

СЪДЪРЖАНИЕ

Нов $B - T$ мултисензор на основата на Ефекта на Хол Август Иванов	7
Екологични проблеми при транспортиране на нефт/нефтепродукти чрез тръбопроводи и оценяване обема на разливите. II. Разширен метод Александър Димитров	14
Особености при определяне на фазовата толерантност на бензин-алкохолни смеси Антон Паличев, Тодор Паличев, Йорданка Ташева, Петко Петков	18
Относно механична технология за рециклиране на пластмасови отпадни продукти чрез зъбен дезинтегратор Георги Тонков	23
Математически модел за прогнозиране на трудовата заетост по региони Деляна Димова	37
Подход за организиране и изследване на данни свързани с основни нехранителни продукти Деляна Димова	42
Изследване влиянието на стартерна култура от <i>Lactobacillus Plantarum</i> върху pH и цвятните показатели на сурово-сушени продукти от нераздробено месо Диана Инджелиева	47
Разработване на хетерогенни катализаторни системи за преестерификация на маслена фракция в биодизелово гориво Добромир Йорданов, Златоцвет Цонев, Тодор Паличев, Зия Мустафа, Галина Йорданова	52
Подобряване на конкурентоспособността на предприятие за производство на пиво Добромир Йорданов, Галина Йорданова	62
FN сигнали чрез произволни циклични кодове моделирани с обобщени мрежи Ивелина Вардева, Лилия Анастиева	70
Автоматизирано проектиране на електронни схеми моделирани с обобщени мрежи Лилия Анастиева, Ивелина Вардева	74
Технологични възможности за подобряване аромата на сурово-сушени продукти от нераздробено месо, чрез използване на стартерни култури Катя Вълкова-Йоргова, Диана Инджелиева	78
Гори и общество Мария Бечева, Никола Вакрилов	84
Приложение на компютърни технологии за прогнозиране способността на полиароматни въглеводороди за свързване с естрогенен рецептор с отчитане на техния метаболизъм Милен Тодоров	90

Каталитично важни аминокиселинни остатъци в ендоксилазази от <i>Thermomices Lanuginosus</i> (див и мутантен щам) Надка Бакалова, Светла Петрова, Димитър Колев	95
Устройство за извличане на енергия от бавно течащи води Пламен Райков	99
Роботизирана система за отстраняване на плевели чрез използване на сензорна информация Роман Захариев	104
Подход за анализиране на данни събрани от портативен ECG device чрез използване на Powerpivot за Excel Синиша С. Илич, Алемпие Вельович, Александър Зорич, Слободан Обрадович	111
Обследване работата на инсталация каталитичен реформинг 1 в Лукойл Нефтохим Бургас с цел оптимизиране на процеса Тодор Паличев, Красимир Жеков, Иван Чавдаров, Дичо Стратиев	117
Реализация на тримерен блоков шифър с генератор на псевдослучайни числа Юлий Барзов	124
Реализация на тримерен блоков шифър с Java Юлий Барзов	128
Функциониране на модели за групи от класификатори: багинг, бустинг и мултибуст Ясмينا Новакович, Алемпие Вельович, Синиша Илич, Мика Йованович	132

TABLE OF CONTENTS

A Novel $B - T$ Multisensor Based on the Hall Effect Avgust Ivanov	7
Ecological Problems in Transportation of Crude Oil/Petroleum Products and Volume Assessment of Oil Spills. II. Advanced Method Aleksandar Dimitrov	14
Features at Determination of Phase Tolerance of Gasoline-Alcoholic Blends Anton Palichev, Todor Palichev, Yordanka Tasheva, Petko Petkov	18
On Mechanical Technology for Plastic Waste Products Recycling with Tooth Disintegrator Georgi Tonkov	23
Mathematical Forecasting Model for Employees by Regions Delyana Dimova	37
One Approach in Organizing and Studying Data on Main Non-Food Products Delyana Dimova	42
Research on the Influence of Starter Culture of <i>Lactobacillus Plantarum</i> on pH and the Color Characteristics of Raw-Dried Products from Uncut Meat Diana Indzhelieva	47
Development of Heterogeneous Catalyst Systems for Transesterification of Oil Fraction in Biodiesel Dobromir Yordanov, Zlatotsvet Tsonev, Todor Palichev, Zilya Mustafa, Galina Yordanova	52
Improving the Competitiveness of the Enterprise for Brewing Dobromir Yordanov, Galina Yordanova	62
FH Signals with Random Cycle Codes Modeled by Generalised Nets Ivelina Vardeva, Liliya Anestieva	70
Automatic Design of Electronic Systems Modeled by Generalized Nets Liliya Anestieva, Ivelina Vardeva	74
Technological Methods to Improve the Aroma of Raw Dried Products from Uncut Meat through the Use of Starter Cultures Katya Valkova – Yorgova, Diana Indzhelieva	78
Forests and Society Maria Becheva, Nicola Vakrilov	84
Application of In Silico Technologies for Predicting the Estrogenic Effect of PAHs with Regard to Their Metabolic Activation Milen Todorov	90

Catalytically Important Amino Acid Residues in Endoxylanases from <i>Thermomices Lanuginosus</i> (Wild and Mutant Strains) Nadka Bakalova, Svetla Petrova, Dimitar Kolev	95
Linear Device for Extracting Energy of Slow Flowing Water Plamen Raykov	99
Robotized System for Agricultural Weeding through the Usage of Sensors Information Roman Zahariev	104
One Approach in Analyzing the Data Collected by Portable ECG Device Using the Powerpivot for Excel Siniša S. Ilić, Alempije Veljović, Aleksandar Žorić, Slobodan Obradović	111
Investigation of the Catalytic Naphtha Reforming 1 in Lukoil Neftochim for Intensification of the Process Todor Palichev, Krasimir Zhekov Ivan Chavdarov, Dicho Stratiev	117
Realization of Tripple Block Cipher with Pseudorandom Number Generator Yuliy Barzov	124
Realization of Tripple Block Cipher with Java Yuliy Barzov	128
Performance of Classifier Ensembles Models: Bagging, Boosting and MultiBoost Jasmina Đ. Novakovic, Alempije Veljovic, Sinisa S. Ilic, Mica B. Jovanovic	132



НОВ $B - T$ МУЛТИСЕНЗОР НА ОСНОВАТА НА ЕФЕКТА НА ХОЛ

Август Иванов

A NOVEL $B - T$ MULTISENSOR BASED ON THE HALL EFFECT

Avzugst Ivanov

ABSTRACT: The article describes a new modification of a multisensor for simultaneous and independent measurement of the value and direction of the magnetic field and the ambient temperature. By functionally integrated in the chip area $p^+ - n$ diode thermometer can be realized thermal compensation of magnetosensitivity with high accuracy over a wide temperature range.

Keywords: multisensor, magnetic-field measurement, temperature registration

Въведение

Основен проблем в микро електрониката е влиянието на температурните изменения върху параметрите на интегралните схеми [Baltes et al. 1986, Roumenin 1994, 1995, Zieren 1983]. Ето защо е необходимо да се намери подход, чрез който с достатъчна степен на точност да може да се компенсира това паразитно влияние. До скоро този проблем се решаваше с разполагането на дискретен диоден $p - n$ термометър в близост до зоната с елементи в чипа, която следва да компенсираме термично. Един от главните фактори, които досега възпрепятстват измерването на температурните изменения е отдалечеността на допълнителния дискретен температурен сензор от зоната, в която се осъществява преобразуването на основния сигнал, например магнитно поле B в електрически. Това от своя страна не може да гарантира достатъчно добра възможност за прецизна термокомпенсация. Дори разполагането на термосензор в непосредствена близост до схемата също не обезпечава достатъчна точност, поради различните и в този случай температури на двата преобразувателя – температурния и магнитночувствителния, вследствие разсейването на топлинна енергия от захранващите токове. Ето защо се налага да бъде идентифициран температурно зависим сигнал от активната зона на магниточувствителния сензор [Roumenin et al. 1985, Roumenin 1990, 1994, 1995]. За целта е особено удачно да се използва известната линейна зависимост от температура-

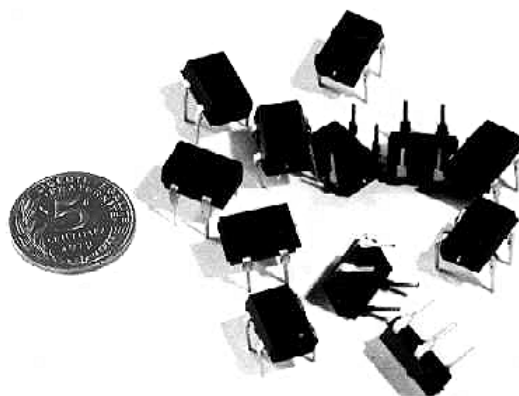
та на пада на напрежение $V_{EB}(T)$ върху включен в права посока $p^+ - n$ преход при захранването му с постоянен ток $I_S = \text{const}$. Това свойство е резултат от температурната зависимост на ширината на забранената зона на полупроводниковите материали [Roumenin et al. 1985]. В настоящата статия е представен нов силициев мултисензор за едновременно и независимо измерване на магнитното поле и температурата.

Конструкция на силициевия мултисензор

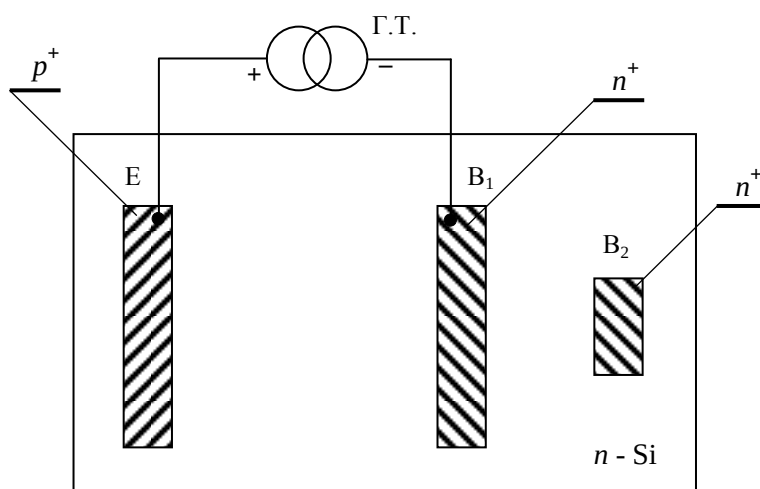
На фиг. 2 е показана структурната схема на изследвания Si мултисензор за магнитно поле и температура, използващ ефекта на Хол. Неговата реализация е осъществена на основата на стандартна силициева планарна технология. Използвана е n -Si подложка с концентрация на легиращата примес $n \sim 10^{15} \text{ cm}^{-3}$. Върху едната страна на подложката, са формирани на разстояние един от друг два n^+ омични контакта B_1 и B_2 , и един p^+ емитер E , фиг. 2. Размерите на емитера E и базовия контакт B_1 са еднакви, а контакт B_2 е симетрично разположен спрямо B_1 и е два пъти по-малък. Разполагането на контакт B_2 извън зоната между емитера E и базовия контакт B_1 има за цел да се избегне редуцирането на Холовия сигнал вследствие насищането на тази област с двата вида токоносители – електрони и дупки при инжекцията на включване в права посока $p^+ - n$ прехода. В този случай върху него ще се развие около половината от генерираното Холово напрежение. Готовите силициеви чипове

са монтирани в пластмасови корпуси тип DIL-4 върху немагнитна носеща лента от

бронз. На фиг.1 са показани образци на $B - T$ силициев мултисензора.



Фиг. 1. Образци на силициев $B - T$ мултисензор.



Фиг. 2. Структурна схема (изглед отгоре) на мултисензора за магнитно поле и температура.

Принцип на действие на мултисензора

а) Действието на изследвания мултисензор за магнитно поле и температура е следното. Захранването на схемата се осъществява чрез включването на генератор на ток (Г.Т.) между емитера E и базов контакт B_1 . При подаване на захранване от генератора на ток, емитерът E се включва в права посока по отношение на базовия контакт B_1 . Тъй като контакт B_1 представлява екипотенциална повърхност, посоката на тока от основни носители, протичащ през него в подложката, първоначално е перпендикулярна на горната и повърхност, фиг. 3, подобно на структурите в [Руменин 1995, Roumenin 1992, Lozanova et al. 2009-a, 2009-b,

2009-с, 2010-a, 2010-b, 2010-с, Roumenin 1994, 1995, Roumenin et al. 2000]. Поради тази причина, траекторията на тока прониква дълбоко в обема на структурата.

По същество диодът $E-B_1$, в резултат на криволинейната траектория на носителите представлява дълъг диод, т.е. дифузионната дължина L_p е по-малка от разстоянието по траекторията $E-B_1$, $L_p \leq 30 \mu m < l_{EB1}$. В този случай съставът на тока I_{EB1} в началната част от траекторията около емитера E е от електронно-дупчеста плазма, след което започва да доминира дрейфовия транспортен процес на основните носители (електроните) в базовата област [Roumenin 1994]. При прилагане на външно магнитно поле B потокът от основни

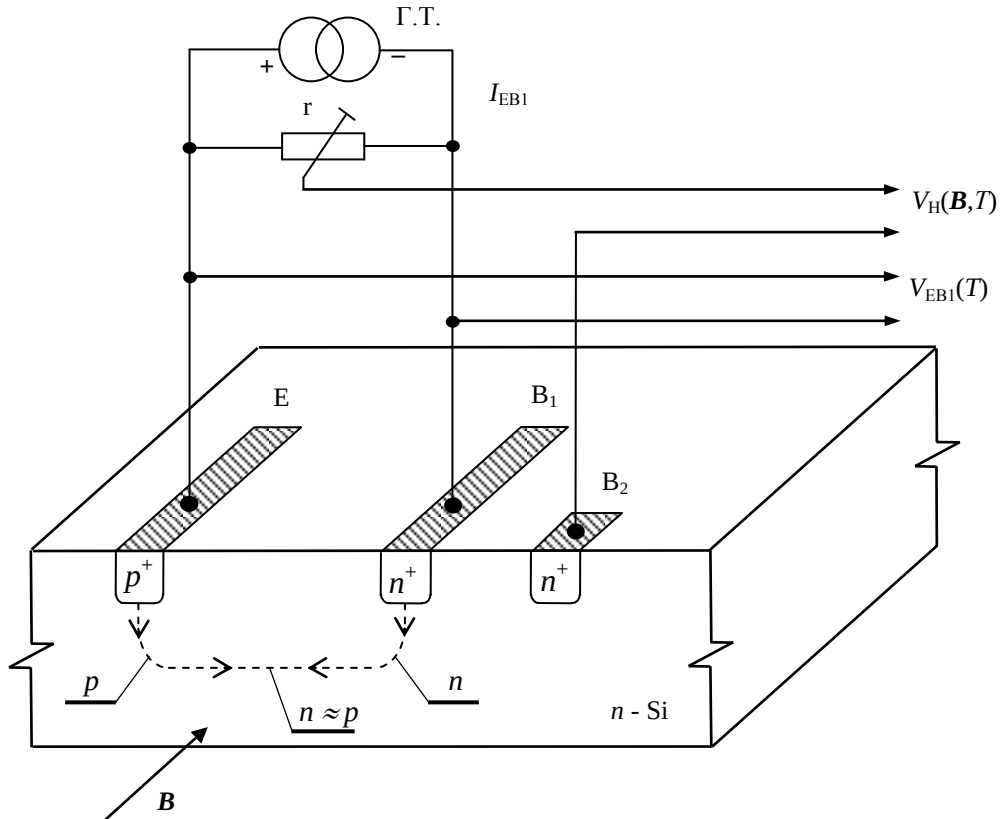
токоносители, под контакт B_1 се отклонява чрез силата на Лоренц F_L нагоре (към горната повърхност) или надолу (в дълбочина на обема), в зависимост от посоката на приложеното магнитно поле т.е. от силата на Лоренц F_L . В резултат върху горната повърхност на подложката, от двете страни на базов контакт B_1 , се генерират Холови потенциали с противоположен знак. Възникналото напрежение на Хол, генерирано вследствие описания диоден ефект на Хол [Lozanova et al. 2009-с] се регистрира с Холовия омичен контакт B_2 . Стойността на напрежението $V_{B_1}^{(H)}$ върху контакт B_2 е $\frac{1}{2}$ от цялото напрежение V_H , генерирано от двете страни на контакта B_1 , т.е. $V_{B_2}^{(H)} = \frac{1}{2}V_H$. Върху същия контакт B_2 обаче, при наличие на магнитно поле B се генерира и квадратично магниторезистивно напрежение $V_{B_2}^{MR} \sim B^2$, което се получава поради наличието на магниторезистивен ефект в областта Е- B_1 . В нашия случай то е паразитен сигнал. За да се извлече единствено полезният Холов сигнал V_H от общото регистрирано напрежение $V_{B_2} = V_H + V_{MR}$ се използва компенсационен подход, описан в [Roumenin 1994].

б) Температурният коефициент на магниточувствителността Т.С. в полупроводниковите сензори за магнитно поле е постоянен в широк температурен диапазон ΔT . За силициевите прибори този интервал е между $-40 \div 120$ °С и стойността на Т.С. е около $0.1 \div 0.4$ %/°С, т.е. деградацията на магниточувствителността S от температурата T е в първо приближение линейна функция.

Линейната зависимост на пада на напрежение $V_{EB}(T)$ върху включения в права посока p^+-n преход при константен ток ($I_{EB} = \text{const}$) вследствие температурната зависимост на ширината на забранената зона на полупроводниците е добре известна. В този случай напрежението в областта на пространствен товар на емитерният p^+-n преход намалява линейно с увеличаването на температурата.

$$V_{p-n} = \varphi_0 - \left[\left(\frac{k_B T}{q} \right) \ln \left(\frac{I_{S\infty}}{I_{EB}} \right) \right] \quad (1)$$

където, $\varphi_0 = \Delta E_g/q$ е ширината на забранената зона за силиций, $I_{S\infty}$ е токът на насищане при



Фиг. 3. Схема на включване на мултисензора за магнитно поле и температура. Показан е и съставът на захранващия ток I_{EB1} в обема на подложката.

