предложената конструкция според стандарта трябва да бъде по-малка от 1,11 mm. Проведените пресмятания показват, че за избраната конфигурация деформацията в централната част на решетката е 0,35 mm (фиг.7), което изпълнява критерия за деформационна якост, регламентирана в стандарта.

4. ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

В статията е представен иновативен подход за проектиране на улична водосъбирателна решетка от композитни материали чрез използване на съвременните инструменти на CAD/CAM/CAE софтуерни продукти. Основните предимства на решетките от високотехнологични стъклоусилени термореактивни формовъчни компаунди са дългия експлоатационен срок, ниската маса и устойчивостта срещу въздействието на околната среда. Освен това предложената конструкция се отличава и с висока степен на водопримане. Решетките от композитни материали могат да бъдат реализирани в различни цветове, в зависимост от особеностите на заобикалящата ги градска среда. При бъдещата работа се планира допълнително олекотяване на конструкцията чрез използване на инструмента за топологична оптимизация на Autodesk Inventor Professional, както и проектиране на технологична екипировка за производството на решетката. Преди въвеждане на прототипите в експлоатация, те подлежат и на експериментално тестване, като освен изпитване на огъване в стандарт БДС EN 124-5:2015 се предвижда и провеждане на изпитвания на циклични и ударни натоварвания, както и изпитване на пълзене.

Литература

- 1.БДС EN 124-5:2015, Покрития за водоприемници и ревизионни шахти за транспортни и пешеходни зони. Част 5: Покрития за водоприемници и ревизионни шахти, изработени от композити
- 2.Budynas R., Nisbett J.K. Shigley's Mechanical Engineering Design, McGraw-Hill Education, McGraw-Hill Education, 2014

3. **Meyer R.** Handbook of polyester molding compounds and molding technology, Chapman and Hall, 1987

4. **idicomposites.com.** Посетен на 15.08.2020г.

5. **matweb.com.** MatWeb: Online Materials Information Resource. Посетен на 15.08.2020г.

6. **smcbmc-europe.org.** Design for Success, A design& technology manual for SMC BMC, European Alliance for SMC/BMC, 2016. Посетен на 15.08.2020г

PARAMETRIC DESIGN OF A GULLY GRATE MADE OF GLASS-REINFORCED THERMOSETTING MOULDING COMPOUNDS

Krasimir STAYKOV

Department Machine Elements and Non - metallic Constructions, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: staikov@tu-sofia.bg

Abstract: The paper presents an innovative approach for parametric design of gully grate class B125, meeting the requirements of standard EN 124. The grate is designed without additional reinforcement and is interchangeable with the widely used in the past cast iron grates with dimensions 400x450 mm according to BDS 1623:1975. The material selected for the manufacturing of the grate is a bulk molding compound (BMC) based on polyester resin, reinforced with short glass fibers, made by IDI Composites International, Inc. The parametric calculations was performed using the stress analysis module of Autodesk Inventor Professional 2020. The influence of 2 geometric parameters was studied and a configuration was selected that has a minimum mass and meets the Mohr-Coulomb criterion.

Keywords: parametric design, gully grate, bulk moulding compound, Autodesk Inventor Professional 2020

ПРИЛОЖЕНИЕ НА МЕТОДА НА МРЕЖИТЕ ПРИ ИЗСЛЕДВАНЕ В УСЛОВИЯТА НА РАВНИННО НАПРЕГНАТО СЪСТОЯНИЕ И ПРАВОЪГЪЛНА МРЕЖА

Галина ТОДОРОВА

катедра „Съпротивление на материалите”, Технически университет - София, България
e-mail: gtodor@tu-sofia.bg

Резюме: В статията са посочени математически зависимости за изчисляване на деформациите и напреженията в условията на равнинно напрегнато състояние по метода на мрежите при използване на правоъгълна мрежа и известни координати на центровете на тежест на обектите (точките) от мрежата. Описан е пример за изчисляване на деформациите и напреженията.

Ключови думи: мрежов метод, експериментално определяне на деформациите и напреженията при равнинно напрегнато състояние

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Методите, използващи мрежи за регистриране на промените върху плоска повърхност - премествания и деформации с помощта на мрежи са създадени около средата на миналия век [6], [7]. За тяхното определяне са били използвани специални шаблони и микроскопи. Целите на тези методи е да се изследват разпределенията на полетата на преместване и деформация в изследваната област при прилагане на механично натоварване.

Съвременното развитие на цифровата техника открива нови и значително по-добри възможности за автоматизиране на експерименталните изследвания при използване на метода на мрежите. За реализацията на метода върху повърхността на пробното тяло се нанася мрежа (дискретизация в равнинна област). Пробното тяло се натоварва статично на опън с помощта на стандартна машина за изпитване [9]. Осъвременяването на метода се състои в автоматизиране, което се изразява в последователно заснемане на изследваната област чрез цифров микроскоп (дискретизация по време), закрепен неподвижно и последваща цифрова обработка на заснетите изображения. Цифровата обработка на изображенията се състои във

филтриране и сегментиране на изображенията, заснети преди и по време на процеса на деформиране и [2],[8]:

- Определяне на положението на центровете на тежест на обектите (точките) от мрежата;
- определяне на съответстващи си обекти от мрежите на последователно заснети изображения;
- Изчисляване на дискретни стойности от полето на преместване на повърхността на изследваното пробно тяло.