$T \rightarrow \infty$, $I_{EB} \ll I_{S\infty}$, а k_B е константата на Болцман [1]. Съгласно формула (1) коефициента на термо-чувствителност на p^+-n прехода $K_{p-n} \equiv \partial V_{p-n} / \partial T$ е отрицателен, т.е. $K_{p-n} = -(k_B / q) \ln(I_{S\infty} / I_{EB})$. Падът на напрежението V_B върху съпротивлението на базовата област R_B може да се определи от зависимостта $V_B = I_{EB} \cdot R_B$, като

$$R_B \sim \rho \sim \frac{1}{q \cdot n_0 \cdot \mu_n} \quad (2)$$

където μ_n е подвижността на токоносителите, в нашия случай електрони.

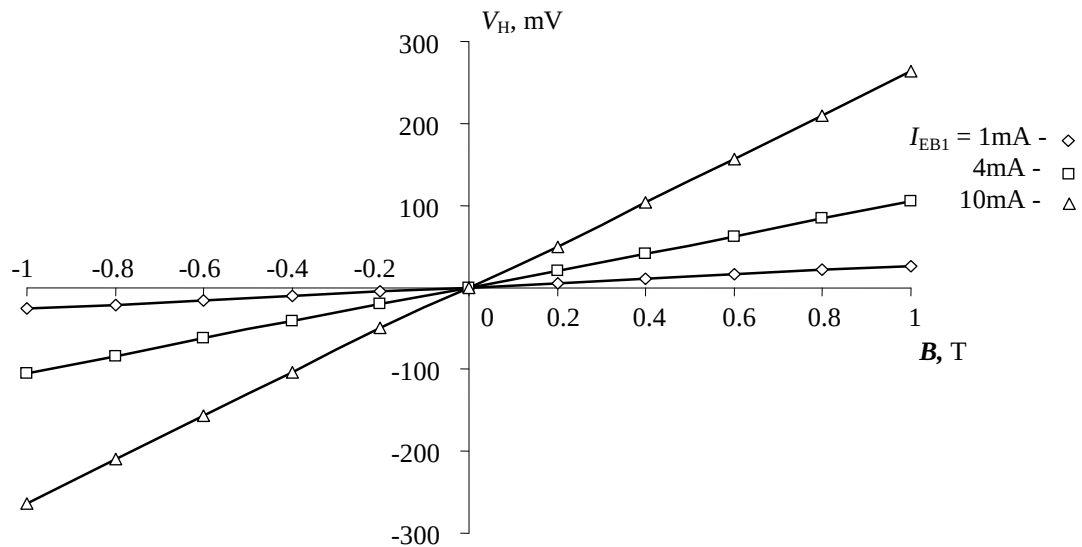
Известно е, че съпротивлението R_B се увеличава с температурата T също по линейна зависимост. Това е така поради намаляването на подвижността $\mu_n(T)$, а от тук следва че температурният коефициент K_B е положителен [Руменин 1995]. Ето защо чрез последователното сумиране на двете напрежения V_{p-n} и V_B , температурният сигнал се редуцира, т.е. полученият резултантен коефициент $K_{EB} = \partial V_{EB} / \partial T$ е по-малък от стандартната стойност $K_{p-n} \approx -2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ в силициеви диоди. Поради тази причина, при включване на емитера Е в права посока по отношение на базов контакт B_1 и установяването на режим

генератор на ток ($I_{EB} = \text{const}$), се постига линейна зависимост на напрежението емитер-база V_{EB} от изменението на температурата T . Следователно предложеният мултисензор притежава собствен линейен термометричен сигнал $V_{EB}(T)$, който може да бъде регистриран между емитера Е и базовият контакт B_1 . В нашият случай чрез тримера Γ се компенсира магниторезистивният квадра-тичен наклон $V_{MR} \sim B^2$ на изходния сигнал $V_H(B, T)$ и се нулира офсета. Магниточувствителният сигнал $V_{B1}(B)$ се сема чрез показаната примерна схема, фиг. 3.

Експериментални резултати

Както е показано на фиг. 2, изходният сигнал за магнитното поле B се сема между средната точка на тримера Γ и омичния контакт B_2 . Външното магнитно поле B е паралелно на горната повърхност на структурата, т.е. структурата е с равнинна магниточувствителност.

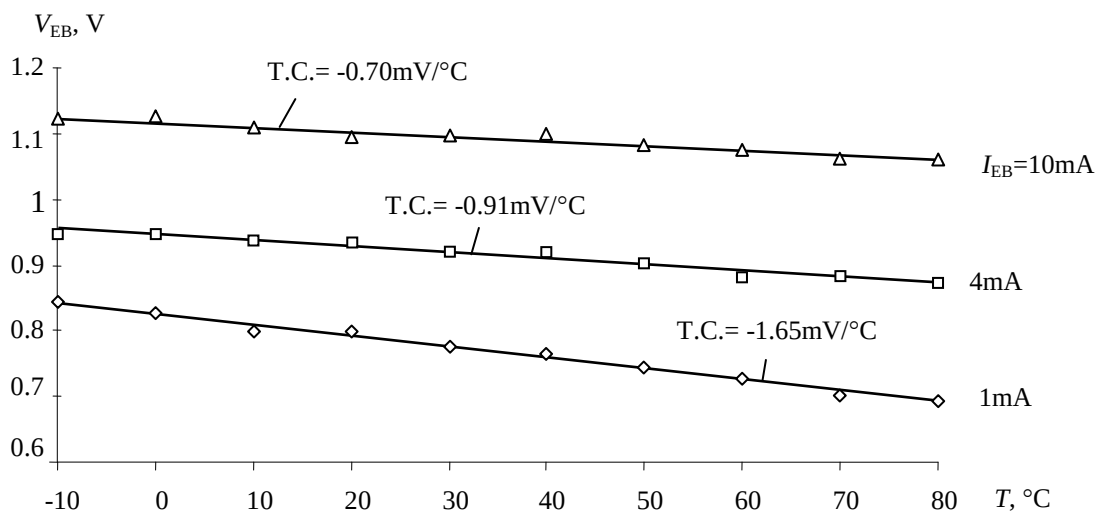
Основната зависимост - полученият изходен сигнал от приложеното магнитно поле $V_H(B, T)$ е представена на фиг. 3, като измерването е осъществено при стайна температура $T = 300 \text{ K}$.



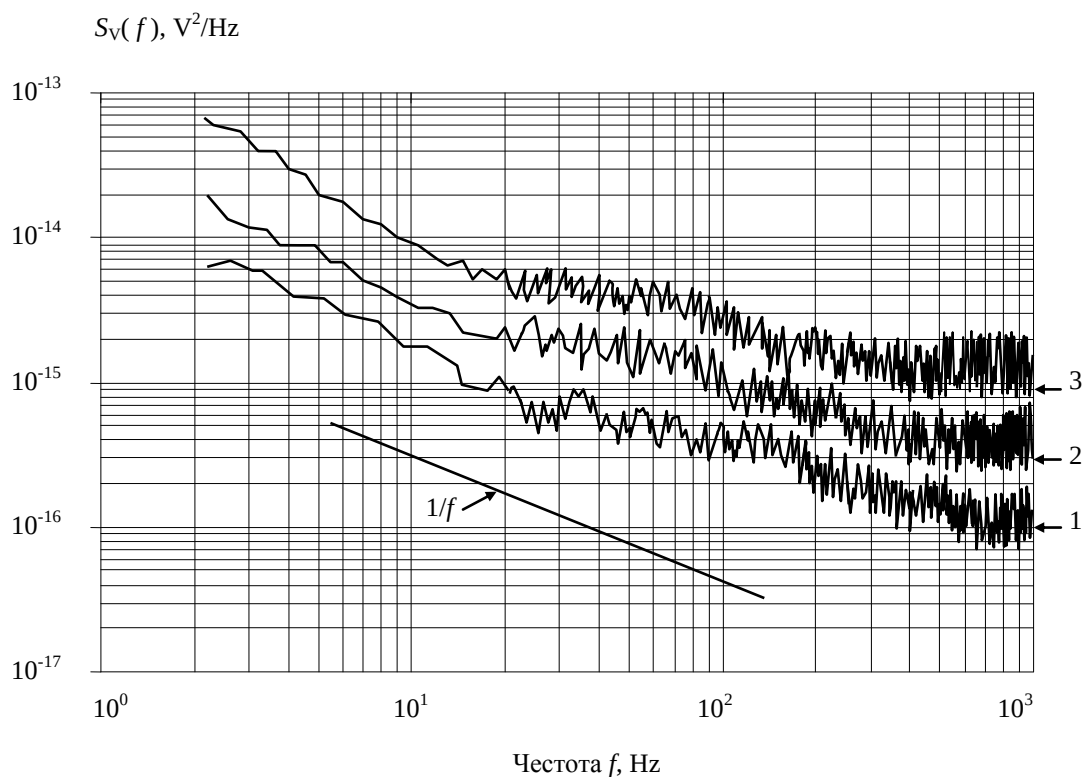
Фиг. 4. Зависимост на изходното напрежение V_H от магнитното поле B за три стойности на захранващия ток I_{EB1} .

Получената зависимост $V_H(B)$ е линейна. Това е типично за сензорите, чиито принцип на действие е ефектът на Хол. Вижда се ясно изразено пропорционалното увеличаване на Холовия сигнал при съответно нарастване на захранващия ток I_{EB1} .

Другият основен изходен сигнал е температурната зависимост на напрежението, развиващо се върху p^+-n прехода. Получените изменения на напрежението V_{EB} в интервала $-10 \div 80^\circ\text{C}$ е показано на фиг. 4. Измерването е реализирано при отсъствие на магнитно поле $B = 0$.



Фиг. 5. Изменение на напрежението V_{EB} от температурата за три стойности на захранващия ток I_{EB1} .



Фиг. 6. Спектрална плътност на шума при параметър захранващият ток 1- 2mA, 2- 4mA, 3- 8mA.

Тук ясно се вижда получената линейна зависимост на температурно зависимия сигнал $V_{EB}(T)$ в изследвания обхват ΔT . Също така трябва да се отбележи, че при увеличаване на захранващия ток I_{EB} , се наблюдава редуциране на температурния коефициент на чувствителността Т.С.

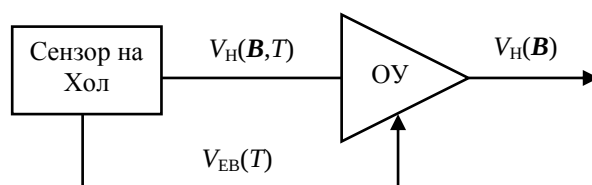
Регистрираният термометричен сигнал $V_{EB}(T)$ отразява максимално точно реалната температура T на структурата на Хол, тъй като информационният сигнал се извлича непосредствено от зоната на генериране на Хол ефекта (активната сензорна зона).

Шумовите изследвания, реализирани с мултисензора от фиг. 3 са дадени на фиг. 6. Тук е представена измерената спектрална плътност на собствен шум за три стойности на захранващия ток.

От представените експериментални данни за мултисензора се вижда, че при ниски честоти шумовата характеристика е от типа $1/f$, което съответства на поведението на шума в полупроводниковите прибори. Също така увеличаването на захранващия ток I_{EB1} води до съответно нарастване нивото на шума, което също е характерно за този клас сензори.

Температурна компенсация на магниточувствителността

Една примерна блокова схема, реализираща компенсиране на температурната зависимост на чувствителността е представена на фиг. 7. Най-общо тя се състои от сензорен модул и блок, включващ усилвател с управляем коефициент на усилване.



Фиг. 7. Структурна схема на постановка за температурна компенсация.

Както се вижда от фигурата, температурната компенсация може да бъде осъществена чрез използване на линейното напрежение $V_{EB}(T)$, което е пропорционално на изменението на температурата T на преобразувателя. За целта е необходимо това напрежение да се приложи към управляващия вход на операционен усилвател с управляем коефициент на усилване, на основния вход на който е подаден температурно-зависимия магнито-

чувствителен сигнал $V_H(B, T)$ от сензора. По този начин чрез управление на коефициента на усилване на ОУ с напрежението $V_{EB}(T)$ може да се постигне компенсиране с голяма точност на температурната зависимост на магнито-чувствителността в широк диапазон ΔT , т.е. изходният сигнал на схемата $V_H(B)$ е температурно независим, т.е. компенсиран.

Таблица 1.

№	Параметър	Стойност
1	Абсолютна магниточувствителност (S) (при ток $I_{EB1} = 4\text{mA}$)	105 mV/T
2	Линеен обхват	$\pm 1 \text{ T}$
3	Нелинейност (NL)	$\leq 1,5 \%$
4	Температурен коефициент на магниточувствителността (TC)	$1 \%/K$
5	Минимално детектируема магнитна индукция (B_{min})	$\sim 10 \mu\text{T}$
6	Входно съпротивление (R_{in})	310Ω
7	Изходно съпротивление (R_{out})	310Ω
8	Захранващ ток (I_{nom})	$\leq 20 \text{ mA}$
9	Разсейвана мощност (P)	50 mW
10	Геометрични размери на мултисензора	$250 \times 190 \mu\text{m}$

Обобщено представяне на основните параметри, характеризиращи новия мултисензор е дадено в **Таблица 1**.

Заклучение

Създаден е нов триизводен елемент на Хол с паралелна ос на магниточувствителност, характеризиращ се с повишена точност на термокомпенсация на чувствителността. Новият положителен ефект е резултат от функционалното интегриране в една и съща преобразователна зона на сензор за магнитно поле, използващ ефекта на Хол и линеен сензор за температура. От практическа значимост е наличието на два линейно изменящи се сигнал, от добре апробирания диоден ефект на Хол и от температурната зависимост на напрежението $V_{EB1}(T)$. Чрез подходящо разполагане на изходния контакт, където се генерира Холовият сигнал се избягва редуцирането, което се получава вследствие биполярната проводимост в зоната емитер-база. Ето защо елементът на Хол представлява функционален мултисензор за едновременно и независимо измерване на стойността и посоката на магнитното поле и на температурата. Приложена е схема за термокомпенсация на магниточувствителността. Новият $B - T$ мултисензор е с универсална приложимост в индустриалните технологии.

Литература

1. Руменин Ч. С., 1995 „Твърдотелни сензори за магнитно поле“, Автореферат на дисертационен труд за доктор на техническите науки, София, стр. 115.
2. Baltes H. P., R. S. Popovic, 1986 „Integrated Semiconductor Magnetic Field Sensors“, *IEEE Electron Device Lett.*, pp. 60-90.
3. Lozanova S.V., Ch.S. Roumenin, 2009-a „Parallel-field silicon Hall effect microsenors with minimal design complexity“, *IEEE Sensors Journal*, 9(7), pp. 761-766.
4. Lozanova S. V., Sv. Noykov, C. S. Roumenin, 2009-b „A novel 3-D Hall magnetometer using subsequent measurement method“, *Sensors and Actuators*, A 153, pp. 205-211.
5. Lozanova S.V., C.S. Roumenin, 2009-c „A novel 2D magnetometer based on a parallel-field silicon Hall sensor“, *Procedia Chem.*, 1, 847-850
6. Lozanova S., C. Roumenin, 2010-a „Angular position device with 2D low-noise Hall microsensor“, *Sensors and Actuators*, A 162, pp.167-171.
7. Lozanova S.V., C.S. Roumenin, 2010-b „A three-point-probe method for measuring resistivity and the Hall coefficient using Hall devices with minimal design complexity“, *Measurement*, 43, pp. 385-391.
8. Lozanova S., C. Roumenin, 2010-c „A novel parallel-field double-Hall microsensor with self-reduced offset and temperature drift“, *Procedia Engineering*, 5, pp. 617-620.
9. Roumenin Ch. S., P.T. Kostov, 1985 „Functional multisensor for magnetic field and temperature measurements“, *Sensors and Actuators*, 8, pp. 307-318.
10. Roumenin Ch. S., 1990 „Bipolar magnetotransistor sensors - An invited review“, *Sensors and Actuators*, A24, pp. 83-105.
11. Roumenin Ch. S., 1992 „Parallel-field Hall microsenors – An overview“, *Sensors and Actuators*, A 30, pp. 77-87.
12. Roumenin C. S., 1994 *Solid State Magnetic Sensors*, Elsevier.
13. Roumenin Ch. S., 1995 „Magnetic sensors continue to advance towards perfection“, *Sensor and Actuators*, A 46-47, pp. 273-279.
14. Roumenin Ch., D. Nikolov, A. Ivanov, 2000 „Enhancing the sensitivity of hall microsensor by minority carrier injection“, *Electronics Letters*, Vol. 36 (№ 16), pp. 1375-1376.
15. Wieder H. H., 1971 „Hall Generators and Magnetoresistors“, England, Pion Ltd.
16. Zieren V., 1983 „Integrated silicon multicollector magnetotransistors“, Delft Univ. Press., Netherlands.

Август Иванов

ИСИР „Институт по системно инженерство и роботика“ -БАН

САИТ – “Сензори, актуатори и измервателна техника“

ул.“Акад.Георги Бончев“, бл.2, гр.София - 1113

e-mail: avgust@iser.bas.bg



ЕКОЛОГИЧНИ ПРОБЛЕМИ ПРИ ТРАНСПОРТИРАНЕ НА НЕФТ/НЕФТОПРОДУКТИ ЧРЕЗ ТРЪБОПРОВОДИ И ОЦЕНЯВАНЕ ОБЕМА НА РАЗЛИВИТЕ.

II. РАЗШИРЕН МЕТОД

Александър Димитров

ECOLOGICAL PROBLEMS IN TRANSPORTATION OF CRUDE OIL/PETROLEUM PRODUCTS AND VOLUME ASSESSMENT OF OIL SPILLS.

II. ADVANCED METHOD

Aleksandar Dimitrov

ABSTRACT: The crude oil and oil products transport is extremely complex and important process. The pipeline using is much more economical and faster than other types of transport. The accidents were occurring by exploitation of the pipelines. The estimation of the volume of oil spills from pipelines includes various methods. The method developed has a rapid application and provides information on the pollution. This method is suitable for immediate action, and for prevention the possible damage from oil spills.

Keywords: oil spills, water treatment, pipeline, crude oil

Въведение

Транспортирането на нефт и нефтопродукти е изключително сложен и важен процес. Транспортирането чрез нефтопроводи и газопроводи е много по-икономично и бързо в сравнение с другите видове транспорт (Минков и Петков, 2002).

В световен мащаб съществуват редица изградени продуктопроводи, а предстои и изграждането на нови такива в Европа.

Цел

Разливи на петрол или петролни продукти във водни басейни са предпоставка за големи екологични катастрофи [Спасова, 2007; Amuda & Ibrahim, 2006; Bernard & Jakobson, 1972; Dimitrov *et.al.* 2008; Dimitrov *et.al.* 2011; Smith, 1983].

При аварии на танкери замърсените площи са огромни [Dimitrov & Petkov, 2012; Dimitrov *et.al.*, 2012].

Нискокипящите компоненти се изпаряват интензивно, а образуваните коагуланти се отлагат на морското дъно или се отнасят от теченията [Enzler, 2006; ITOFF, 2010].

Малка част от изпуснатите продукти образуват емулсия под формата на тънък слой на морската повърхност, който води до унищожаване на цели екосистеми [Кароог &

Rawat, 1994; Ladd & Smith, 1970; Lehr, 1974; Vlaev *et.al.*, 2011].

Оценката на обема на разливите от тръбопроводи включва различни методи. Те се използват, за да се изчисли изпуснатото количество продукти при скъсване на тръбопровод [Dimitrov, 2013; Pipeline Oil Spill Volume Estimator, 2002; USEPA, 2000].

Експериментална част

Разширеният метод усъвършенства оценката за обема на разлива. Необходими са повече променливи, тъй като трябва да се осигурят повече реални данни за предотвратяване последиците от инцидента. Този метод не е приложим при течове от малки пукнатини.

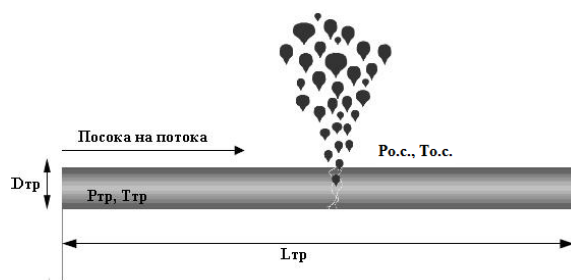
Изчислителната процедура обхваща и изисква следната информация: за тръбопровода - вътрешен диаметър, дължина, налягане, дебит; съотношение газ-нефт; дълбочина на водата до мястото на скъсване; времето преди изолиране; цялото количество петрол пуснато през тръбата; количеството на нефта, изпуснато, преди тръбата да се затвори; обемът на тръбопровода; обкръжаващо налягане; изхвърлен обем фракции; съотношението газ-нефт.

Допълнително необходими данни: температура в тръбопровода и на обкръжаваща

среда; плътност на транспортираните продукти (нефт и газ); време преди затваряне на продуктопровода.

Оценка за разлив на проектен тръбопровод: Подводна част - 900 km, на дълбочина до 2000 m. Налягане в тръбопровода: 5,50 МПа. Съотношението газ-нефт (GOR) за течността в тръбопровода е $80 \text{ m}^3/\text{m}^3$. Вътрешен диаметър на тръбата е 0,7 m. Пълен капацитет: 35÷50 млн. тона нефт годишно. *Тръбопроводът се затворя 2 min след пробива.* Нефът се транспортира със скорост $95000 \text{ m}^3/\text{day}$. *Оперативна температура в тръбопровода е 25°C . Плътностите на нефта и газа при стандартни условия са съответно 800.92 kg/m^3 и 0.8009 kg/m^3 . Пробив на 1000 m дълбочина. Средна околна температура в точката на пробив 15°C .*

Изчисляване на количество нефт изпуснатото при пробив на тръбопровод.



Фиг. 1. Модел на пробив в тръбопровода.

Необходима информация:

- Вътрешен диаметър на тръбопровода, $D_{тр}$ [m];
- Дължина на тръбопровода, $L_{тр}$ [m];
- Налягане на тръбопровода, $P_{тр}$ [Pa];
- Съотношение газ-нефт, GOR [m^3/m^3];
- Дълбочина на водата в местоположението на скъсване, d [m];
- Дебит на потока в тръбопровода, Q [m^3/day];
- Време преди изолиране, t [min];
- Температура в тръбопровода, $T_{тр}$ [$^\circ\text{C}$];
- Средна температура на 1000 m дълбочина, $T_{вода}$ [$^\circ\text{C}$];
- Плътност на нефт при стандартни условия, по API и относителна плътност, съответно: $\rho_{нефт}^{std}$ [kg/m^3], γ_{API} [-]; γ_0 [-];
- Плътност на газа при стандартни условия и относителна плътност, $\rho_{газ}^{std}$ [kg/m^3], $\gamma_{газ}$ [-];

Обемът на тръбопровода отново се изчислява по уравнението или таблицата.

$$V_{тр} = \left(\frac{D_{тр}}{24} \right)^2 \cdot L_{тр} \cdot \pi$$

където,

$V_{тр}$ - Обем на тръбопровод [m^3];

$D_{тр}$ - Вътрешен диаметър на тръбопровод [m];

$L_{тр}$ - Дължина на тръбопровод [m].

Таблица. Обемна оценка на тръбопровод

Вътрешен диаметър $D_{тр}$ [m]	Обем на 300 метра [m^3]
~0,1	2,46
~0,2	9,88
~0,3	22,22
~0,4	39,53
~0,5	61,73
~0,6	88,97
~0,7	96,36

Следователно за нашия примерен тръбопровод обема ще бъде:

$$\frac{96,36}{300} \cdot 900000 = 289080 \text{ m}^3$$

$$V_{тр} = \left(\frac{7}{24} \right)^2 \cdot 900000 \cdot 3,14 = 289080 \text{ m}^3$$

Съгласно методиката [POSVE, 2002]:

- ✓ Превръщаме плътността на нефта и газа в относителна: $\gamma_o = 0,8009$ и $\gamma_{газ} = 0.649$;
- ✓ Относителната плътност превръщаме в API, чрез следната формула:

$$\frac{141,5}{отн.плътност} - 131,5 = 45,18 API$$

Тези стойности са необходими за изчисляване на газовата разтворимост, налягането в точката на пробив, специфичните плътности на разтворения в нефта газ и на свободния газ, пресмятане на различните температури и налягания, газовата сгъстимост и т.н. [POSVE, 2002].

- ✓ Изчисляваме плътностите на нефта и газа при оперативните условия:

$$\rho_{нефт}^{опер} = 759,3 \text{ [kg/m}^3\text{]}; \quad \rho_{газ}^{опер} = 52,54 \text{ [kg/m}^3\text{]};$$

✓ обемното количество нефт при оперативни условия ($P_{тр}$, $T_{тр}$), $x_{нефт}^{опер.}$, [-].

$$x_{нефт}^{опер.} = 0,6628$$

✓ оперативното количество в тръбопровода [kg]:

$$m_{тот.}^{опер.} = (\rho_{нефт}^{опер.} \cdot V_{тр} \cdot x_{нефт}^{опер.}) + (\rho_{газ}^{опер.} \cdot V_{тр} \cdot (1 - x_{нефт}^{опер.}))$$

$$m_{тот.}^{опер.} = 150 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

✓ плътностите на нефта и газа при атмосферни условия, $\rho_{нефт}^{атм.}$ и $\rho_{газ}^{атм.}$, [kg/m³].

$$\rho_{нефт}^{атм.} = 796,1 \text{ [kg/m}^3\text{]}; \quad \rho_{газ}^{атм.} = 2,39 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

✓ обемното количество нефт, при атмосферни условия ($P_{атм}$, $T_{атм}$), $x_{нефт}^{атм.}$, [-].

$$x_{нефт}^{атм.} = 0,037$$

✓ цялото количество на нефта в тръбопровода при атмосферно налягането [kg]:

$$m_{тот.}^{атм.} = (\rho_{нефт}^{атм.} \cdot V_{тр} \cdot x_{нефт}^{атм.}) + (\rho_{газ}^{атм.} \cdot V_{тр} \cdot (1 - x_{нефт}^{атм.}))$$

$$m_{тот.}^{атм.} = 7,85 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

✓ Изчисляваме цялото освободено количество [kg]:

$$m_{ТОГ} = m_{тот.}^{опер.} - m_{тот.}^{атм.} = 142,76 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

✓ Изчисляваме количеството газ при стандартни условия [-].

$$x_{газ}^{std} = \frac{1}{1 + \frac{\rho_{нефт}^{std} \cdot 5,614583}{(GOR \cdot \rho_{газ}^{std})}} = 0,0140$$

GOR=80 [Dimitrov, 2013]

✓ Изчисляваме обема на нефта, освободен от тръбопровода преди затварянето [m³ (bbl)].

$$V_{пр.из.} = \frac{Q \cdot t}{1440} = 132 \text{ m}^3$$

✓ Изчисляваме обема на изпуснатия нефт при стандартни условия [m³ (bbl)].

$$V_p^{std} = 0,4781 \cdot \frac{m_{ТОГ} \cdot (1 - x_{газ}^{std})}{\rho_{нефт}^{std}} + V_{пр.из.}$$

$$V_p^{std} = 84146 \text{ m}^3 \approx 529262 \text{ bbl (барела) нефт}$$

Полученото количество изпуснат нефт по „Опростен метод” е [Dimitrov, 2013]:

$$V_p = 104205 \text{ m}^3 \approx 655430 \text{ bbl (барела) нефт}$$

Разликата в количеството, определено по 1. Опростен и 2. Разширен методи е:

$$V_p - V_p^{std} = 20059 \text{ m}^3 \approx 126168 \text{ bbl (барела) нефт}$$

Заклучение

В резултат на извършените изчисления могат да се направят следните заключения:

1. Използваният разширен метод е част от пълната оценка на разлив при „скъсан” тръбопровод.

2. Той дава по-точна и по-пълна информация, поради включването на допълнителни параметри: температури в тръбопровода и на обкръжаваща среда; плътности на транспортираните продукти (нефт и газ);

3. С включването на тези параметри се обяснява разлика в „изпуснатия” продукт по двата метода.

4. И при този метод закономерностите са специфични за различните водни басейни и се определят от налягането, температурата, дълбочината, течения и др.

5. Установи се, че Разширения метод е по бавен, но по-точен в информацията за количеството замърсяване (изпуснат нефт).

Литература

1. Минков Д., П. Петков (2002) „Екологични аспекти на нефтопреработването и потребление на нефтопродукти”, ПБ при Университет “Проф. д-р А. Златаров” - гр. Бургас.

2. Спасова Д., Нова система ще следи за нефтени разливи в българското море, ноември 2007,
http://www.dnevnik.bg/evropa/zelen_fokus/2007/.

3. Amuda, O.S. A.O Ibrahim (2006) Industrial wastewater treatment using natural material as adsorbent. *African J. Biotechnol.* 5, 1483-1487.
4. Bernard, H., K. Jakobson, (1972) Effectiveness of Device for the Control and Clean up of Oil Spills. *SPE paper 1525-MS, presented at offshore Technology Conference, Houston, Texas. 1-3 May.*
5. Dimitrov Al., D. Gogov, D. Yordanov, P. Petkov. A possibility to contain the oil frequently flooded area by natural sorbents. *Academical Journal Management and education, Bourgas, 2008, vol. V(2), pp. 244-247.*
6. Dimitrov Al., D. Yordanov, D. Gogov, Z. Tsonev, P. Petkov. Effectiveness of natural sorbents in reducing the oil spills. *Oxidation Communications, vol. 34, № 2, 2011, p. 457-462.*
7. Dimitrov A., P. Petkov. Environmental impact of oil spills and effectiveness of methods for their cleaning. *Academical Journal Management and education, Bourgas, 2012, vol. VIII (4), pp. 139-150.*
8. Dimitrov A., S. Genieva, P. Petkov, L. Vlaev. Using of the product from pyrolysis of rice husks as adsorbent for purification of water basins from oil products. *Water, Air, & Soil Pollution, 2012, 223 (8) 5087-5095.*
9. Dimitrov A. Environmental impact of oil spills and effectiveness of methods for their cleaning. *Academical Journal Management and education, Bourgas, 2013, vol. IX (6), pp. 7-11.*
10. Enzler, S.M. (2006). Top 10 of Anthropogenic and Natural Environmental Disasters. Lenntech, Delft, the Netherlands. <http://www.lenntech.com/environmental-disasters.htm>
11. International Tanker Owners Pollution Federation Limited (ITOPF). (2010). Spill Response: Alternative Techniques. ITOPE, London. Retrieved 16.05.2011, from <http://www.itopf.com/spill-response/clean-up-and-response/alternative-techniques/>.
12. Kapoor, S. and H.S. Rawat (1994). Indian West Coast Spills: A Remedial Preparedness. Paper number SPE 27157 presented at Society of Petroleum Engineering Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production Conference, 25-27 January 1994, Jakarta, Indonesia.
13. Ladd, R.W., D.D Smith (1970). System Study of Oil Spill Cleanup Procedure. Paper number SPE 3047-MS presented at Fall Meeting of the Society of Petroleum Engineers of AIME, 4-7 October 1970, Houston, Texas.
14. Lehr, W.E. (1974). Containment and Recovery Devices for Oil Spill Cleanup Operations. *Journal of Petroleum Technology, 26, pp. 375-380*
15. Pipeline Oil Spill Volume Estimator (POSVE), OCS Study, MMS 2002.
16. Smith, J.W., editor. (1983). *The control of oil pollution*. Graham&Trotman Ltd, London, pp. 157-71.
17. U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (2000). Alternative countermeasures for oil spills. Chapter 3. U.S. Environmental Protection Agency Office of Emergency and Remedial Response. Retrieved 16.05.2011, from www.epa.gov/oem/docs/oil/edu/oilspillbook.
18. Vlaev, L., P. Petkov, A. Dimitrov, S. Genieva (2011). Cleanup of water polluted with crude oil or diesel fuel using rice husks ash. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 42, 6, pp. 957-964.*

Гл. ас. д-р Александър Николов Димитров

Университет "Проф. д-р Асен Златаров"
Катедра "Индустриални технологии и мениджмънт"

8010 Бургас, ул. "Проф. Якимов" №1

e-mail: al_dim_2000@abv.bg



ОСОБЕНОСТИ ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ФАЗОВАТА ТОЛЕРАНТНОСТ НА БЕНЗИН-АЛКОХОЛНИ СМЕСИ

Антон Паличев, Тодор Паличев, Йорданка Ташева, Петко Петков

FEATURES AT DETERMINATION OF PHASE TOLERANCE OF GASOLINE-ALCOHOLIC BLENDS

Anton Palichev, Todor Palichev, Yordanka Tasheva, Petko Petkov

ABSTRACT: *The properties of commercial gasoline are influenced by the origin of the crude oil, the refinement processes and the presence of additives, which are added with the purpose of improving the performance and reducing the emissions of automotive vehicles. The addition of oxygenates to gasoline became widespread after the elimination of the tetraethyl lead compounds.*

In the present study are considered the features at determination of phase tolerance of gasoline-alcoholic blends. It's established that the origin of basic petroleum gasoline has determining matter at definition and improvement of phase tolerance of gasoline – alcoholic blends.

Keywords: gasoline-alcoholic blends, ecology, phase tolerance

Introduction

The composition of fuel has changed tremendously, and also engine technology has played an important role in improvements related to combustion. At the same time the number of motor vehicles has increased rapidly world-wide and the cut-backs on harmful emissions have become of utmost importance. One of the major changes in gasoline composition has been the development of reformulated gasoline and the introduction of high-octane oxygen-containing compounds, known as oxygenates, into the gasoline pool.

Emphasis has been given on producing reformulated gasoline, which is friendly to environment. The requirement for gasoline is unleaded, low aromatics, low vapor pressure, high octane number and content of oxygen.

On the other hand the composition of a gasoline can influence the emission of organic compounds. Gasoline containing high proportions of aromatic hydrocarbons such as benzene, toluene, xylenes, and olefins produce relatively high concentrations of reactive hydrocarbons [1]. Therefore, gasoline's formulated with oxygenated compounds may contain lower amounts of aromatic compounds. Gasoline's with high concentrations of aromatics have a greater tendency to emit unburned hydrocarbons, which are not easi-

ly oxidized in catalytic converters and are precursors of photochemical contamination [2].

The most important pollutants associated with the operation of internal combustion engines are carbon monoxide, unburned (or partially oxidized) hydrocarbons, nitrogen oxides and particulate material. CO₂, though traditionally not considered a pollutant, accumulates in the atmosphere, leading to climatic changes [3]. All oxygenated fuels reduce the emission of carbon monoxide (CO) and unburned hydrocarbons from automobile exhausts, in addition to being less photochemical reactive than most of the hydrocarbons of gasoline [4]. Based on studies involving vehicles, Reuter et al. [5] state that the addition of oxygenates reduce the formation of CO by 12.5% in mass. Pouloupoulos et al. [6] investigated the effect of ethanol in gasoline on the exhaust gases from an internal combustion engine equipped with a three-way catalytic converter, and found that the addition of ethanol in gasoline causes a 10% decrease in CO emission. They also detected a general decrease in the emission of aromatic hydrocarbons.

Al-Hasan [7] carried out a series of tests using mixtures of gasoline and ethanol, and found a reduction of approximately 46.5% in CO emissions from a four-stroke, four cylinder engine with electronic fuel injection. In tests involving two-stroke engines using gasoline and ethanol

mixtures, Roger Magnusson et al. [8] also observed a reduction in CO emissions. Thus, the use of gasoline's formulated with ethanol is an important factor in the reduction of environmental contamination. The vapor pressure of gasoline is a fundamental physicochemical property for the level of emission nonvolatile compounds in the gasoline supply system and in the combustion process, especially in starting the engine on cold days and in continuous operation on hot days. A fuel's volatility is expressed by one or several characteristics: distillation curves, vapor pressure, vaporization enthalpy and, less frequently, the vapor/liquid ratio. Today there is a strong tendency for a reduction of the volatility parameters, among them the vapor pressure in gasoline. Recently, the American Auto/Oil Program carefully examined the relation between evaporative losses and the vapor pressure of gasoline. It was found that, for a gasoline with the same composition, a 0.1 psi reduction in the water pressure resulted in an average 4.3% evaporative loss in vehicles equipped with the most up to date fuel injection systems.