Така получените резултати могат да се представят в дискретен или интерполиран вид.

Изчислените дискретни стойности от полето на преместване за дадено изображение съдържат компонентите на твърдотелната трансляция и твърдотелната ротация. Така получените дискретни стойности от полето на преместване могат да се използват само в алгоритми за постобработка, които ги отчитат. При използване на стойности от полето на деформацията този проблем не съществува.

Освен това познаването на дискретни стойности от полето на деформацията дава възможност да се изчислят дискретни стойности от полето на напреженията. Това дават основание да се търсят зависимости и подходи, посредством които да се изчисляват деформациите по метода на мрежите.

2. ЦЕЛ

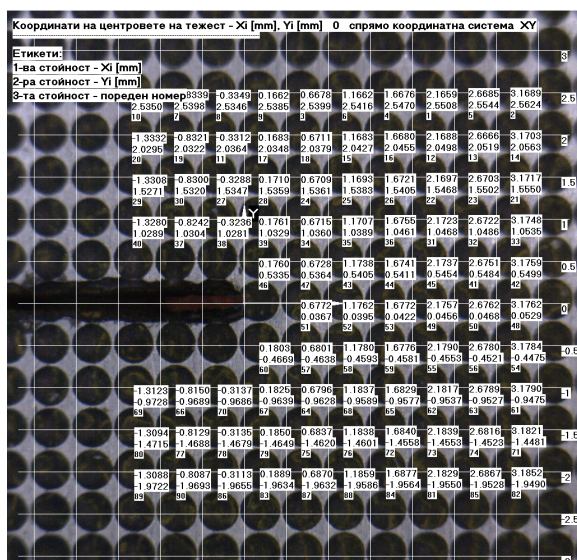
Да се формулират математически зависимости и подходи за изчисляване на деформациите при използване на правоъгълна мрежа посредством автоматизирания метод на мрежите при равнинно

напрегнато състояние. Да се посочи пример за изчисляване на деформациите и напреженията.

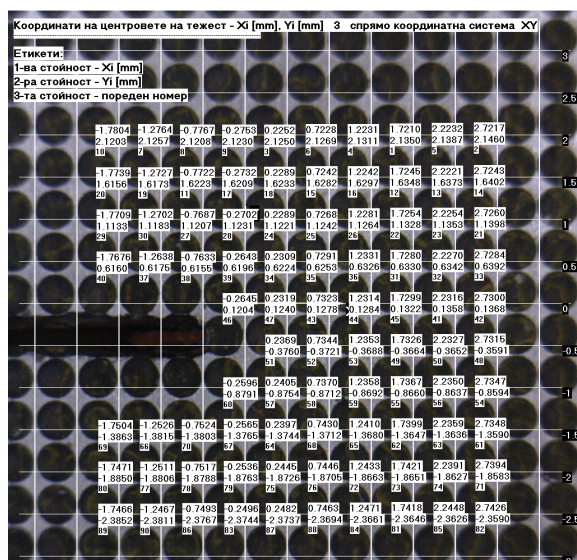
С цел дефиниране на задачата за изчисляване на деформациите се разглежда плоско тяло, натоварено в неговата средна равнина или тялото се намира в условията на равнинно напрегнато състояние. При тези условия се формулират следните основни хипотези:

- i. По време на процеса на натоварване протича квазистатична деформация;
- ii. Приема се модел на механиката на непрекъсната среда;
- iii. Преместванията по време на процеса на деформиране са малки;

3. ПРАВОЪГЪЛНА МРЕЖА



(a)



(б)

фиг.1 Правоъгълна (квадратна) мрежа с нанесени координати на центровете на тежест на обектите от мрежата спрямо координатна система XY с начало върха на концентратора в недеформирано състояние (a) в недеформирано състояние ($t=0$) (б) в деформирано състояние ($t>0$)

4. ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА НАРАСТВАНЕТО НА ДЕФОРМАЦИЯТА ПОСРЕДСТВОМ КООРДИНАТИТЕ НА ЦЕНТРОВЕТЕ НА ТЕЖЕСТ НА ОБЕКТИТЕ ОТ МРЕЖАТА

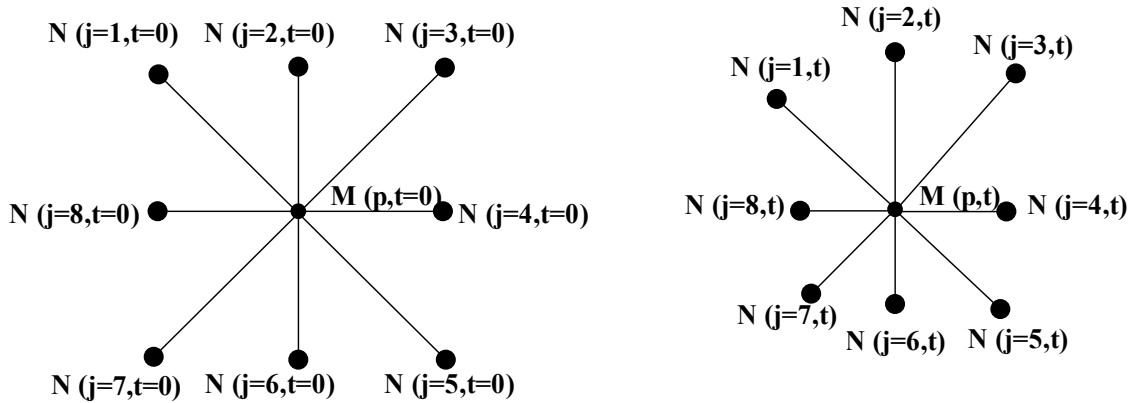
Изображения на правоъгълна (квадратна) мрежа със стъпка 0,5 [mm], нанесена върху плоско пробно тяло с концентратор на напреженията (прорез, оформен чрез прогаряне с лазер, с ширина 0,2 [mm]) преди и по време на процеса на натоварване са показани на фиг.1. Тялото по време на натоварването се намира се в условията на равнинно напрегнато състояние. Посредством разработена от автора програмна система [2] изображенията, заснети с цифров микроскоп, се подлагат на цифрова обработка, при което се изчисляват координатите на центровете на тежест на съответстващите си обекти (точки) от мрежата спрямо координатна система XY с начало във върха на концентратора в недеформирано състояние (фиг.1.a). Към всеки център на тежест има три вертикално разположени етикета: горният съдържа координатата x на центъра на тежест, средният съдържа координатата y на центъра на тежест, долният съдържа поредния номер на обекта (точката) от мрежата.