Just for these reasons, adaptation of the commercial gasoline engines to fuels with various ratios of ethanol and gasoline are current interests and numerous attempts have been done in the past decade [9]. Since the definition of water tolerance or phase separation of gasoline – alcoholic blends is of necessity and significance. In order to find these general regularities, it is necessary to determine how ethanol added is distributed between different fractions of gasoline.

Experiment

The aim of present investigation is to study the phase separation of some gasoline –alcoholic blends with different content of bioethanols and low octane gasoline fraction and establish the effect of each other components under its phase separation.

We used two probes of industrial bioethanol with different content of water so called B-1 and B-2. The physico-chemical properties of used probes of bioethanol are given in Table 1.

We used two probes of petrol gasoline, too. The components of them are presented in Table 2. For preparing of petrol gasoline we used as components, produced in "Lukoil Neftohim Bourgas" as a component, produced in "Bulgarian Petrol Refinery"-Sofia.

For definition of phase tolerance of gasoline-alcoholic blends we are consisted mixtures from

petrol gasoline and 5, 10 and 15 % v/v of B-1 and B-2.

Table 1. Characteristics of bioethanols

Parameters	B-1	B-2
Research octane number /RON/	107.5	107
Motor octane number /MON/	91.0	90.5
Reid vapor pressure /RVP/, kPa	17	15
Distillation characteristics:		
-10 % (v/v), °C	77.3	77.4
-50 % (v/v), °C	78.3	78.3
-90 % (v/v), °C	78.3	78.5
Hydrocarbon content, %:		
-aromatics	0.31	0.50
-olefins	0.11	0.13
Relative density	0.798	0.803
Ethanol content, %	98.61	96.6
Water content, %	0.96	2.71
Sulphur, ppm	3.0	4.0
Benzene, %	0.02	0.03
Oxygen content, % (v/v)	33.7	31.7

It can seen from the table 1 that the probe B-1 content higher quantity of ethanol and oxygen accordingly higher octane number and less higher RVP. The increasing of water content in bioethanol let to decreasing of these parameters. Moreover higher content of water is datum for deterioration of phase stability of bioethanol probe.

Table 2. Component composition of basic petroleum gasolines /BPG/

Component	Content , % (v/v)	
	BPG-1	BPG-2
Gasoline from catalytic cracking	52	12
Reformate	30	26
Alkylate	12	56
BAS	4	4
MTBE	2	2

In the present investigation we prepared mixtures which content of bioethanol were 5, 10 and 15 % (v/v). We made the last mixtures with bioethanol content 15 % (v/v), because of expres-

sion more pronouncedly the effect of bioethanol under physico-chemical and exploration properties of blended fuels.

It's known that gasoline-alcohol blends have a very limited ability to retain water in solution or in a stable suspension, and if the amount of water in the blend exceeds this limit, the fuel will separate into a lower aqueous phase and an upper hydrocarbon phase. The most important factor governing the ability of a specific fuel to retain water without such separation is its temperature. This test method is intended to determine the maximum temperature at which the fuel will separate. The 10th percentile 6-h minimum temperatures or 10°C (50°F), whichever is lower, for the time of year and geographic area of the United States in which the fuel may be stored or used are tabulated in Table 13 of Specification D 4814.

On the consisted mixtures were investigated the ability to retain water in solution or in a stable suspension at the lowest temperature to which they are likely to be stored or exposed in use. The test methods are intended to measure the temperature at which a gasoline-alcohol blend separates into two distinct phases in accordance with the criteria defined in standards BSS EN 23015:1997 and ASTM D 6422. The standard BSS EN 23015:1997 defined test method for determination of cloud point of petroleum products and covered only petroleum products that are transparent in layers 40 mm in thickness, and with a cloud point below 49°C. The sample of investigated fuel is cooled at a specified rate and examined periodically. The temperature at which a cloud is first observed at the bottom of the test jar is recorded as the cloud point.

The sample of fuel is cooled at a controlled rate to its lowest expected storage or use temperature and is periodically observed for phase separation. The apparatus of Test Method D 2500 or a dry ice-isopropyl alcohol bath may be used. A maximum cooling rate of 2°C/min is specified because phase separation in gasoline alcohol blends can have a relatively long but unpredictable induction period. It was made the follow procedure:

First the sample was shaken to redissolve any water that may have settled out during storage. We observed to minimize vaporization losses and absorption of water from the atmosphere as: It rinsed out the test container with a portion of the sample to be tested by either pouring a small portion directly from the sample container or by using a 5-mL pipette. If using the 5-mL pipette,

draw the specimen from approximately the center of the sample container to minimize the chance of atmospheric moisture coming in contact with the specimen taken. Drain the specimen used to rinse the test container.

We used a pipette, draw a sufficient quantity of test specimen from approximately the center of the sample container and dispense a volume into the rinsed test container so that the bottom of the test specimen meniscus is at the marked line. Alternatively, pour a test specimen directly from the sample container so that the bottom of the test specimen meniscus is at the line. If the test specimen has phase separated, we terminated the test and obtain a new sample for analysis. Then we inserted a thermometer through a centrally bored Viton rubber, or equivalent material stopper, as specified in ASTM D 6422. Seal the test container that holds the test specimen by snugly fitting the stopper into the test container opening. Position the thermometer at approximately the center of the fuel sample. Place a gasket around the test container, approximately 25 mm from the bottom, and place a disk on the bottom of the jacket in the cooling bath. Place the disk and jacket into the cooling medium a minimum of 10 min before the test container is inserted. Depending upon the time of year and geographic location at which the fuel may be used, set-up the appropriate number of cooling baths with the temperatures kept between the ranges shown in Table 5. Insert the test container in the jacket of bath. The sample is not to be swirled or shaken while in the jacket. Take the first temperature reading at 14 °C. At 2 °C intervals, remove the test container from the jacket in the cooling bath and shake vigorously for 5 to 10 s. Wipe the exterior of the test container with a towel moistened with isopropyl alcohol to remove any condensation, and observe the condition of the test specimen for no more than 5 s against a light colored, illuminated background. Monitor the cooling rate while in the jacket, so as to not exceed 2°C/min. If the test specimen has not phase separated and has not reached the test temperature identified in Table 3, return the test container to the jacket. If the test specimen has phase separated, record the temperature. If the test specimen has not phase separated and has reached the maximum test temperature above which the fuel must not phase separate, in accordance with standard specification, for the time of year and location for intended use. If the user of the test method is interested in determining the actual phase separation temperature of the test

specimen, even though it meets the seasonal and geographical requirement in Specification D 4814, the option exists for continuing the test.

Table 3. Bath and test specimen temperature ranges

Bath	Bath temperature settling, °C	Test specimen temperature range, °C
1	- 1 to + 2	> 10
2	-18 to - 15	+ 10 to - 8
3	- 35 to - 32	- 8 to - 24
4	- 52 to - 49	- 24 to - 42

When the test specimen temperature reaches + 10°C and has not phase separated or reached its intended test temperature, transfer the test container to bath 2, maintained at a temperature between– 18 and –15°C. It Repeated steps for the test specimen in Bath 2 until the test specimen reaches a temperature of –8°C. When the test specimen temperature reaches –8°C and has not phase separated or reached its intended test temperature, transfer the test container to Bath 3, maintained at a temperature between– 35 and – 32°C. It repeat steps for the test specimen in Bath 3 until the test specimen reach a temperature of – 24°C. When the test specimen temperature reaches –24°C and has not phase separated or reached its intended test temperature, transfer the test container to Bath 4, maintained at a temperature between –52 and –49°C. It repeats steps for the test specimen in Bath 4 until the test specimen reaches a temperature of –42°C. Allow the test specimen to warm at ambient temperature. Shake the sample vigorously after each temperature rise of 2°C and observe. Record a *warming* phase recombination temperature. Average the temperature results obtained upon *cooling* and *warming* to determine the phase separation temperature.

Results and discussion

The obtained results are given in following tables.

Table 4. Cloud point of gasoline-alcoholic mixtures, which are obtained from BPG-1 and different content BE-1 and BE- 2

Probe	Cloud point, °C
Probe 1	- 27
Probe 2	- 30
Probe 3	- 32
Probe 4	- 6
Probe 5	- 11
Probe 6	- 15

Table 5. Cloud point of gasoline-alcoholic mixtures, which are obtained from BPG-2 and different content BE-1 and BE- 2

Probe	Cloud point, °C
Probe 7	- 23
Probe 8	- 27
Probe 9	- 30
Probe 10	- 3
Probe 11	- 7
Probe 12	- 11

Table 6. Separate point of gasoline-alcoholic mixtures, which are obtained from BPG-1 and different content BE-1 and BE- 2

Probe	Separate point, °C
Probe 1	under - 30
Probe 2	under - 30
Probe 3	under - 30
Probe 4	- 16
Probe 5	- 19
Probe 6	- 21

Table 7. Separate point of gasoline-alcoholic mixtures, which are obtained from BPG-2 and different content BE-1 and BE- 2

Probe	Separate point, °C
Probe 7	under - 30
Probe 8	under - 30
Probe 9	under - 30
Probe 10	- 14
Probe 11	- 17
Probe 12	- 19

The presented data had shown that the content of bioethanol effected under phase stability. It's established that phase stability is worsen when

the ethanol content decreased and respectively water content increased in each other probes.

It's established that basic gasoline composition was effected essential to phase stability of gasoline-alcoholic blends. The gasoline-alcoholic blends from gasoline BPG-1 have had higher phase stability at the same amount of ethanol.

But it must be noticed that this gasoline content two times larger quantity of arenes and olefins. It's known that arenes and olefins easier polarize and it's probably formed associates with ethanol as a result of intermolecular forces.

Conclusion

Some features of phase stability of gasoline-alcoholic mixtures have been presented. Some blends with two probes bioethanol and two compositions of basic petroleum gasoline have been made. The measured cloud points and separate points have shown that the phase stability effects as ethanol and water content in bioethanol as gasoline composition.

References

1. Доклад на Комисията на Европейския съюз КОМ, 2006, 34. „Стратегия на ЕС за биогорива” Брюксел 08.02.2006 год. (SEK/2006, 142).

2. Иванов, Сл., Отчет по разработка „Прочуване на методите за производство на алтернативни горива от отпадъци и биомаса в България” Лукойл Нефтохим Бургас АД 2006г.

3. Карпов, С. А. Повышение экологических и антидетонационных характеристик автомобильных бензинов введением много-

функциональных присадок, Нефтепереработка и нефтехимия, 2006, №1, 23-26.

4. Cataluca, R., R. Silva, E. Menezes, R. Ivanov, Specific consumption of liquid biofuels in gasoline fuelled engines, Fuel, 87, 2008, 3362–3368; Chen L., R. Stone, D. Richardson. A study of mixture preparation and PM emissions using a direct injection engine fuelled with stoichiometric gasoline/ethanol blends, Fuel, 96, 2012, 120-130.

5. Доклад на Комисията на Европейския съюз, пос. съч.

6. Nakamura, D., Evolving Fuel Specifications to drive refining spending in 2002”. Oil and Gas Journal, 2002, 100, № 1, p. 81, 82, 86.

7. Димитрова, А., Альтернативные топлива для ДВС – решения и проблемы, Машины, технологии, материалы, 2007, № 1.

8. Директива 2003/30 на ЕС от 08.05.2003 „Поощряване приложението на биогорива или на други възобновими горива в транспортния сектор” (ABl. L 123/ 17.05.2003).

9. Пак там; Доклад на Комисията на Европейския съюз КОМ, 2006; Иванов, Сл., пос. съч.

Антон Паличев, Тодор Паличев, Йорданка Ташева, Петко Петков

Университет „Проф. д-р Асен Златаров”- Бургас

Катедра: „Индустиални технологии и мениджмънт”

Бургас, бул. „Я. Якимов” 1

e-mail:jtasheva_2006@abv.bg



ОТНОСНО МЕХАНИЧНА ТЕХНОЛОГИЯ ЗА РЕЦИКЛИРАНЕ НА ПЛАСТМАСОВИ ОТПАДНИ ПРОДУКТИ ЧРЕЗ ЗЪБЕН ДЕЗИНТЕГРАТОР

Георги Тонков

ON MECHANICAL TECHNOLOGY FOR PLASTIC WASTE PRODUCTS RECYCLING WITH TOOTH DISINTEGRATOR

Georgi Tonkov

ABSTRACT: In the paper is presented a new approach to fine grinding of different kinds of plastic scraps. It is completed through a designed for this purpose grinding gear mill. Special attention is brought on the construction of the disintegrating member which is a technological gear mechanism. The gears used for it are fully engaged. Any axial displacement opens a gap between the gears in which the scraps falls. Changing the contact gap changes the size of the end product and the mill efficiency. The technological features of the disintegrating gear mechanism allow lower energy consumption then the regular mechanical technologies used for this purpose.

Keywords: tooth mill, technological tooth mechanism, milling, recycling, destruction, waste plastics, polymeric materials and raw materials

Въведение

Рециклирането на пластмаси е актуален проблем, на който се отдава все по-голямо значение както в нашата страна, така и в световен аспект (<http://ecomedia.bg>; <http://www.reinforcedplastics.com/>; Бобович Б., В. Девятин, 2000; Патент 2133152 RU B02C19/18). Необходимостта от по-цялостно оползотворяване и по-ефективно рециклиране на отпадъчни полимерни материали (пластмаси) се обуславя от следните три основни фактора:

✚ Екологичен - свързан е с опазването и възстановяването на околната среда от огромните количества натрупани в природата пластмасови отпадни продукти, водещи до необратими неблагоприятни последствия;

✚ Енергиен - пряко е свързан: първо - с количеството вложена енергия за добиване на суровини за производство на нови пластмаси, второ - със спестената енергия от рециклирането на употребените битови и отпадъчните промишлени пластмасови изделия и материали и трето - с получаване на енергия от тяхната преработка и използването им като енергийни източници;

✚ Икономически - свързан е с положителен финансов ефект от цялостно пълноценно и рационално рециклиране.

Цел

Да се предложи и изследва обосновано по-ефективна технология за рециклиране на отпадни пластмасови продукти.

Обосновка

Обосновка за търсене на решения за по-ефективно справяне в глобално отношение с проблемите от изхвърлените пластмаси и тяхното рециклиране е направена след обстойно проучване на съвременното състояние „екология - отпадни полимери“ (<http://www.agro.bg/>; <http://dariknews.bg/>; <http://plastics.americanchemistry.com/plastics-to-oil>; www.iituk.com/news_04.php; Патент: 20130192421; Михалева З., А. Коптев, В. Таров, 2002; Патент 2036097 RU B29; Патент RO B23 F21/12.10.95). От тази гледна точка е представен принципен вариант на зъбна мелница, в която смилането се извършва по механична технология, обединяваща принципите на силово, геометрично и кинематично въздействие върху полимерния материал. Такова комплексно въздействие довежда до интензивно разрушаване на материала без използване на остри режещи ръбове от силовия инструмент в работната зона на мелницата (Тонков, 2007; Тонков, 2008; Абаджиев В., Г. Димчев, Г.

Тонков, 2003; Абаджиев В., Г. Тонков, 2007; Тонков Г., Е. Абаджиева, 2005).

От използваните съвременни механични методи за рециклиране на пластмасови отпадъци се използват предимно мелници, в които дезинтегрирането на материала става чрез рязане (Тонков, 2008, <http://pkb.hit.bg/>; <http://plastic-bg.com>).

Предимството на тази технология се състои в сравнително високата производителност.

Като основни недостатъци при смилането на пластмаси чрез рязане могат да се посочат:

- големи габарити на използваните технологични съоръжения;
- необходимост от задължително предварително качествено сепариране и подготвяне на материалите преди тяхното смилане;
- изразходване на голямо количество енергия при осъществяване на дезинтеграционните процеси;

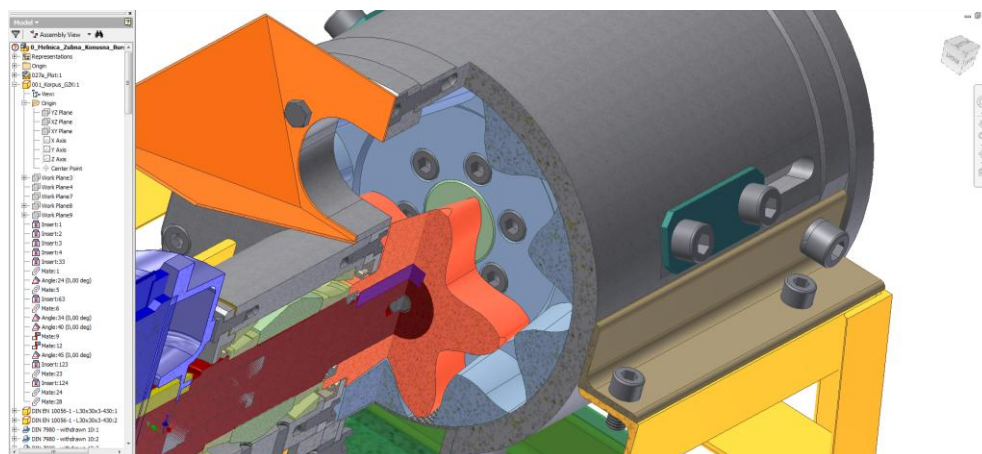
➤ интензивно износване на острите режещи ръбове и често счупване режещите инструменти и повреждане на силовите носещи устройства;

➤ получаване на едро и нееднородно смелен материал.

Следователно са налице достатъчно основателни причини за търсене на нови технологии за по-ефективно рециклиране на пластмаси.

Изложение

В работата е предложен вариант на зъбна мелница (фиг. 1), предназначена за дезинтегриране на всякакви пластмасови отпадъци, независимо от техния вид и физико-механични характеристики. Единственото изискване по отношение на материалите, постъпващи за дезинтегриране, е те да бъдат с определени размери, в зависимост от типоразмера на работния орган, използван в мелницата.



Фиг. 1 CAD модел на зъбна мелница с дезинтегриращ работен орган - технологичен зъбен механизъм

На фиг. 2 са показани монолитни пластмасови отпадъци - части от изхвърлени туби, бидони, легени и касетки, които подлежат на рециклиране. За да бъдат подложени на смилане, едрогабаритните материали трябва

предварително да се подготвят като се раздробят до парчета с размери, преминаващи през входния отвор на захранващото устройство (бункер или фуния - фиг. 1) на разглежданата зъбна мелница.



Фиг. 2 Отпадъчни битови пластмасови продукти

На фиг. 3а и фиг. 3б са представени едрините на парчетата, постъпващи за смилане в едни от най-малките по типоразмер мелници,

проектирани от автора и изследвани експериментално в лаборатории на ТУ - София и Института по Механика на БАН.



а)



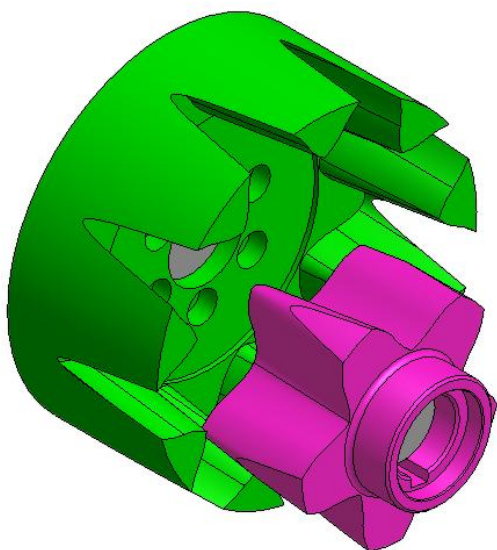
б)

Фиг. 3 Пластмаси, постъпващи за рециклиране: а) предварително наситнени, б) монолитни

В мелницата се използва принципно нов подход, осигуряващ ефективно разрушаване на полимерните материали по механичен път. Това се реализира чрез технологичен зъбен механизъм (ТЗМ), представляващ функционалния орган на мелницата (фиг. 4а).

Геометрията на работните звена на механизма е подбрана по начин, позволяващ попадналите между контактните зъбни повърхнини частици (фиг. 4б) да се разрушават с по-

малко вложена енергия. Това се дължи на факта, че върху механично третирани частици е налице едновременно разнопосочно силово въздействие, придружено с променливо по големина приплъзване. Специфичните по форма и структура контактни зъбни повърхнини и заложените геометрични и кинематични особености на механизма допринасят за по-голяма ефективност при осъществяване на процеса на смилане.



а)



б)

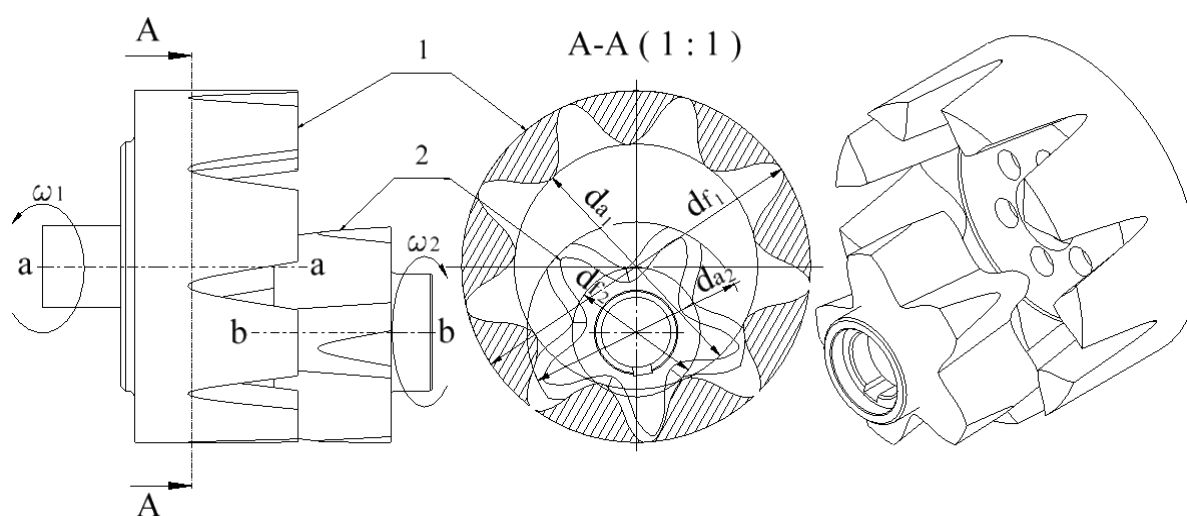
Фиг. 4 Зъбен механизъм за дезинтеграционни процеси: а) CAD модел на механизма, б) модел на процеса на смилане

Предложеният конструктивен вариант на зъбна мелница, чрез който се реализира фино смилане на отпадни полимерни продукти, е в

резултат от задълбочено авторско изследване (Тонков Г., Е. Абаджиева, 2005; Тонков, 2007; Тонков, 2008; Патент 02149056 RU B02

C7/04; Патент 2087194 RU B02 C7/06). Подвижните звена на изследвания ТЗМ се състоят от задружно работещи зъбни колела 1 и 2, извършващи еднопосочна ротация (с ъглова скорост ω_1 и ω_2) около успоредни оси a - a и b - b (фиг. 5). Те представляват работния инструмент, чрез който се реализира процесът на смилане. Зъбите и при двете колела са челно разположени по равнинни (лицеви) повърхнини на носещи дискове. При голямото колело (короната), те са конзолно установени, образувайки венец с външен диаметър, съвпадащ с диаметъра на петовия цилиндър d_{f1} и вътрешен диаметър, съвпадащ с диаметъра на върховия цилиндър d_{a1} , ограничаващи зъби-

те по височина. При малкото колело (пиньона), зъбите могат да бъдат изпълнени под формата на венец, ограничени по височина от върховия цилиндър d_{a2} и петовия цилиндър d_{f2} , който е кух (не е показан на фигурата) или могат да бъдат нарязани в плътен цилиндър (поз. 2 фиг. 5). Второто изпълнение е много по-благоприятно от гледна точка на товароносимостта на това колело, което в процеса на работа е по-тежко натоварено. Колелата са конзолно установени, което улеснява контрола върху процеса на смилане, поддръжката и ремонта на ТЗМ.



Фиг. 5 Геометричен модел на ТЗМ

Профилите на зъбите и геометрията на механизма се подбират по различни критерии, до голяма степен зависещи от физико-механичните характеристики на смилания материал (Абаджиев, 2003, Абаджиев, 2007). Основните критерии са формирани на база на:

- ◆ технологичност при изработване на зъбните колела;
- ◆ определена якост в различните напречни сечения по дължината на зъбите;
- ◆ постигане на оптимални силови съотношения по работните зъбни повърхнини между тангенциална (периферна), радиална и осова сила;
- ◆ получаване на необходими кинематични зависимости и качествени показатели в зацепването;
- ◆ гарантирано регулиране на зададена хлабина между зъбните повърхнини.

Задружно работещите колела в механизма се въртят с различни обороти, като реализират определено предавателно отношение. Скоростта на въртене заедно с подаваната към работния орган мощност влияят върху големината на въртящия момент, а от там и върху големината на силите в зъбното зацепване. Тези сили се предават директно върху частиците от смилания материал и играят съществена роля върху интензивното му разрушаване. На фиг. 6 е представена силовата картина в работната зона на дезинтегриращия механизъм.

Резултати от якостното пресмятане на силите в работната зона на дезинтегриращия ТЗМ

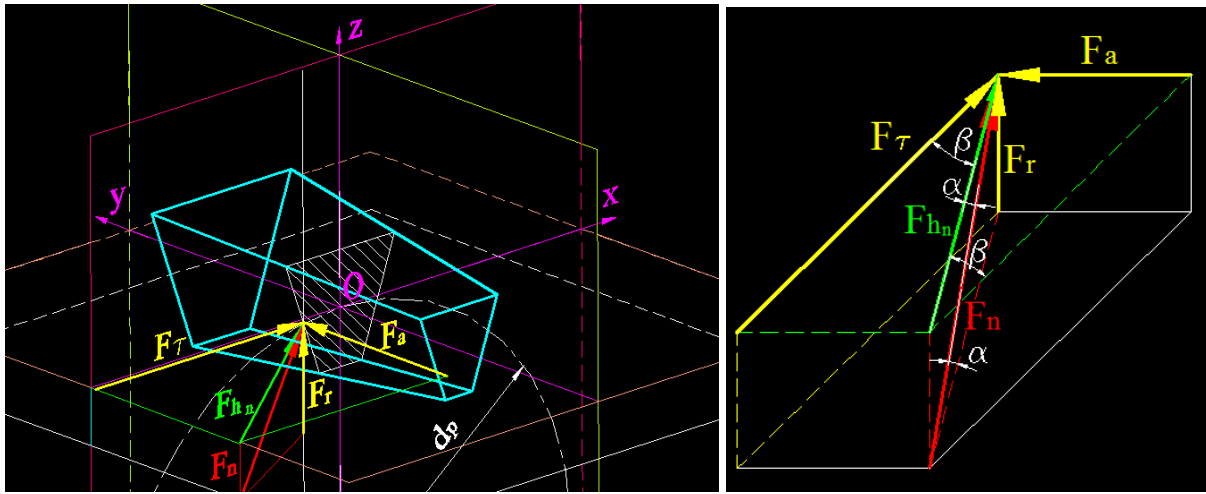
Аналитичното определяне на големината на действащите сили (и съответно големината на възникващите напрежения) се извършва на база на необходим въртящ момент:

$$T = \frac{P}{\omega}, \text{ Nm}, \quad (1)$$

където: P е мощността в $[W]$;

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \text{ е ъгловата скорост в } [s^{-1}],$$

n - честотата на въртене на подвижните звена в $[min^{-1}]$.



Фиг. 6 Сили, действащи върху контактните зъбни повърхнини, предаващи се на смилащия материал: F_n - нормална сила в общо положение, F_{hn} - хоризонтална сила в общо положение,

F_r - периферна сила, F_r - радиална сила, F_a - аксиална сила

Във формула (1) за определяне големината на въртящия момент, за да се използват директно от електродвигателя указаната номинална мощност в $[kW]$ и честота на въртене в $[min^{-1}]$, се прави следното преобразуване:

$$T = \frac{1000 \cdot P \cdot 30}{\pi \cdot n} = 9550 \cdot \frac{P}{n}, \text{ Nm}. \quad (2)$$

P и n са обикновено предварително зададени или лесно могат да се определят. Следователно въртящия момент в зъбния механизъм е известен. Той може да се изрази чрез периферната сила F_r по следния начин:

$$T = \frac{F_r \cdot d_p}{2}, \quad (3)$$

където d_p е стъпковият диаметър на зъбното колело, известен още като делителен, по който теоретично дебелината на зъбите е равна на широчината на междузъбията (Abadjiev, V., D. Petrovaq E. Abadjieva, 2006; Abadjiev, V, 2003; Litvin F, 2000).

От уравнение (3) за периферната сила се получава:

$$F_r = \frac{2 \cdot T}{d_p}. \quad (4)$$

При известни α и β , които са съответно профилният ъгъл по стъпковата окръжност и ъгълът на наклона на зъбите спрямо геометричната ос на ротация, от фиг. 5 и фиг. 6, могат да се определят действащите сили и отношенията между тях:

❖ отношение на радиална към нормална сила

$$\frac{F_r}{F_n} = \sin \alpha; \quad (5)$$

❖ радиална сила, изразена чрез нормалната

$$F_r = F_n \cdot \sin \alpha; \quad (6)$$

❖ нормална сила, изразена чрез радиалната

$$F_n = \frac{F_r}{\sin \alpha}; \quad (7)$$

❖ отношение на хоризонталната нормална компонента към нормалната сила

$$\frac{F_{hn}}{F_n} = \cos \alpha; \quad (8)$$

❖ хоризонтална нормална компонента, изразена чрез нормалната сила

$$F_{h_n} = F_n \cdot \cos \alpha; \quad (9)$$

❖ нормална сила, изразена чрез хоризонталната нормална компонента

$$F_n = \frac{F_{h_n}}{\cos \alpha}; \quad (10)$$

❖ отношение на тангенциалната сила към хоризонталната нормална компонента

$$\frac{F_\tau}{F_{h_n}} = \cos \beta; \quad (11)$$

❖ тангенциална сила, изразена чрез хоризонталната нормална компонента

$$F_\tau = F_{h_n} \cdot \cos \beta; \quad (12)$$

❖ хоризонтална нормална компонента, изразена чрез тангенциалната сила

$$F_{h_n} = \frac{F_\tau}{\cos \beta}; \quad (13)$$

❖ отношение на аксиалната сила към хоризонталната нормална компонента

$$\frac{F_a}{F_{h_n}} = \sin \beta; \quad (14)$$

❖ аксиална сила, изразена чрез хоризонталната нормална компонента

$$F_a = F_{h_n} \cdot \sin \beta; \quad (15)$$

❖ хоризонтална нормална компонента, изразена чрез аксиалната сила

$$F_{h_n} = \frac{F_a}{\sin \beta}. \quad (16)$$

След като от уравнение (4) се изрази периферната сила, то лесно се определят окончателните стойности на големините на останалите действащите в процеса на работа сили:

1) Хоризонтална нормална компонента:

$$F_{h_n} = \frac{F_\tau}{\cos \beta}. \quad (17)$$

2) Аксиална сила:

$$F_a = F_{h_n} \cdot \sin \beta = \frac{F_\tau}{\cos \beta} \cdot \sin \beta = F_\tau \cdot \operatorname{tg} \beta. \quad (18)$$

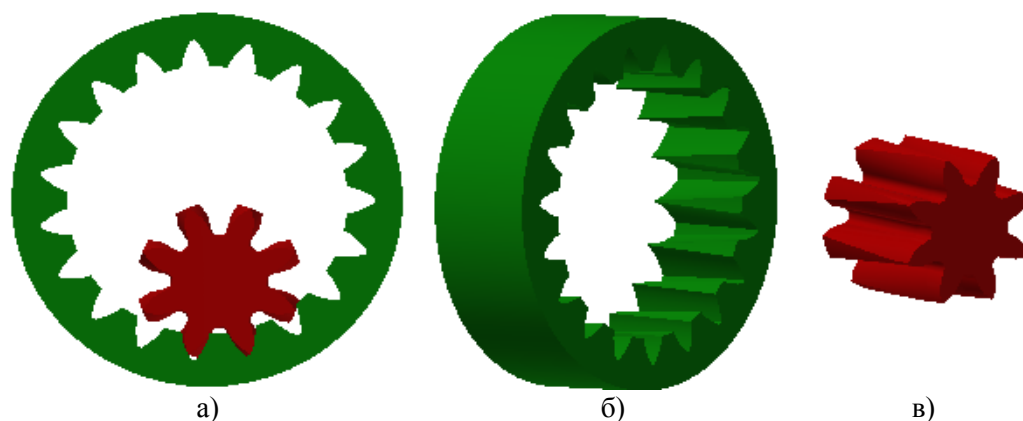
3) Нормална сила:

$$F_n = \frac{F_{h_n}}{\cos \alpha} = \frac{F_\tau}{\cos \beta \cdot \cos \alpha}. \quad (19)$$

4) Радиална сила:

$$F_r = F_n \cdot \sin \alpha = \frac{F_\tau}{\cos \beta \cdot \cos \alpha} \cdot \sin \alpha = \frac{F_\tau \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta}. \quad (20)$$

На фиг. 7 е представен CAD модел на зъбен механизъм, използван в проектираната мелница. От него са разработени три варианта, които са с един и същ габарит и могат да бъдат поместени в общ корпус.



Фиг. 7 CAD модел на ТЗМ: а) общ вид на механизма, б) базово колело (корона), в) генерирано колело (пиньон)

Всеки един от вариантите е получен след многократни изследвания на техните якостни и функционални възможности, извършени със

съвременни методи по добре проучени световно известни актуални и нови аналитични, компютърни и механични технологии (Litvin

F, 2000; Baastein G, 2000; Ghionea A, G. Constantin, I. Stanasel et al. 2008; Ilie K., A. Subic, 2005; Nacy S., M. Abdullah, M. Mohammed, 2007).

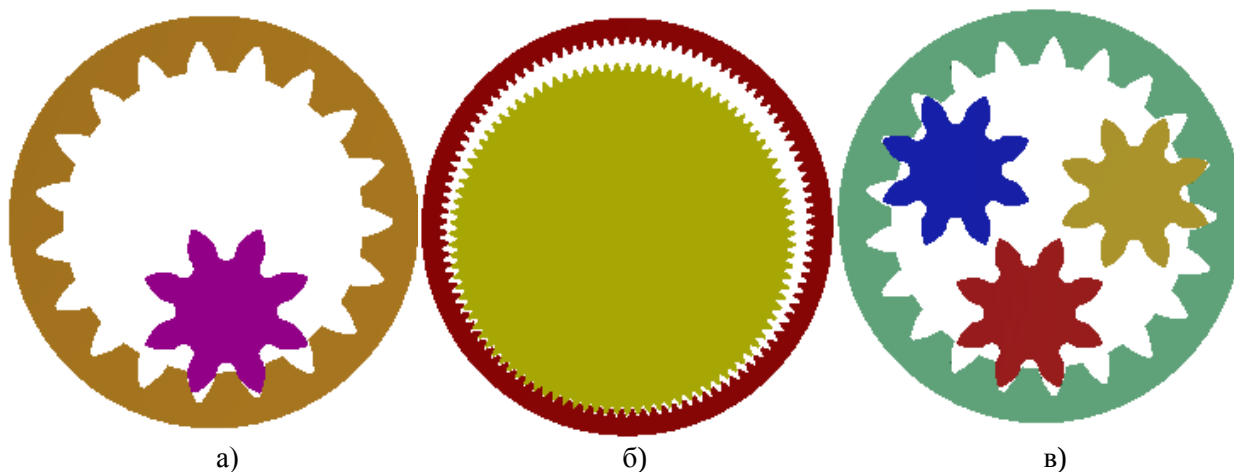
Предложените варианти (фиг. 8а, фиг. 8б и фиг. 8в) се отличават по следните геометрични параметри:

- брой едновременно контактуващи зъбни колела;
- брой на зъбите на отделните колела и общ брой зъби в механизма;
- различно предавателно отношение;
- приложени корекции в зъбното зацепване;
- наклон на зъбите спрямо геометричните оси на ротация;
- модул на зъбния механизъм;
- междусосово разстояние.