Процесът на натоварване е разделен на интервали Δt , като започва в $t=0$ и завършва в $t=t_{\text{final}}$ (дискретизация по време).

За вътрешна точка $M(p,t)$, $p=1,2..n$, която има осем съседни точки $N(j,t)$, $j=1,2..8$ в даден момент $t \in [t=0,$

t_{final}] (фиг. 2) разстоянието $C(p,j,t)$ между вътрешната точка $M(p,t)$ и съседната на нея точка $N(j,t)$ може да се изчисли посредством:

$$C(p,t,j) = \sqrt{[x(j,t) - x(p,t)]^2 + [y(j,t) - y(p,t)]^2} \quad (1)$$



Фиг.2 Точки $N(j=1..8)$, участващи в изчисляването на деформацията в централна точка M (а) в недеформирано състояние ($t=0$) (б) в деформирано състояние (t)

Съответстващото нарастване на деформацията за интервал $\Delta t = t_2 - t_1$ по направления $n(p,j,t)$ според хипотеза (iii) се определят от:

$$\Delta \varepsilon_n(p,j,t_2) = \frac{C(p,j,t_2) - C(p,j,t_1)}{C(p,j,t_1)}, j=1,2..8 \quad (2)$$

и

$$n(p,j,t_2) = \begin{cases} n_x(p,j,t_2) = \frac{x(j,t_2) - x(p,t_2)}{C(p,j,t_2)} \\ n_y(p,j,t_2) = \frac{y(j,t_2) - y(p,t_2)}{C(p,j,t_2)} \end{cases} \quad (3)$$

Връзката между нарастването на пълната деформация и нарастването на нейните компоненти се определят от:

$$\begin{aligned} \Delta \varepsilon_n(p,j,t_2) &= \Delta \varepsilon_{xx}(p,t_2)[n_x(p,j,t_2)]^2 \\ &+ \Delta \varepsilon_{yy}(p,t_2)[n_y(p,j,t_2)]^2 + \\ &+ 2\Delta \varepsilon_{xy}(p,t_2)[n_x(p,j,t_2)][n_y(p,j,t_2)] \end{aligned} \quad (4)$$

Зависимост (4) определя осем уравнения по отношение на осемте точки-съседни с три неизвестни – трите компоненти на нарастването на

деформацията - $\Delta \varepsilon_{xx}$, $\Delta \varepsilon_{yy}$ и $\Delta \varepsilon_{xy}$ в централната точка M (фиг.2б). Системата уравнения (4) е линейна и преопределена.

Съществуват различни подходи за намиране на трите неизвестни на системата (4). Един от тях е формулиране на функционал J [4], определен от:

$$J = \sum_{j=1}^8 \left\{ \begin{aligned} &\Delta \varepsilon_{xx}(p,t_2)[n_x(p,j,t_2)]^2 \\ &+ \Delta \varepsilon_{yy}(p,t_2)[n_y(p,j,t_2)]^2 + \\ &2\Delta \varepsilon_{xy}(p,t_2)[n_x(p,j,t_2)n_y(p,j,t_2)] \\ &- \Delta \varepsilon_n(p,j,t_2) \end{aligned} \right\}^2 \quad (5)$$