Трите CAD модела (фиг. 8) са проектирани при една и съща входяща мощност и честота на въртене и при едни и същи съставни материали. И при трите варианта, всичките съвместно работещи зъбни колела извършват едноточна ротация.

При софтуерното изследване на моделите са получени различни картини на силовото натоварване в зоната на смилане. Качествените показатели, като коефициент на препокриване и относително плъзгане също варират в много големи граници. Те са във връзка с геометричните особености на механизма. Комбинациите от геометрични, силови и кинематични параметри позволяват различните варианти да се прилагат при различни случаи на смилане, в зависимост от вида на материала, входяща и изходяща едрина на смилане и очаквана производителност.

При първия случай (фиг. 8а) зъбният механизъм се състои от две задружно работещи колела. Той се характеризира с най-малък общ брой зъби, най-малък коефициент на препокриване и най-голямо относително плъзгане между контактните зъбни повърхнини. Подходящ е при дезинтегриране както на пластмаси с голяма твърдост, така и на високо еластични пластмаси с различна дебелина. Позволява смилане на късове с по-голяма едрина (20-30 mm).



Фиг. 8 Варианти на дезинтегриращи ТЗМ с еднакви габарити:

- а) ТЗМ с две зъбни колела, малък брой зъби и голямо предавателно отношение,
- б) ТЗМ с две зъбни колела, голям брой зъби и малко предавателно отношение,
- в) ТЗМ с четири зъбни колела

При втория случай (фиг. 8б) ТЗМ също е съставен от две зъбни колела, като общия брой на зъбите е най-голям. Коефициентът на препокриване е максимален, а относителното плъзгане - минимално. Подходящ е при фино смилане на гранули с размери не по-големи от 5 - 6 mm.

При третия случай (фиг. 8в) ТЗМ е съставен от четири зъбни колела - едно външно и три вътрешни. Той е подобен на първия вари-

ант, но се отличава с по-благоприятно натоварване, по-висок коефициент на препокриване и по-висока производителност.

Параметрите от софтуерното изследване на зъбните механизми са дадени в табл. 1 и табл. 2, от където ясно се вижда, че при едни и същи габарити, мощност и честота на въртене силовите параметри и качествените показатели силно се различават.

Таблица 1. Геометрични параметри на дезинтегриращите зъбни механизми

		ТЗМ от фиг. 8а		ТЗМ от фиг. 8б		ТЗМ от фиг. 8в	
		Gear 1	Gear 2	Gear 1	Gear 2	Gear 1	Gear 2
Type of model		Component	Component	Component	Component	Component	Component
Number of Teeth	z	8 ul	19 ul	100 ul	108 ul	8 ul	21 ul
Unit Correction	x	0.3820 ul	0.1720 ul	0.4000 ul	0.2470 ul	0.3971 ul	0.1871 ul
Pitch Diameter	d	178.715 mm	424.448 mm	456.942 mm	493.497 mm	162.468 mm	426.479 mm
Outside Diameter	d _a	239.523 mm	407.610 mm	469.542 mm	486.720 mm	218.352 mm	410.806 mm
Root Diameter	d _f	140.523 mm	487.016 mm	449.292 mm	506.970 mm	128.352 mm	483.963 mm
Base Circle Diameter	d _b	167.633 mm	398.128 mm	428.606 mm	462.895 mm	152.393 mm	400.033 mm
Work Pitch Diameter	d _w	170.101 mm	403.989 mm	434.854 mm	469.642 mm	156.290 mm	410.261 mm
Facewidth	b	150.000 mm	150.000 mm	150.000 mm	150.000 mm	150.000 mm	150.000 mm
Gear Ratio		i	2.3750 ul	i	1.0800 ul	i	2.6250 ul
Module		m	22.000 mm	m	4.500 mm	m	20.000 mm
Helix Angle		β	10.0000 deg	β	10.0000 deg	β	10.0000 deg
Pressure Angle		α	20.0000 deg	α	20.0000 deg	α	20.0000 deg
Center Distance		a _w	116.944 mm	a _w	17.394 mm	a _w	126.986 mm
Product Center Distance		a	122.867 mm	a	18.278 mm	a	132.005 mm
Total Unit Correction		Σx	0.2100 ul	Σx	0.1530 ul	Σx	0.2100 ul
Contact Ratio		ε	1.3140 ul	ε	3.5953 ul	ε	1.4111 ul

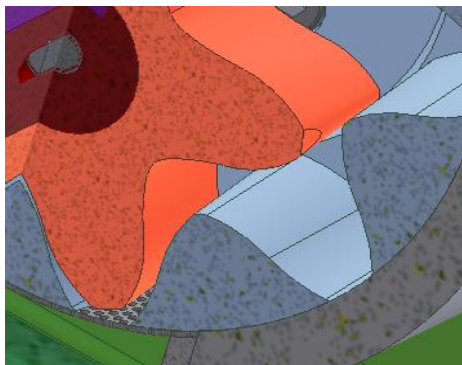
Таблица 2. Силови параметри на дезинтегриращите зъбни механизми

		ТЗМ от фиг. 8а		ТЗМ от фиг. 8б		ТЗМ от фиг. 8в	
		Gear 1	Gear 2	Gear 1	Gear 2	Gear 1	Gear 2
Power	P	3.000 kW	2.940 kW	3.000 kW	2.940 kW	3.000 kW	2.940 kW
Speed	n	65.00 rpm	27.37 rpm	65.00 rpm	60.19 rpm	65.00 rpm	24.76 rpm
Torque	T	440.737 N m	1025.815 N m	440.737 N m	466.476 N m	440.737 N m	1133.795 N m
Efficiency	η	0.980 ul		0.980 ul		0.980 ul	
Radial Force	F _r	892.479 N		347.354 N		1283.536 N	
Tangential Force	F _t	5182.071 N		2027.059 N		5639.991 N	
Axial Force	F _a	913.739 N		357.425 N		994.483 N	
Normal Force	F _n	5317.180 N		2079.552 N		5855.720 N	
Circumferential Speed	v	0.608 mps		1.555 mps		0.553 mps	
Resonance Speed	n _{E1}	14149.051 rpm		712.567 rpm		15704.732 rpm	

Зъбните колела представляват ротора на мелницата. Честотата им на въртене е предвидена да се управлява по електронен път, а осовото им преместване по механичен. Те са поместени в общ метален корпус, като спецификата на конструкцията им води до обособяването на полузатворена компактна работна камера (фиг. 9), в която през страничен отвор между двете колела се извършва пода-

ване, завъртане, разбъркване и смилане на полимерния материал. В най-ниската част от работния обем на камерата е поместен сепаратор (фиг. 10), през който става непосредственото отвеждане на сравнително еднородна фина фракция, получена от смилането на полимерите. Сепараторът представлява набор от сменяеми стоманени сита, които са с определена големина на пропускащите отвори. Той е

разположен в най-ниската точка от работния обем, в непосредствена близост до зоната на



Фиг. 9 Полузатворен работен обем, формиран от зъбния механизъм, корпуса и сепаратора

Важна особеност в геометрията на контактуващите зъби от ТЗМ е изменението на размерите на напречното сечение по тяхната дължина. Това води до следните два благоприятни за смилането фактора:

1) При осово преместване на едно от подвижните звена на механизма се променя междузъбната хлабина в зацепването, в която попада материалът. С промяна на тази хлабина се регулира едрината и производителността на смилане.

2) Получава се пространствена работна зъбна повърхнина, по която нормалната сила се разлага на три допълнителни компоненти - две радиални и една аксиална сила, действащи по трите оси на координатната система (фиг. 6). Този фактор води до възникване на сложно напрегнато състояние в материала от смиланите частици.

С намаляване на свободния обем в междузъбията, попадналият в тях материал, изпитва бързо нарастващо натоварване до много високи стойности. Това довежда до интензивно

смилане и това улеснява извеждането на материала.



Фиг. 10 Сепаратор, използван в ТЗМ

покачване на вътрешните напрежения и съответно до мигновено разрушаване.

Крайната фракция на дезинтегрирания материал, получен с проектираната мелница, е с големина на частиците от 60 μm до 3 mm при сепаратор с диаметър на пропускащите отвори 5 mm.

Получени са данни, че различни материали, дезинтегрирани по подобен начин, се зареждат допълнително с енергия и при тяхното следващо използване притежават по-голяма активност при протичащите химични и биологични процеси, в които участват, и съответният получаван от тях продукт е с високо качество от гледна точка на очаквани физико-механични характеристики. (Вълков В., М. Вълев, Т. Желев и съавт., 1989; http://www.iituk.com/news_04.php).

Резултати от смилането на отпадъчни битови и промишлени полимерни материали с проектираната мелница са показани на следващите фигури.



Фиг. 11 Експериментален образец на зъбна мелница за дезинтегриране на полимерни материали



Фиг. 12 Проби, получени при смилането на твърди и крехки полимери



Фиг. 13 Проби, получени при смилането на еластични полимери



Фиг. 14 Проби, получени при смилането на порести пластмаси



Фиг. 15 Проби, получени при смилане на полимери от различно естество



Фиг. 16 Проби, получени от смилането на технически пластмаси

Използван софтуер

За цялостното проектиране, изследване и техническо документиране на експерименталния образец на дезинтегриращата зъбна мелница (фиг. 1) е използван софтуерния пакет за промишлено проектиране **Design Suites 2014** на фирмата **Autodesk** (www.autodesk.com; www.cadpoints.com). Пла-

кетът съдържа над 13 софтуерни продукти, обединени в две основни групи - **Autodesk Product Design Suite 2014** и **Autodesk Factory Design Suite 2014** (табл. 3 и табл.4), които могат да се използват както самостоятелно, така и съвместно, тъй като са интегрирани помежду си (Григоров Б., 2012).

Таблица 3. Autodesk Product Design Suite 2014

	Autodesk Inventor Professional	Alias Design	Autodesk Inventor	Autodesk 3ds Max Design	AutoCAD Mechanical	Autodesk SketchBook Designer	Autodesk Vault	Autodesk Showcase	Autodesk Modbox
Standard					•	•	•	•	•
Premium			•	•	•	•	•	•	•
Ultimate	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Таблица 4 Autodesk Factory Design Suite 2014

	Autodesk Inventor Professional	Autodesk Navisworks Manage	Autodesk Inventor	Autodesk Navisworks Simulate	Autodesk 3ds Max Design	AutoCAD Mechanical	AutoCAD Architecture	Autodesk Vault	Autodesk Showcase	Factory Design Suite Utilities
Standard					•	•	•	•	•	•
Premium			•	•	•	•	•	•	•	•
Ultimate	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Резултатите, отразени в статията, са постигнати при използване основно на **Autodesk Inventor Professional**.

За моделирането на зъбните профили е използван **AutoCAD Mechanical** със заложен в него програмен език AutoLISP. Чрез разработен софтуерен алгоритъм в средата на AutoLISP, при използване на базовите (големите) колела като режещи инструменти, са генерирани спрегнатите зъбни повърхнини от малките зъбни колела (фиг. 4а). С **AutoCAD Mechanical** е визуализирана силовата картина върху зъбните повърхнини на проектираните предавки (фиг. 6).

С **Autodesk Inventor Professional** е извършена основната дейност от проектирането и изследването на зъбната мелница (фиг. 1):

- разработен е механо-математичен модел със съответната геометрично-кинематична схема на ТЗМ (фиг. 5);

- конструктивно е оформен окончателния компютърен модел на зъбния дезинтегриращ механизъм (фиг. 4 а);

- схематично е показан процесът на смилане с проектирания ТЗМ (фиг. 4б);

- автоматизирано са генерирани CAD моделите от трите варианта на изследваните ТЗМ (фиг. 8 и фиг. 9);

- по стандартна методика (посочена от потребителя - ISO, DIN, ANSI и др.) са изчислени и изведени в систематизиран вид - геометричните, силовите, кинематичните, качествените и други параметри и показатели на зъбния механизъм, част от които са представени в таблица 1 и таблица 2;

- разработен е прецизен компютърен модел на зъбна мелница (фиг. 1), от който е получена пълната конструкторска документация и е изработен експерименталния образец (фиг. 11);

- симулирани са и са анализирани всички кинематични движения, ограничени от наложените връзки на съответните компоненти на зъбната мелница.

Частично са използвани продуктите **Alias Design**, **Autodesk Vault**, **Autodesk Navisworks Manage** и **Autodesk Factory Design Suite Utilities**. (Софтуерните продукти **Autodesk Inventor Professional 2014** и **AutoCAD Mechanical 2014** са дарени на ТУ-София от фирмите Би Ем Джи, КАД Пойнт и Autodesk. Те активно се използват в Машиностроителния факултет и в компютърната зала на новата библиотека на университета.

Останалите продукти са използвани с разрешението и любезното съдействие на Би Ем Джи и КАД Пойнт. Авторът е използвал описания софтуер в дисертационната си работа, защитена през 2011 г. в катедра „Машинни елементи и неметални конструкции” на Машиностроителния факултет на ТУ - София, където работи като главен асистент).

Изводи

1) Предложеният принцип на смилане на полимерни материали се различава от известните до момента механични технологии по това, че разрушаването на материала се извършва не чрез рязане, а чрез прилагане на комбинация от силово въздействие, съчетано с относително плъзгане при определен коефициент на припокриване на контактуващите зъбни повърхнини и определена кинематика на работния процес. Характерно за използвания инструмент е, че той не притежава остри режещи ръбове, което в известна степен решава проблема с износването му.

2) Мелницата притежава висока ефективност, която позволява икономия на енергия, по-малък разход при обслужването, по-малко износване на работния инструмент и възможност за регулиране в широк диапазон на едрината при смилане.

3) Компактността на конструкцията, технологичността на работния орган и високата ефективност на работа оказват влияние върху по-доброто финансово отражение, което е от значение за по-широкото внедряване и използване на предлаганата технология. Това ще спомогне за ограничаване на проблемите, предизвикани от изхвърлените в природата пластмаси.

Заклучение

Предложеният вариант на зъбна мелница се предвижда да бъде използван като част от поточна линия на екологично съоръжение за фино смилане на битови и промишлени пластмасови отпадъци. Конструкцията на мелницата е проектирана като многовариантна по начин, осигуряващ достатъчно компактност и надеждност при работа. В зависимост от капацитета тя може да бъде изпълнена в три типоразмера, приложими при различни условия и среди на експлоатация:

1) Дезинтегриращи мелници с малки размери - приложими в бита;

2) Дезинтегриращи мелници със средни по големина размери - приложими в малки предприятия за директно смилане на използвани пластмасови отпадъчни, опаковки;

3) Дезинтегриращи мелници с голямо габаритни размери - приложими в промишлени условия за рециклиране на отпадни продукти от производството на полимерни материали.

Зъбната полимерно-дезинтегрираща мелница може успешно да се използва в хотелски комплекси, заводи, параходи, дори самолети, където отпадните пластмасови опаковки могат да бъдат директно смилани. Крайният продукт от смилането може да се използва в:

✓ химическата промишленост за получаване на: лепила; пълнители; пластификатори, различни съставки и др.;

✓ хранително-вкусовата промишленост - за производство на бутилки, чаши, чинии, вилици и лъжици за еднократна употреба и др.;

✓ битовата сфера - за съдове за готвене, различни продукти и прибори за съхраняване на хранителни и нехранителни продукти, кофи, различни елементи от обзавеждането на бани и тоалетни и т.н.;

✓ професионалното и лично обзавеждане - офиси, кабинети, канцеларии, стаи - с химикалки, линии, периферна техника (принтери, монитори, клавиатури) и др.;

✓ промишлената техника - за различни уплътнители, изолатори, свързвачи, разделящи, подложни материали, тръби и др.

Дезинтегриращият ТЗМ може да бъде особен в няколко варианта в зависимост от броя на съвместно работещите зъбни колела и от тяхната ориентация:

1) с една двойка зъбни колела - едно голямо и едно малко;

2) с едно голямо централно и две, три или четири малки зъбни колела;

3) с хоризонтални оси;

4) с вертикално разположени успоредни геометрични оси;

5) с наклонени в пространството оси.

Тези варианти предстоят да бъдат изследвани относно възможностите, които предоставят и да бъдат обосновано, рационално, конструктивно и технологично използвани.

Благодарности

Авторът изказва благодарност на фирмата Би Ем Джи и на Декана на МФ за оказаното съдействие при отпечатване на статията.

Литература

1. Абаджиев В., Г. Димчев, Г. Тонков. 2003. Аспекти на геометричния синтез на технологичен зъбен механизъм с челно зацепване. *Сб. научни доклади, Седма международна конференция „ПРАКТПО 2003”, ТУ – Варна*. Варна, с. 149-156.

2. Абаджиев В., Г. Тонков. 2007. Относно синтеза на технологични зъбни механизми за дезинтеграционни процеси. *Списание Машини, Технологии, Материали*. София, с. 54–57. ISSN 1313-0226.

3. Бобович Б., В. Деятин. Переработка отходов производства и потребление. Москва, „Интернет инженеринг”, 2000, с. 496.

4. Вълков В., М. Вълев, Т. Желев, Ж. Желязков. Възможности на дезинтеграционната техника за интензифициране на технологичните процеси при получаване на нови строителни материали. София, 1989. (НД II 12946, инв. № НД 3322/89).

5. Григоров Б. 2012 *Autodesk Inventor 2012 Ръководство за работа*. София 2012.

6. Михалева З., А. Коптев, В. Таров. *Методы и оборудование для переработки сыпучих материалов и твердых отходов*. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, 2002, с. 64, ISBN 5-8265-0154-5.

7. Тонков Г. 2007. Аспекти върху проектирането и изработката на дезинтегриращ зъбен механизъм. *Сб. научни доклади, том II – Технически и природоматематически науки, Научна конференция 2007, ТУ - София, филиал Пловдив*. Пловдив, с. 68-76. ISBN: 978-954-9449-12-9.

8. Тонков Г. 2008. Относно необходимостта от разработване на нови високоефективни рециклиращи технологии и машини за преработка на отпадни продукти. *Сб. научни доклади, Втора национална конференция „Младежта на България, европейската ни идентичност и иновативни постижения*. София, БАН, с. 215–222. ISSN 1313-5589.

9. Тонков Г. 2008. Насоки при конструиране на реален рециклиращ механизъм. *Сб. научни доклади, Втора национална конференция „Младежта на България, европейската*

ни идентичност и иновативни постижения. София, с. 222-231. ISSN 1313-5589.

10. Тонков Г., Е. Абаджиева. 2005. Синтез на тризвенен зъбен механизъм с челно еволвентно зацепване. *Сб. научни доклади, „ПРАКТПО`2005”*. Варна, с. 48-54.

11. Патент 02149056 RU B02 C7/04. Зубчатая мельница. Павленко В., В. Исаков, А. Билей, 2000.

12. Патент 2036097 RU B29 B17/00, B29 C47/52. Устройство для переработки пластичных материалов. Балашов М., Н. Махмудбекова, Н. Редеуданов, В. Чистов, 1995.

13. Патент 2087194 RU B02 C7/06. Дезинтегратор. Титов В., Н. Василенко, Ю. Пикалов, 1997.

14. Патент 2133152 RU B02C19/18 Устройство для обработки материалов / В. Таров, И. Тарасова, З. Михалева. 20.07.99, Бюл. № 20.

15. Abadjiev V., D. Petrovaq E. Abadjieva. Geometric Conditions for of Hyperbolic Pitch Circles. *Proceedings of the 2nd International Conference “Power Transmissions’06”*, 2006, Novi Sad, Serbia & Montenegro, pp. 111-116.

16. Abadjiev V. Spatial Trasformation of Rotation When the Conjugate Tooth Surfaces Contact in the Pitch Contact Point. *Engineering Mechanics, Vol. 10, № 4*, Brno, 2003, pp. 277-284.

17. Baastein, G. Calculation , manufacturing and applications of cylkro angular face gear transmissions. *ASME, Basic Gear Design and Manufacturing, Detroit*, January 26-27, 2000, 8 p.

18. Ghionea A. G. Constantin, I. Stanasel, I. Ghionea. Milling Heads for Processing Curved Teeth in Cylindrical Gears. *Annals of the Oradea university. Fascicle of management and technological engineering, Volume VII (XVII)*, 2008.

19. Ilie K., A. Subic. 3D-CAD Module for Design of Supercharger Rotors. *10th European Automotive Congress, Proceedings JUMV-SP-0501*, Belgrade, 2005.

20. Litvin F. Handbook on Face Gear Drives With a Spur Involute Pinion. *NASA Final Contractor Report CR 209909*, University of Illinois at Chicago, 101 p. 2000.

21. Nacy S., M. Abdullah, M. Mohammed. Generation of Crowned Parabolic Novikov gears. *Engineering Letters, 15:1, EL_15_1_4, Advance online publication: 15 August, 2007*.

22. Patent: 20130192421, MILL SCALE BRIQUETTING. Inventors: U. Meynerts, S. Rocha, M. Maurer. Assignees: RHM Rohstoff-Handelsgesellschaft mbH. IPC8 Class: AC22B116FI, USPC Class: 75306, Class name: Compositions solid treating composition for liquid metal (e.g., flux, slagging agent, casting agent, etc.) or charge for electrothermic operation (e.g., electrosag remelting, etc.). Publication date: 2013-08-01.

23. Patent RO B23 F21/12.10.95. Polyhypocycloital milliny head. Ghionea A., A. Oprean, 1995.

24. http://dariknews.bg/view_article.php?article_id=898566, април 2014.

25. <http://ecomedia.bg/doctor-eco/wastechemicals-recycling/article/1480>, април 2014.

26. <http://pkb.hit.bg/ekstruder.html>, април 2014.

27. <http://plastic-bg.com>, април 2014, април 2014.

28. <http://plastics.americanchemistry.com/plastics-to-oil>, април 2014.

29. <http://www.agro.bg/news/article35612.html>, април 2014.

30. http://www.iituk.com/news_04.php, април 2014.

31. <http://www.reinforcedplastics.com/view/17202/iit-milling-technology-makes-grp-recycling-economic/>, април 2014.

32. www.autodesk.com

33. www.cadpoints.com

Георги Петров Тонков, гл. ас. д-р инж.
Технически университет - София
Катедра „МЕНК”
София – 1000, бул. „Климент Охридски” №8,
блок: 4, ет.: 4, кабинет: 4424;
тел.: 02/965-3887; GSM: 0893341767;
e-mail: gptonkov@tu-sofia.bg



МАТЕМАТИЧЕСКИ МОДЕЛ ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ НА ТРУДОВАТА ЗАЕТОСТ ПО РЕГИОНИ

Деляна Димова

MATHEMATICAL FORECASTING MODEL FOR EMPLOYEES BY REGIONS

Delyana Dimova

ABSTRACT: This paper presents a mathematical forecasting model for the employees by districts and regions in Bulgaria. The National statistical institute is an organization that provides economic and statistical data. The information concerning the employees is stored in separate files. These data are presented in tabular form. The necessary information for selected periods (months and years) is searched from the files and is presented in one table. Data about three districts that are included in two different regions are studied in this paper. The model is applied for forecasting the employees in these districts over the next seven months. It is also possible to select other period, districts or regions. The mathematical-statistical methods that are used in this work are regression analysis and moving average.

Keywords: Mathematical model, mathematical-statistical methods, forecasting, employees

Въведение

Прогнозирането е процес на изказване на твърдения за събития, чиито действителни резултати все още не са наблюдавани. Качествените методи за прогнозиране са субективни, базирани на мнението на потребители, експерти. Те са подходящи, когато данните за минали периоди не са на разположение (Daniel, Ngozi, Njide, Patrick, 2014). Рискът и несигурността са от централно значение при прогнозирането. Като цяло се счита за добра практика да се посочи степента на несигурност, свързана със съответната прогноза. Тя трябва да бъде възможно най-точна, затова е необходимо използваните данни да са актуализирани (Armstrong, Collopy, Graefe, Green, 2013). Някои методи за прогнозиране се опитват да идентифицират основните фактори, които биха могли да повлияят на променливата, която се прогнозира (Nahmias, 2009). Методите за прогнозиране на времеви редове изискват определен елемент на човешка преценка и са обект на грешка. Когато информацията, използвана за прогнозиране е добре разбрана, грешката може да е в рамките на допустимите нива (Wagner, Michalewicz, Khouja, McGregor, 2007).

Класическите математико-статистически методи за прогнозиране включват експоненциално изглаждане, пълзяща средна или ли-

неен регресионен анализ (Flitsch, Jahn, 2012). Прогнозните ситуации се различават значително по своите времеви хоризонти, фактори, определящи настоящите резултати, видове модели на данни, както и много други аспекти. Каквито и да са обстоятелствата или включения времеви интервал, прогнозирането подпомага и е от съществено значение за ефективното планиране (Hyndman, 2009). Част от изложените проблеми са обект на разглеждане в това изследване.

Целта на настоящата работа е да представи математически модел за прогнозиране на данни, свързани с трудовата заетост в отделни области или региони в България за определени времеви интервали.

Представяне на данните

Информацията относно броя на работещи лица по райони в нашата страна се предоставя в таблична форма. В случая се дава трудовата заетост във всеки един от районите за съответния месец от календарна година. За областите, включени в тях през споменатия времеви интервал също се води статистика, свързана с наети лица. Тази информация се публикува в сайта на Националния статистически институт. Тя е представена в Excel файлове. В настоящата разработка обект на изследване е информацията от споменатите файлове

(www.nsi.bg). За да могат да се извършат съответните прогнози и оценки, е необходимо данните за избрания регион да се представят по подходящ начин (Георгиева, 2010). В тази връзка, предварително те трябва да бъдат разпределени в отделни таблици. Едновременно с това се налага да се определи и участващия времеви интервал, в случая последователността от месеци за една или повече години.

Най-общо за всяка една област A_p ($p=1 \div 28$) или район B_q ($q=1 \div 6$) като цяло би могло да се ползва следното представяне:

$$\begin{pmatrix} a_{i+11} & a_{i+12} & a_{i+13} & \dots & a_{i+1v} \\ a_{i+21} & a_{i+22} & a_{i+23} & \dots & a_{i+2v} \\ a_{i+31} & a_{i+32} & a_{i+33} & \dots & a_{i+3v} \\ \vdots & & & & \\ a_{i+n1} & a_{i+n2} & a_{i+n3} & \dots & a_{i+nv} \end{pmatrix} \quad (1)$$

където a_{i+nv} - брой наети лица през $(i+n)$ година на определен месец (v) в избрана област (или район); $i \geq 2007$, тъй като наличните данни за изминали периода са след 2007 година; $v = \overline{1 \div 12}$, v -брой месеци; n -брой години, $n \in \{1, 2, 3, \dots\}$.

Всяка една компонента от избран ред в (1) се представя в отделна клетка от ред в една таблица. Броят на редовете се определя от броя на участващите години. От тази таблица ще се извличат търсените данни. Разглежданият времеви интервал може да включва всички дадени години или само една част от тях. Това зависи основно от целите на изследването и от избора на потребителите. Данните за всяка една област се преструктурират по следния начин:

$$\begin{pmatrix} a_{i+11} & a_{i+21} & \dots & a_{i+n1} \\ a_{i+12} & a_{i+22} & \dots & a_{i+n2} \\ \vdots & & & \\ a_{i+1v} & a_{i+2v} & \dots & a_{i+nv} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Практически, извлечените редове се преобразуват и се представят като колони. Освен това

трябва да се посочат и съответните месеци. В този случай представянето е следното:

$$\begin{pmatrix} m_1 & a_{i+11} \\ \vdots & \vdots \\ m_v & a_{i+1v} \\ \vdots & \vdots \\ m_{(n-1)v+1} & a_{i+n1} \\ \vdots & \vdots \\ m_{nv} & a_{i+nv} \end{pmatrix} \quad (3)$$

където с m_{nv} се означават поредните месеци от посочения времеви интервал; $v = \overline{1 \div 12}$; n -брой години. Ако се разглежда само една година ($n=1$), тогава съответните месеци се изменят от m_1 (1^{-ви} месец) до m_{12} (12^{-ти} месец). В случай, че се изследват две години ($n=2$), месеците ще варират от m_1 (1^{-ви} месец) до m_{24} (24^{-ти} месец, $(nv)=24$) т.н.

Броят на повторенията на месеците се определя от броя на избраните години. Но възможно е да няма и нито едно или само частично повторение, когато разглеждания времеви интервал е по-малък от две години. Всяка компонента, в случая месец, се представя в последователни клетки от една колона. Компонентите - брой наети лица за дадените месеци формират втората колона на таблицата, от която ще се използват данните за извършване на съответните прогнози.

Математически модел за прогнозиране на трудовата заетост

При прогнозиране на данни, свързани с трудовата заетост се използва предоставената информация за три области - Видин, Силистра и Разград. Първата от тях е включена в Северозападен, а вторите две в Северен централен район. Основен критерий при избора на тези обекти е най-малък брой на работещи лица. Независимо, че наличните данни за изминали периоди са от 2008 до 2013 година, в разработката се използва информацията за последните две или три години (24 месеца или 36 месеца). Предварително е необходимо данните по области за съответния месец да се подредят във възходящ ред. Търсят се само тези, чиито стойности са най-ниски. В случаите, когато се изисква потребителите биха могли да включат в изследването повече на брой области или различни от тези, които са

посочени. Информацията общо по райони относно работещите лица също може да бъде извлечена и да се използва при извършване на прогнози. За намиране на необходимите данни от дадени области или райони се използва разработен софтуер. В случая след указване на съответната област трябва да се посочи и времеви интервал, тоест броя на годините. Възможни са ситуации, където се изисква само определени месеци от текущата година. Всички данни за трудовата заетост се извличат от xls файлове. Те се въвеждат в отделни таблици за всяка една от областите - Видин, Силистра и Разград. Получената информация относно броя работещи лица за разглеждания времеви интервал (2011-2013) е визуализирана на таблица 1. Софтуерът за всяка област поотделно пренарежда данните по начин, както е посочено в представяне (3). Така те вече са структурирани в подходяща форма с цел да могат да се извършат необходимите прогнози и анализи.

Таблица 1 Подреждане на данните за наети лица

Видин												
година	месеци											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2011	18976	19065	19117	18624	18498	18610	18901	18878	18944	19240	19114	19117
2012	18692	18384	18054	18461	18393	18331	18113	18252	18299	18434	18514	18846
2013	18267	18240	18148	17855	17606	17700	17835	17906	18490	18418	18206	17768
Разград												
година	месеци											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2011	27666	27673	27819	28023	28603	28698	29169	29115	28584	28100	27772	26990
2012	26161	25903	26260	26398	26671	26365	26477	26210	26093	26134	26007	25320
2013	27189	27489	27365	27477	27808	28132	28195	28266	28056	27546	27028	26299
Силистра												
година	месеци											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2011	21360	21529	22437	22281	22387	22581	22573	22707	22797	23172	22780	21847
2012	21029	20861	21736	21857	21758	21730	21812	21864	22503	21919	21756	21087
2013	21002	21010	21352	21438	21558	21517	21641	21604	21582	21703	21696	21157

Прилага се един от математико-статистическите методи, а именно прогнозиране с пълзяща средна (Карлберг, 2003; Лидански, 1988). Изследва се информацията за последните дванадесет месеца ($m=12$). Нека броят на периодите, за които ще се изчислява пълзящата средна е четири месеца ($p=4$). Използва се следната формула за намиране на средна аритметична стойност:

$$w_{d+p} = \frac{\sum_{i=d}^{d+p-1} y_i}{p} \quad (4)$$

където y_i - брой наети лица за съответния месец в дадена област, w_{d+p} - прогнозна стойност за наети лица през $(d+p)$ месец, $d \in \{1, 2, 3, \dots\}$, $d+p-1 \leq m$.

В случая се получават краткосрочни прогнози (таблица 2) в рамките на следващ период (месец).

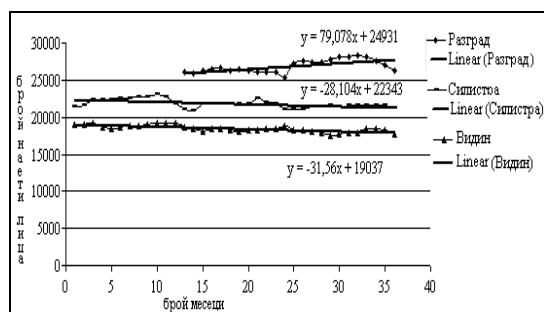
Резултатът от извършеното изследване показва, че прогнозните данни сочат твърде малко покачване на броя наети лица през следващия месец в трите разглеждани области - Видин, Разград и Силистра.

Таблица 2 Прогнозиране чрез пълзящи средни

Видин			Разград			Силистра		
месеци	Бр. наети лица	прогнози данни	месеци	Бр. наети лица	прогнози данни	месеци	Бр. наети лица	прогнози данни
1	18267		1	27189		1	21002	
2	18240		2	27489		2	21010	
3	18148		3	27365		3	21352	
4	17855		4	27477		4	21438	
5	17606	18128	5	27808	27380	5	21558	21201
6	17700	17962	6	28132	27535	6	21517	21340
7	17835	17827	7	28195	27696	7	21641	21466
8	17906	17749	8	28266	27903	8	21604	21539
9	18490	17762	9	28056	28100	9	21582	21580
10	18418	17983	10	27546	28162	10	21703	21586
11	18206	18162	11	27028	28016	11	21696	21633
12	17768	18255	12	26299	27724	12	21157	21646
13		18221	13		27232	13		21535

Значително по-често се налага да се извършват прогнози за по-големи времеви интервали. Математико-статистически метод, който може да се приложи е линеен регресионен анализ (Михайлов, 2010). При изследване на трудовата заетост информацията, която се използва от минали периоди за Видин и Силистра е от 2011 до 2013 година (36 месеца), а за Разград включва 2012 и 2013 година (24 месеца). Диаграмите на разсейването (точковите диаграми) се построяват по данни (в случая брой наети лица през посочения времеви интервал-месеци) за всяка от изброените области. По конфигурацията на точките от тези диаграми може да се определи формата на зависимостта. От фигура 1 е видно, че тя е линейна и в трите разглеждани случая. За

моделиране на тренда е използвана програмата Microsoft Excel.



Фиг. 1. Представяне на построените точкови диаграми и линии на тенденциите

Регресионният анализ дава възможност да се определи тенденцията на времевото изменение на броя наети лица в областите Видин, Силистра и Разград. Построяването на модел изисква намирането на параметрите (a , b) на линейното регресионно уравнение $y = a + bx$.

Модулът Regression в Excel освен за изчисляване може да се използва също така и за проверка на адекватност на коефициентите на уравнението на регресия. Динамичните промени в броя на наетите лица в трите области – Видин, Силистра и Разград аналитично се представят съответно с уравненията:

$$y = -31,56x + 19037 \quad (5)$$

$$y = -28,104x + 22343 \quad (6)$$

$$y = 79,078x + 24931 \quad (7)$$

Всеки един от описаните три модела е адекватен, тъй като нивото на значимост на F-критерия (Significance F) е по-малко от грешката $\alpha = 0,05$ (таблица 3). Извършена е оценка на параметрите на представените регресионни уравнения и техните стойности са показани в колона Coefficients на таблица 3. Те са статистически значими, това се вижда от нивата на значимост P-value, които са по-малки от грешката $\alpha = 0,05$.

За разглежданите показатели – брой наети лица през съответните месеци от представените времеви интервали във Видин, Разград и Силистра изчислените коефициенти на корелация са следните: $r_1 = 0,75$; $r_2 = 0,66$ и $r_3 = 0,51$. В първите два случая корелационната връзка между изследваните признаци е висока, а в третия значителна.