При прилагането на метода за минимум на квадратичните отклонения върху (5) се получава [6]:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial J}{\partial(\Delta\varepsilon_{xx})} &= \\
 &= 2 \sum_{j=1}^8 \left\{ \begin{aligned} &\Delta\varepsilon_{xx}(p, t_2)[n_x(p, j, t_2)]^2 + \\ &\Delta\varepsilon_{yy}(p, t_2)[n_y(p, j, t_2)]^2 + \\ &2\Delta\varepsilon_{xy}(p, t_2)[n_x(p, j, t_2)n_y(p, j, t_2)] \\ &-\Delta\varepsilon_n(p, j, t_2) \end{aligned} \right\} \\
 &\times [n_x(p, j, t_2)]^2 = 0 \\
 \frac{\partial J}{\partial(\Delta\varepsilon_{yy})} &= \\
 &= 2 \sum_{j=1}^8 \left\{ \begin{aligned} &\Delta\varepsilon_{xx}(p, t_2)[n_x(p, j, t_2)]^2 + \\ &\Delta\varepsilon_{yy}(p, t_2)[n_y(p, j, t_2)]^2 + \\ &2\Delta\varepsilon_{xy}(p, t_2)[n_x(p, j, t_2)n_y(p, j, t_2)] \\ &-\Delta\varepsilon_n(p, j, t_2) \end{aligned} \right\} \quad (6) \\
 &\times [n_y(p, j, t_2)]^2 = 0 \\
 \frac{\partial J}{\partial(\Delta\varepsilon_{xy})} &= \\
 &= 4 \sum_{j=1}^8 \left\{ \begin{aligned} &\Delta\varepsilon_{xx}(p, t_2)[n_x(p, j, t_2)]^2 + \\ &\Delta\varepsilon_{yy}(p, t_2)[n_y(p, j, t_2)]^2 + \\ &2\Delta\varepsilon_{xy}(p, t_2)[n_x(p, j, t_2)n_y(p, j, t_2)] \\ &-\Delta\varepsilon_n(p, j, t_2) \end{aligned} \right\} \times \\
 &\times [n_x(p, j, t_2)][n_y(p, j, t_2)] = 0
 \end{aligned}$$

Системата (6) от три уравнения има три неизвестни - $\Delta\varepsilon_{xx}$, $\Delta\varepsilon_{yy}$ и $\Delta\varepsilon_{xy}$. Решението на тази система е тензорът на нарастването на деформацията в средната равнина на тяло, намиращо се в равнинно напрегнато състояние.

Друг подход за решаването на преопределената системата уравнения (5) е численото ѝ трансформиране в определена посредством използване на метода на най-малките квадрати и решаване на определената система уравнения с подходящ числен метод, какъвто е методът на Гаус [3], [5].

При наличие на равнинно напрегнато състояние компонентите $\varepsilon_{xz} = \varepsilon_{yz} = 0$ и

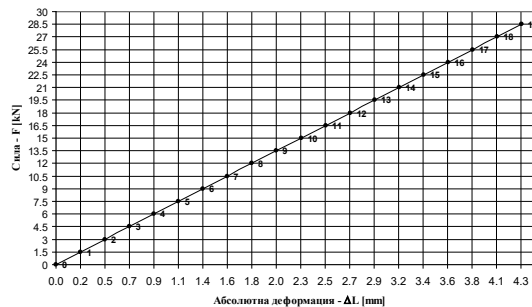
$$\Delta\varepsilon_{zz}(p, t_2) = \frac{h(p, t_2) - h(p, t_1)}{h(p, t_2)}, \quad (7)$$

където $h(p, t)$ е дебелината на тялото, намиращо се в условията на равнинно напрегнато състояние в точка $M(p, t)$ и в момент от времето $t \in [t=0, t_f]$. Дебелината е необходимо предварително да бъде измерена експериментално.

5. ПРИМЕР ЗА ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ДЕФОРМАЦИИ И НАПРЕЖЕНИЯ

Като пример за изчисляването на деформацията е проведен експеримент, при които плоско пробно тяло, изработено от стомана C75S и размери 200x40x0.9mm и централно оформен концентратор на напреженията се натоварва статично на опън посредством стандартна машина за изпитване.

Зависимостта сила - абсолютна деформация на пробното тяло, регистрирана по време на експеримента, е показана на фиг.3.



фиг.3 Зависимост сила - абсолютна деформация пробното тяло, изработено от стомана C75S с концентратор на напреженията. На всяка от посочените точки от графиката съответства заснето изображение

Изображението от фиг.1а съответства на точка 0 от фиг.3. Изображението от фиг.1б съответства на точка 3 от фиг.3, заснето при сила 4,5 [kN] и абсолютна линейна деформация 0,7 [mm].

За централна точка M (фиг.2) е избрана точка с номер 49 (фиг.1), която се намира по линията, определена от концентратора на напреженията пред неговия връх. Координатите на т.М в недеформирано и деформирано състояние са посочени в таблица 1.

Таблица 1 Координати на централна точка *M* спрямо координатна система *XU* с начало върха на концентратора в недеформирано състояние

Точка според фиг.2	Точка според фиг.1	Координата x_M [mm] в недеформирано състояние ($t=0$)	Координата u_M [mm] в недеформирано състояние ($t=0$)	Координата x_M [mm] в деформирано състояние ($t=135s$)	Координата u_M [mm] в деформирано състояние ($t=135s$)
M	50	2.6762	0.0467	2.2326	-0.3652

Координатите на съседните точки на централната т.*M* в недеформирано и деформирано състояние са посочени в таблица 2.

Таблица 2 Координати на съседните точки на точка *M* спрямо координатна система *XU* с начало върха на концентратора в недеформирано състояние

<i>j</i> според фиг.2	Според фиг.1	Координати x_{jM} [mm] в недеформирано състояние ($t=0$)	Координати u_{jM} [mm] в недеформирано състояние ($t=0$)	Координати x_{jM} [mm] в деформирано състояние ($t=135s$)	Координати u_{jM} [mm] в деформирано състояние ($t=135s$)
1	45	2.1737	0.5454	1.7299	0.1321
2	41	2.6751	0.5484	2.2316	0.1358
3	42	3.1758	0.5499	2.7300	0.1367
4	48	3.1762	0.0529	2.7315	-0.3591
5	54	3.1783	-0.4475	2.7347	-0.8594
6	56	2.6780	-0.4521	2.2350	-0.8637
7	55	2.1790	-0.4553	1.7367	-0.8660
8	49	2.1757	0.0456	1.7326	-0.3664

След прилагане на зависимости (1), (2) и (3) се съставя определената система уравнения (6). Решението на системата (6) са деформациите:

$$\varepsilon_x = -0.181 \cdot 10^{-2}$$

$$\varepsilon_y = -0.131 \cdot 10^{-2}$$

$$\varepsilon_{xy} = 0.001$$

Решението е получено посредством използване на програмен продукт Matlab.

Механични характеристики на използваната стомана C75S:

Коефициент на Поасон $\nu=0.27$

Модул на Еластичност $E=208$ [GPa]

Модул на плъзгане $G=80,3$ [GPa]

Граница на провлачане $\sigma_s = 1250$ [MPa]

При равнинно напрегнато състояние са в сила следните зависимости за изчисляване на напреженията в равнината *XU* [1]

Нормално напрежение σ_x :

$$\sigma_x = \frac{E}{(1-\nu^2)}(\varepsilon_x + \nu\varepsilon_y) = -486.415 \text{MPa} \quad (8)$$

Нормално напрежение σ_y :

$$\sigma_y = \frac{E}{(1-\nu^2)}(\varepsilon_y + \nu\varepsilon_x) = -405.294 \text{MPa} \quad (9)$$

Нормално напрежение:

Тангенциално

напрежение: $\tau_{xy} = G \cdot \gamma_{xy} = -94.669$ MPa

Главни напрежения ($\sigma_1 \neq 0, \sigma_2 \neq 0$):

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2} = -342.863 \text{MPa} \quad (10)$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2} = -548.847 \text{MPa} \quad (11)$$

Приложимо условие при равнинно напрегнато състояние ($\sigma_1 \neq 0, \sigma_2 \neq 0$) за настъпване на пластични деформации при жилаво-пластични материали, каквато е използваната за експеримента нисковъглеродна стомана, е условието на Треска-Сен-Венан, което е известно като Трета якостна теория в Съпротивление на материалите [1]: $\sigma_1 - \sigma_2 = \sigma_s$, където σ_s е границата на провлачане на материала. За разглеждания пример $\sigma_1 - \sigma_2 = 205.984$ MPa, което показва, че разглежданата точка *M* се намира в еластичната област и използваните зависимости за изчисляване на напреженията са валидни.

6.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата работа са посочени зависимости и подходи за изчисляване на нарастването на деформацията (нейните компоненти) при използване на 8-точкова схема за изчисления посредством метода на мрежите при равнинно

напрегнато състояние. Познаването на дискретни стойности от полето на деформациите дава възможност за решаване на множество задачи на Механиката на деформируемото тяло като експериментално определяне на коефициента на интензивност на напреженията (КИН), използван в Механиката на разрушаването и дава възможност за изчисляване на дискретни стойности от полето на напреженията. Експериментално получени полета на преместване, деформация и напрежение дават възможност за верифициране на числени модели, изградени по Метода на крайните елементи.

Литература

- [1] Върбанов Х., Тепавичров А., Ганев Т. (1992), Приложна теория на еластичността и пластичността, Техника, София
- [2] Тодорова Г. (2015), Програмна система за обработка на цифрови изображения за получаване на полето на равнинно преместване, Българско списание за инженерно проектиране, Технически Университет - София, ISSN1313-7530, бр.27, 2015, стр.31-38
- [3] Тодорова Г. (2016), Експериментално определяне на коефициента на интензивност на напреженията, Българско списание за инженерно проектиране, Технически Университет - София, ISSN1313-7530, бр.29, 2016, стр.5-14
- [4] Baltov A., Yanakieva A. (2013), Numerical Procedure for Identification of Constitutive Equations Based on Experimental Data, Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, 2013, vol.43, No.3, pp.43-50
- [5] Cheney E.W., Kincaid D. R (2008), Numerical Mathematics and Computing, Thomson Brooks/Cole, ISBN-13: 978-0-495-11475-8
- [6] Parks V.J. (1968), The grid method, Experimental Mechanics, 1968, v.8, pp.27-33
- [7] Parks V. J. (1982), Strain measurement using grids, Optical Engineering, 1982, v.21, 1982, pp.633-639
- [8] Todorova G., Dikov V. (2013), Automation and evaluation of the uncertainty of the coordinate-grid method, RECENT, v.14, No.3 (39), 2013, pp.196-201, Brasov, Romania
- [9] Tsonev V., Kuzmanov N., Borisov B., Penkov K. (2019), System for materials testing at static loading, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, Volume618, article012048

APPLICATION OF THE GRID METHOD FOR INVESTIGATION IN CONDITIONS OF PLANE STRESS AND RECTANGULAR GRID

Galina TODOROVA

Department of Strength of materials, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: gtodor@tu-sofia.bg

Abstract: This paper presents mathematical relations for calculating the deformations and stresses under conditions of plane stress state by the grid method using a rectangular grid and known coordinates of the centers of gravity of the objects (points) of the grid. An example of calculating deformations and stresses is described.

Keywords: grid method, experimental determination of deformations and stresses under plane stress state

METHODS OF REDUCING THE DIMENSION OF TECHNICAL DYNAMIC SYSTEMS

Alexander STENIN¹ Oleg LISOVICHENKO² Irina DROZDOVICH³
Maria SOLDATOVA⁴ Khaldon ARAFFA⁵

¹Department of technical Cybernetics, NTUU "Igor Sikorsky Kyiv polytechnic institute" - Kiev, Ukraine
e-mail: olisov@tk.kpi.ua

²Department of technical Cybernetics, NTUU "Igor Sikorsky Kyiv polytechnic institute" - Kiev, Ukraine
e-mail: alexander.stenin@yandex.ua

³Institute of telecommunications and global information space-Kiev, Ukraine
e-mail: irinashitikova54@gmail.com

⁴Department of technical Cybernetics, NTUU "Igor Sikorsky Kyiv polytechnic institute" - Kiev, Ukraine
e-mail: benten1093@gmail.com

⁵Department of technical Cybernetics, NTUU "Igor Sikorsky Kyiv polytechnic institute" - Kiev, Ukraine
e-mail: araffakh@gmail.com

Abstract: At the stage of developing a mathematical model for dynamics of complex technical systems along with theoretical issues (choice of mathematical apparatus, coordinate systems, etc.) have to solve practical problems associated with the choice of system structure and state variables. Obviously, it is appropriate the choice of such a model and structure that describes the minimum number of variables (without distortion of the physical nature of the dynamic object). One of the ways to build simplified models are the methods based on the reduction of dimensionality of the state vector. This article proposes methods for aggregation of state variables and control, which can significantly reduce the dimension of partial differential equations describing the dynamics of complex technical systems. In addition, a procedure is proposed simplification of the structure closed on state variables of the optimal regulator.

Keywords: linear stationary system, aggregation of variables, the matrix of aggregation, gradient procedure, the quadratic functional

INTRODUCTION

Due to the very high requirements for computing devices that allow multiple simulation of high-order dynamic models in real or accelerated time, in practice, it is rational to allow some deterioration in the quality of modeling and significantly reduce the requirements for the characteristics of the calculator. This approach is the starting point for research related to the simplification of dynamic models of complex technical systems in separate modes of operation

In this regard, at the stage of developing a mathematical model of the dynamics of a complex technical system, along with theoretical issues (the choice of mathematical apparatus, coordinate system, etc.), it is necessary to solve practical problems associated with the choice of the structure of the system and state variables. Obviously, it is expedient to choose such a model and structure that would described by a minimum number of variables (without distorting the physical essence of the dynamic object) [1,2].

The applicability of a simplified scheme depends on the specific characteristics of the particular regime. One

of the directions of constructing simplified models are methods based on reducing the dimension of the state vector. It is more convenient to use a simplified model with the components of the state vector that determine the dynamics of this mode for the synthesis of reference implementations of the given dynamic modes of complex technical systems.

This direction refers to aggregation, the essence of which can be formulated as follows: if the system has a significant number of indicators, then there is a need to move to the aggregated values, the so-called aggregates, the number of which is much less than the original variables [3,4,10].

In other words, a system S_1 with an n - dimensional state vector \bar{x} compared with a system S_2 with a vector of dimension less than n . Thus, the system S_2 can considered as an approximate model for S_1 and within such a coarser model give an exhaustive analysis of its functioning.

The introduction of macro-variable (aggregated variables) allows to dramatically reduce the dimension of the problem and, consequently, to simplify the way of finding its solution. As a rule, an aggregated problem

can solved in the final form, or play a coordinating role in the interactive process of forming the solution of the initial problem.

There are two basic ways of creation of aggregated tasks. One of them is associated with a decrease in the number of differential equations describing the dynamic process management - in this case we are talking about the introduction of macro variables in the state vector of the system (**problem 1**), another way is considering the simplification of tasks on the basis of aggregating the control actions (**problem 2**).

In addition, can possible significantly simplify the structure of the optimal controller. Such a possibility, in particular, appears in cases when the developer, taking into account the needs of control channels for feedbacks in specific components of the state vector, artificially allocates the "main" and "secondary" for each mode of the phase vector

Indeed, since the optimal control is a linear combination of all the coordinates of the weighted with coefficients k vector $\bar{x}(t)$, between the i -th component of the vector $\bar{u}(t)$ and the j -th component of the vector $\bar{x}(t)$ there is a relationship characterized by coefficients. For large n and m , the number of such connections $N = n \times m$ is large, which greatly complicates the technical implementation of the regulator and reduces its reliability. In this regard, the task arises to identify such links that can excluded without significantly impairing the quality of regulation (**problem 3**).

Let us consider the solution of these problems on the example of a linear stationary dynamic system.

Problem statement 1

Let given a dynamic system of the form

$$\dot{\bar{x}}(t) = A\bar{x}(t) + B\bar{u}(t), \quad x \in R^r, u \in U \subset R^s, t \in T; \quad (1)$$

where A and B are constant matrices of size $(n \times n)$, $(n \times r)$; U is a closed bounded set in R^s .

Let each moment t we have to specify all the coordinates of the phase state vector \bar{x} , which is itself a system (1), but only some set z of scalar values z_1, \dots, z_v , which characterize the current state \bar{x} of interest to the developer side.

The solution of the problem 1

The proposed method, focused on the aggregation of state variables of linear dynamic systems with constant and variable parameters, is as follows.

A stationary linear dynamic system (1) by converting $z(t) = Px(t)$, where P is a dimension matrix, is represented as

$$\dot{z}(t) = A_z z(t) + B_z u(t), \quad z(t_0) = \Pi x^0,$$

here the matrix A_z and B_z determined by conditions:

$$A_z \Pi = \Pi A, \quad B_z = \Pi B, \quad \text{and in the case when the matrices } A \text{ and } P \text{ satisfy the relation } \Pi_A = \Pi_A \Pi (\Pi \Pi')^{-1} \Pi,$$

матрицу состояния агрегированного фазового вектора можно представить в виде $A_z = \Pi_A \Pi' (\Pi \Pi')^{-1}$.

The main difficulty is the choice of the aggregation matrix Π . The paper [5] proposes an approach based on minimizing the error square of the solution of the aggregated problem with respect to the original.

The solution of the equation $\bar{e}(t) = A_z \bar{e}(t) + (A_z \Pi - \Pi A) \bar{x}(t)$ for the error $\bar{e}(t) = \bar{z}(t) - \Pi \bar{x}(t)$ written in the form

$$\bar{e}(t) = \exp(A_z(t-t_0)) \bar{e}(t_0) + \int_0^t \exp(A_z(t-\xi)) (A_z \Pi - \Pi A) \bar{x}(\xi) d\xi, \quad (2)$$

and constructing a quadratic function from (2)

$$\alpha(\bar{e}) = \bar{e}' \bar{e}(t), \quad (3)$$

the aggregation matrix Π can be selected from the minimum condition (2) by means of the traditional gradient method[4]:

$$\Pi^{(k+1)} = \Pi^{(k)} - m^{(k)} [\text{grad}_{\Pi} \alpha(\bar{e})]^{(k)}, \quad (4)$$

where $m^{(k)}$ - a weighting factor determined by practical considerations of convergence of an iterative procedure.

It should be noted that under certain conditions, a high-order differential equation can be replaced by an equivalent lower-order equation [4]. Therefore, the above case of approximation by one differential equation of another has a more General character

Problem statement 2

Consider the problem associated with the aggregation of control actions.

In this case, the system (1) represented as

$$\dot{x}_i = f_i(x_1, x_2, \dots, x_n; u_1, u_2, \dots, u_m, t), \quad i \in [1, z],$$

$$\dot{x}_i = f_i(x_1, x_2, \dots, x_n; u_1, \dots, u_m, u_{m+1}, \dots, u_i, t),$$

$$i \in [r+1, n], \quad (5)$$

$$J(\bar{x}, \bar{u}) = W(x(t_f)) + \int_0^t f_0(x_1, \dots, x_n, u_1, \dots, u_m, t) dt,$$

where $m < 1, r < n$, $f_0(\cdot)$ not depend on the component $u_{m+1}, u_{m+r}, \dots, u_L$ vectors of controls that need to be defined.

The solution of the problem 2

By replacing variables

$$\begin{aligned} \tilde{x}_1 &= x_1, \dots, \tilde{x}_r = x_r, \tilde{u}_1 = u_1, \dots, \tilde{u}_m = u_m, \\ \tilde{u}_{m+1} &= x_{r+1}, \dots, \tilde{u}_j = x_n, \end{aligned} \tag{6}$$

where $j = m+n-r$, an aggregated task is formed

$$\tilde{x}_i = f_i(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_r, \tilde{u}_1, \dots, \tilde{u}_j, t), \quad i \in [1, r],$$

$$J_\varepsilon(\tilde{x}, \tilde{u}) = W_\varepsilon(\tilde{x}(t_f)) + \int_0^t f_0^\Sigma(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_r, \tilde{u}_1, \dots, \tilde{u}_j, t) dt, \tag{7}$$

with $W_\Sigma(\tilde{x}(t_f)) < W(\tilde{x}(t_f)), \quad f_0^\Sigma(\tilde{x}, \tilde{u}, t) < f_0(\tilde{x}, \tilde{u}, t)$.

Thus, some variables $x_{r+1}, x_{r+2}, \dots, x_n$ that are state variables in the initial problem become components of the control vector in the aggregated problem, while the dimension of the optimized system is reduced [7].

The search for the solution of the initial problem is based on the solution of the aggregated problem in such a way as to minimize the discrepancy of the form $|J(\cdot) - J_\Sigma(\cdot)| \rightarrow \min$. Then the solution of the original problem restored by inverse transformation for the optimal solution of the aggregated problem:

$$\begin{aligned} x_i^* &= x_i^{opt}(t), \quad i \in [1, r], \\ x_i^* &= \tilde{u}_i^{opt}(t), \quad i \in [r+1, n], \\ u_i^* &= \tilde{u}_i^{opt}(t), \quad i \in [1, m]. \end{aligned} \tag{8}$$

After that, the problem of approximation of the obtained solution by functions and that deliver a minimum of functionality solved.

Problem statement 3

Mathematically, this problem can be formulated as follows.

Let present the elements of the feedback matrix in (1) as a product of two quantities:

$$k_{ij} = y_{ij} z_{ij}, \quad i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}, \tag{9}$$

where quantities z_{ij} take one of two values: 0 or 1. If $z_{ij} = 1$, then the regulator has a relationship between u_i and x_j , characterized by the coefficients y_{ij} , if $= 0$, then there is no such relationship.

Composing of y_{ij} and z_{ij} ($m \times n$) matrix Y and Z , respectively, the ratio (9) can be written as

$$K = K(Y, Z) = Y \cdot Z. \tag{10}$$

In this case, the regulator formed by means of matrices Y and Z called "acceptable" if the inequality is true for it

$$J(Y, Z) \leq (1 + \varepsilon) J_{opt}, \tag{11}$$

where ε - a given "small" number that characterizes the permissible deterioration in the quality of regulation.

The solution of the problem 3

In general, the implementation of inequality (11) may depend on initial conditions. However, the assumption that the initial conditions are random and distributed according to the normal law allows us to express inequality (11) on the second moments.

The problem of choosing the matrix Z solved from the condition of the feasibility of inequality (11). It is some variant of the discrete programming problem [8]. The main difficulty in this case is that the dependence of $J(Y, Z)$ on the elements of the matrix Z is very complex and any general patterns not detected. In particular, it is not obvious that the exclusion of any connection in the regulator necessarily leads to a deterioration in the quality of regulation. Therefore, the exact solution of this problem can be obtained only as a result of a complete search of all possible matrices Z and the calculation of the corresponding numbers $J(Y, Z)$, which is practically difficult for large N .

The choice of matrix Y carried out from the condition

$$J(K_{opt}, Z) = \min_k J(K, Z) \tag{12}$$

using any effective method of finding the minimum of the function of many variables [6], the minimization is carried out by the elements Y corresponding to the unit elements Z .

However, this approach is very time-consuming and does not guarantee an acceptable indicator of the quality of the management process. Below is a way to simplify the structure of the optimal controller in scalar control.

It is necessary to show how selected the coefficients $k_{ij} = y_{ij} z_{ij}, \quad i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n},$

Let the dynamics of the control object determined, as before, by the equation (1), written in the form of normalized deviations of state variables

$$\Delta \bar{x}(t) = A \Delta \bar{x}(t) + B u(t), \tag{13}$$

Implementation of the optimal controller in the sense of the quadratic quality criterion, as is known [7], provided by selecting the appropriate feedback.

$$u = \bar{p}^{-r} \Delta \bar{x}, \tag{14}$$

where $p^m = (p_1, \dots, p_n)$ - vector - string of coefficients found by the solution of the Riccati equation. Substituting the found control law (14) into the source system (13) we have:

$$\Delta \bar{x}(t) = (A + B \bar{p}^{-T}) \Delta \bar{x}(t). \quad (15)$$

The found closed optimal system (15), which has given dynamic properties, has a spectrum of roots $\{\lambda_i^*\}, i = \overline{1, n}$ corresponding to the selected coefficients of the functional

$$Q = \frac{1}{2} \int_0^T (\Delta \bar{x}^{-T} Q \Delta \bar{x} + \Delta \bar{u}^{-T} R \Delta \bar{u}) dt, \quad (16)$$

Weights of the functional coefficients (16) in each mode selected based on the importance of a variable in this mode

It is known that the qualitative indicators of the linear dynamical systems considered in the work are determined mainly by the location of the roots of the characteristic polynomial closest to the origin, called dominant, as well as the mutual location of the other roots [6,11]. From here we can choose part of the roots that determine the qualitative dynamics of the control process, the number of which will be determined by the number of the most important variables in each mode. Then the problem of modal control for selected roots and state variables solved by the method of uncertain coefficients proposed by the authors in [9,11].

CONCLUSION

The proposed methods have undoubted practical value in the modeling of real objects and the synthesis of control actions. They allow not only to reduce the dimension of differential equations describing the dynamics of complex technical systems, but also to

simplify the structure of the optimal in the sense of the quadratic criterion of the control law of such systems.

References

1. **G. Troullions, J. Dorsey, H. Wong, and J. Myers**, Reducing the order of very large power system models," IEEE Transaction on Power Systems, Vol. 3, No. 1, February 1988, pp. 127 – 133.
2. **Yu. N. Pavlovsky, T. G. Smirnova**, the Problem of decomposition in mathematical modeling. - M.: Fazis.1998. 272p.
3. **Lantsov V. N.** Methods of decreasing the order of models of complex systems: studies. manual / V. N. Lantsov ; Vladimir. state University. A. G. and N. G. Stoletov. - Vladimir : publishing house of VSU, 2017. –84p.
4. **Singh M., Tittley A.**, Systems: decomposition, optimization and control, Moscow: Mashinostroenie, 1986, 496p.
5. **Pukhov, G. E., Khatiashvili S. C.** Models of technological processes.-K.: Techno .1974, 224p.
6. **Krasovsky A. A.** Handbook of the theory of automatic control. Moscow: Nauka .1997, 712p.
7. **Chucky F.** Modern control theory. Nonlinear, optimal and adaptive systems. - Moscow: Mir, 1975, 422 p.
8. **Sigal I. H., Ivanova A. P.** Introduction in applied discrete programming: models and computational algorithms. M.: Fizmatlit. 2003, 238p.
9. **Stenin A. A.** Automated training systems (analysis and synthesis). - Lugansk: Publishing house of the East Ukrainian national University, 2000-109 p.
10. **A. A. Dyachuk** Approximation algorithms for dimension reduction of differential models of dynamic object / Dyachuk, A. A. // Electronic modeling, 2007, Vol. 29, No. 2, pp. 39-47
11. **A. A. Stenin, O. I. Lisovichenko, M. M. Tkach, V. P. Pasko** Modal synthesis of optimal stabilization laws of linear stationary systems Bulgarian Journal for Engineering Design, issue. Mechanical Engineering Faculty, Technical University-Sofia.№ 30, 2016.pp.11-16