Таблица 3 Резултати от изследването

1	ANOVA				
		df	SS	MS	F
	Regression	1	3869489,545	3869489,54	43,827357
	Residual	34	3001838,455	88289,3663	1,36354E-07
	Total	35	6871328		
		Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
	Intercept	19037	101,15	188,21	6,639E-53
	X Variable 1	-31,56	4,77	-6,62	1,364E-07
2	ANOVA				
		df	SS	MS	F
	Regression	1	3068534,116	3068534,12	11,82906
	Residual	34	8819818,19	259406,417	0,001559878
	Total	35	11888352,31		
		Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
	Intercept	22343	173,37	128,87	2,56E-47
	X Variable 1	-28,10	8,17	-3,44	0,0015599
3	ANOVA				
		df	SS	MS	F
	Regression	1	7191297,965	7191297,97	16,638493
	Residual	22	9508586,993	432208,5	0,000497407
	Total	23	16699884,96		
		Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
	Intercept	24931	493,5612755	50,5130828	3,008E-24
	X Variable 1	79,078	19,3864251	4,07903085	0,0004974

Замествайки със съответните стойности в посочените по-горе уравнения (5, 6 и 7), може да се прогнозира броят наети лица през следващите седем месеца (в случая x-времеви интервал) в трите избрани области.

Таблица 4 Прогнози за 7 месечен период относно наети лица

месеци	Видин		Силистра		Разград	
	бр. наети лица	прогноза	бр. наети лица	прогноза	бр. наети лица	прогноза
Декември	36	17768	21157		26299	
Януари	37	17869		21303		27857
Февруари	38	17838		21275		27936
Март	39	17806		21247		28015
Април	40	17775		21219		28094
Май	41	17743		21191		28173
Юни	42	17711		21163		28252
Юли	43	17680		21135		28331

Резултатите от изследването са представени в таблица 4. Първата прогнозна стойност за брой работещите съответно във Видин, Силистра и Разград е малко по-висока спрямо стойността за последния месец на изминалата година. Специално за двете области Видин и Силистра се наблюдава процес на намаляване на трудовата заетост в следващата половина година.

Изводът от извършеното изследване, който може да се направи за област Разград е, че има процес на известно увеличение на работещите лица, но то е твърде малко.

Заклучение

Настоящата работа представя математически модел за прогнозиране на данни, свързани с трудовата заетост. Изследвана е информацията за брой наети лица по области, включени в съответен район (Северозападен, Северен централен, Североизточен, Югоизточен, Югозападен или Южен централен). Изграден софтуер се прилага за намиране, поддръждане и представяне на необходимите данни относно работещи лица за предварително избрани периоди (години, месеци) от целея разглеждан времеви интервал. Използваните математико-статистически методи за прогнозиране в разработката са пълзяща средна и линеен регресионен анализ.

Литература

1. Георгиева В. 2010. Проблеми при счетоводното отчитане на финансиранията по европейските програми, Сб. с доклади от научна конференция „Предизвикателствата пред счетоводството и контрола”, Икономически университет Варна, стр. 299-305
2. Карлбелг, К. 2003. *Бизнес анализ с Microsoft Excel*. Софтпрес
3. Лидански Т. 1988. *Статистически методи в биологията и в селското стопанство*. София. Земиздат
4. Михайлов Д. 2010. *Excel 2010*. София. Нова звезда
5. НСИ - Национален статистически институт, 6.03.2014, <http://www.nsi.bg>

6. Armstrong, S., F. Collopy, A. Graefe and K. C. Green. "Answers to Frequently Asked Questions". Retrieved May 15, 2013, <http://www.forecastingprinciples.com/index.php>
7. Daniel, E. C., U. M. Ngozi, M. N. Njide, O. U. Patrick. 2014. Application of Forecasting Methods for the Estimation of Production Demand. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, Volume 3, Issue 2, p.184-202
8. Flitsch, V., C. Jahn. 2012. Improving truck arrival information at North Range container terminals. Published in *Pioneering supply chain design: a comprehensive insight into emerging trends, technologies and applications*, p. 115-130
9. Hyndman R.J. 2009. *Forecasting overview*, <http://www.robjhyndman.com/papers/forecastingoverview.pdf>, p. 1-5
10. Nahmias, S. 2009. *Production and Operations Analysis*, New York, NY: McGraw-Hill/Irwin
11. Wagner, N., Z. Michalewicz, M. Khouja, , and R.R. McGregor. 2007. Time series forecasting for dynamic environments: the Dyfor genetic program model. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 11(4), p. 433-452

Деляна Димова

Аграрен Университет - Пловдив

Катедра "Математика, информатика и физика", гр. Пловдив, бул. Менделеев 12

e-mail: delyanadimova@abv.bg



ПОДХОД ЗА ОРГАНИЗИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДАННИ СВЪРЗАНИ С ОСНОВНИ НЕХРАНИТЕЛНИ ПРОДУКТИ

Деляна Димова

ONE APPROACH IN ORGANIZING AND STUDYING DATA ON MAIN NON-FOOD PRODUCTS

Delyana Dimova

ABSTRACT: The paper presents an approach for organizing and studying data on main non-food products. The National Statistical Institute provides information about them in Excel files. Data on average prices and purchased quantities of main non-food products average per 100 households are presented in these files. This information is entered and stored in the created relational database. Depending on the selected conditions, indicators and time interval the necessary data on non-food products are searched from the database. The examined period covers generally 12 years from 2001 to 2012. Several types of products (electricity appliances; lighting, heating, water; equipment for recreation and education; fuels for vehicles) are studied in this paper. The results of the data processing for non-food products are displayed in tabular or graphical form.

Keywords: Relational database, approach, data organization, non-food products

Въведение

Събирането на данни се превърна в повсеместна функция за организациите не само при водене на документация, но и за подпомагане на различни задачи, свързани с анализ на данни, които са от решаващо значение. Въпреки това един широко разпространен и сериозен проблем за почти всяка организация е качеството на данните. Наличието на неправилни или противоречиви данни може значително да изкриви резултатите от анализа (Hellerstein, 2008). Извлечена от хартиен или електронен носител информация (Sarawagi, 2007) трябва да е коректна, актуална и представена в подходяща форма (Георгиева, 2010), за да може впоследствие да се извърши нейната обработка. Новите информационни технологии, специализираните бази данни и интернет дават възможности да се намери необходимата информация, която да се анализира (Šilerová; Kučířková, 2009). Релационната база данни е организирана съвкупност от свързани данни. Те се обработват, за да се получи информация, която се използва при вземане на определени решения в съответните организации (Ram, 2008). Релационните бази данни се използват доста често (Walls, 2007; Роман, 2003) за съхраняване на различни икономически данни, какъвто е случая и в настоящата

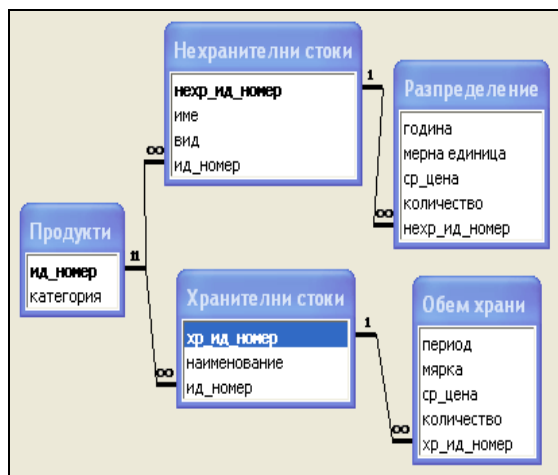
работа. Информацията за средни цени и купени количества основни стоки, която се извлича от сайта на Национален статистически институт е публикувана в xls файлове (www.nsi.bg). Уместно е тя да бъде представена в релационна база данни, за да могат да се проследят съществуващите връзки между изследваните обекти. В резултат на това в базата данни се съхраняват следните пет таблици:

- Продукти (ид_номер, категория);
- Хранителни стоки (хр_ид_номер, наименование, ид_номер);
- Обем храни (период, мярка, ср_цена, количество, хр_ид_номер);
- Нехранителни стоки (нехр_ид_номер, име, вид, ид_номер);
- Разпределение (година, мерна единица, ср_цена, количество, нехр_ид_номер).

Целта на настоящата работа е да представи подход за организиране и изследване на данни, свързани с основни нехранителни продукти. Изградената релационна база данни се използва като източник, от който се търси необходимата информация в зависимост от въведени условия, признаци и времеви интервали. Получените резултати от обработката на данните за нехранителни продукти се визуализират в таблична или графична форма.

Описание на подхода

Таблица “Продукти” съдържа двата основни типа - хранителни и нехранителни. Всяка от следващите две таблици (Хранителни и Нехранителни стоки) съхранява съответно наименованията на стоките от посочен тип



Фиг. 1. Структура на базата данни

В таблици “Обем храни” и “Разпределение” са представени разглежданите времеви интервали (години), количества, мярка (бр., кг., л., куб.м, и т.н), средни цени съответно за

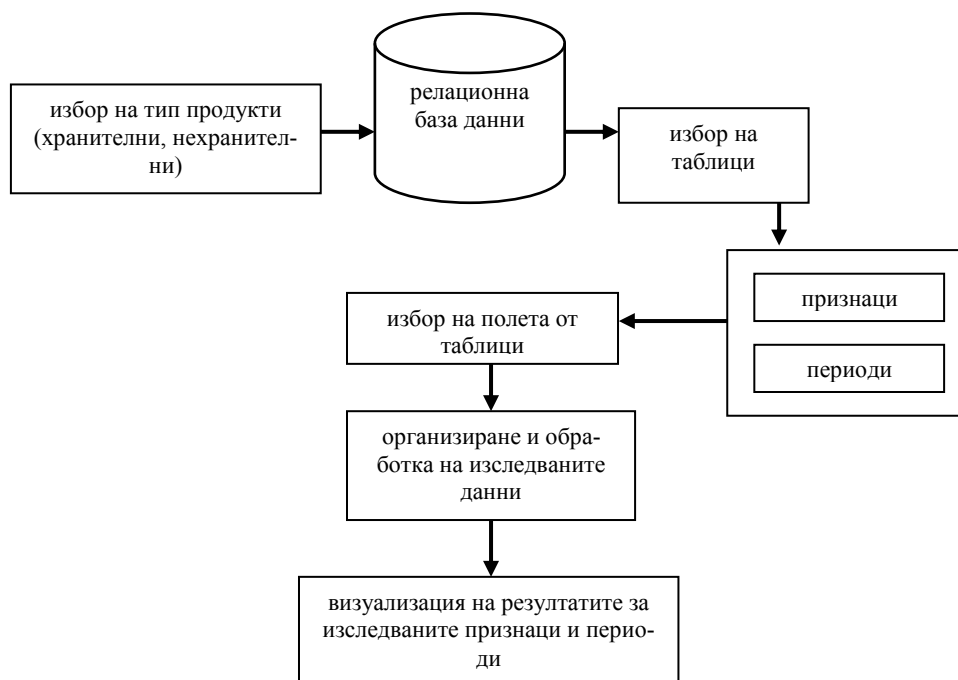
всяка от стоките от изброените два типа (фиг.1). Това разделяне се налага, тъй като при хранителните продукти цени и купени количества са дадени средно на домакинство, докато при нехранителните продукти те са посочени средно за 100 домакинства. Включената в базата данни информация е за периода от 2001 до 2012 година. Общият брой на въведените хранителни стоки е 81, а на нехранителните съответно 32.

Фигура 2 представя блок схемата на подхода. Както е показано на нея, най-напред е необходимо да се посочи наименованието на изследваната група. В случая това са нехранителните продукти. Информацията за тях се съдържа в следните три свързани таблици от базата данни:

- “Продукти”;
- “Нехранителни стоки”;
- “Разпределение”.

Следователно това са обектите, които ще бъдат избрани и използвани при търсене на необходимите данни. Възможна е ситуация, в която хранителните продукти да са първоначално въведения тип. Тогава информацията относно тях ще бъде намерена от таблиците:

- “Продукти”;
- “Хранителни стоки”;
- “Обем храни”.



Фиг. 2. Блок схема на представения подход

За да продължи търсенето на данните за нехранителни продукти, които се изследват в настоящата разработка трябва да се определи:

- времеви интервал (броя години);
- изследваните признаци (в случая средни цени, количества, мерна единица, вид). От това зависи кои от полетата във всяка от таблиците ще бъдат избрани. Практически от тях се намира информацията, свързана с основните нехранителни продукти. Възможно е да бъдат включени всички 32 въведени продукта или част от тях. Извлечените данни се изследват и анализират. Получените резултати за изучаваните признаци се визуализират в таблична форма. Изведената информация може да бъде представени и графично в случай, че това се изисква от потребителите. За намиране и изследване на данните, свързани с нехранителните продукти се използва разработена софтуерна система. Избрана част от извлечените данни също така могат да бъдат анализирани чрез използване на програмни продукти като Excel (Михайлов, 2010) и SPSS (George, Mallery, 2005).

Резултати и обсъждане

Изменението на един от признаците, в случая купени количества средно на 100 домакинства се изследва през целия разглеждан дванадесетгодишен период при следните видове нехранителни стоки:

- домакински електроуреди;
- осветление, отопление и енергия;
- предмети за свободното време;
- горива за мпс.

Информация за всяка стока, включена в един от изброените четири вида се извлича от споменатите по-горе таблици "Нехранителни стоки" и "Разпределение". Получените данни се сравняват и анализират. Изчислява се разликата (d_i), където:

$$d_i = x_{i+1} - x_i \quad (1)$$

x_{i+1} и x_i – брой купени количества средно на 100 домакинства съответно за дадена и предходна година; $i \in \mathbb{N}$ и $1 \leq i \leq 11$.

Ако разликите (d_i) са положителни числа ще има нарастване. Ако тези разлики са отрицателни ще има намаляване на купените количества в съответната една или повече години. В случая за изследваните данни изградената софтуерна система визуализира следните резултати (таблица 1):

- при две стоки от домакинските електроуреди, а именно хладилници и бойлери, закупените количества средно на 100 домакинства непрекъснато нарастват в първата половина на разглеждания период (разликата $d_i > 0$, $1 \leq i \leq 6$);

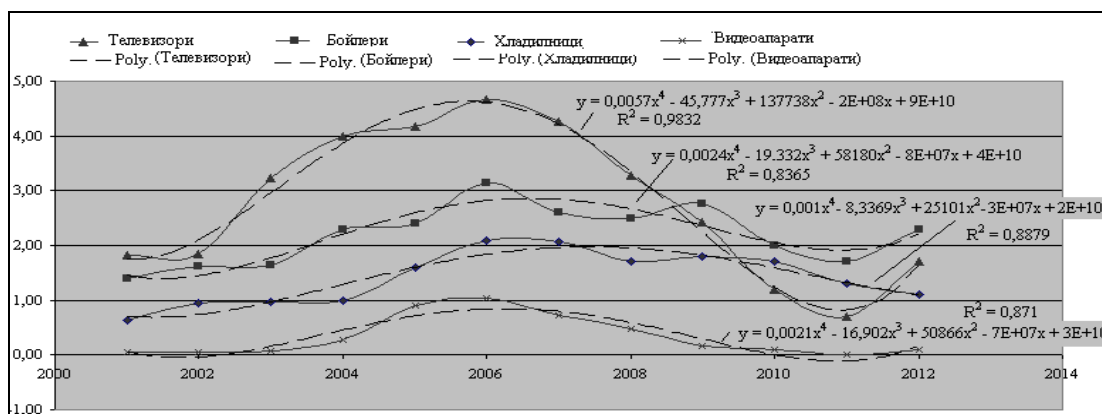
- за следващите нехранителни стоки - телевизори и видеоапарати, които са включени към предмети за свободното време, купените количества от 2001 до 2006 година също непрекъснато се увеличават. В края на посочения времеви интервал те вече са около 2,5 пъти повече. Разликите d_i ($7 \leq i \leq 11$) в интервала от 2007 до 2011 година са отрицателни числа. Наблюдава се обратния процес, едно непрекъснато намаляване на изследвания признак.

- основно през втората половина на периода купените количества от изброените домакински електроуреди средно на 100 домакинства намаляват. Изключение има през 2009 за първия вид стока (хладилници) и съответно през 2009 и 2012 година за втория вид стока (бойлери), където разликите са положителни числа, тоест има нарастване.

Таблица. 1 Резултати за купени нехранителни стоки

година	Домакински електроуреди				Предмети за своб. време			
	Хладилници		Бойлери		Телевизори		Видеоапарати	
	бр	разлика	бр	разлика	бр	разлика	бр	разлика
2001	0,63		1,40		1,82		0,05	
2002	0,94	0,31	1,61	0,21	1,85	0,03	0,06	0,01
2003	0,97	0,02	1,63	0,02	3,23	1,38	0,07	0,01
2004	1,00	0,03	2,30	0,67	4,00	0,77	0,27	0,20
2005	1,60	0,60	2,40	0,10	4,17	0,17	0,90	0,63
2006	2,10	0,50	3,13	0,73	4,67	0,50	1,03	0,13
2007	2,07	-0,03	2,60	-0,53	4,27	-0,40	0,73	-0,30
2008	1,70	-0,37	2,50	-0,10	3,27	-1,00	0,47	-0,27
2009	1,80	0,10	2,77	0,27	2,43	-0,84	0,17	-0,30
2010	1,7	-0,1	2,0	-0,8	1,2	-1,2	0,1	-0,07
2011	1,3	-0,4	1,7	-0,3	0,7	-0,5	-	-
2012	1,1	-0,2	2,3	0,6	1,7	1,0	0,1	

На фигура 3 са показани тенденциите на изменението на потреблението на изброените нехранителни продукти. За моделиране на тренда се използва програмния продукт MS Excel. Представени са също и съответните регресионни уравнения. Параметрите им са статистически значими при $\alpha=0,05$. В случая описаните модели (полиноми от четвърта степен) са адекватни.



Фиг. 3. Представяне на съответните трендови линии

Визуализирани са също и стойностите на коефициентите на детерминация (R^2), които са доста високи. В случая те са по-големи от 0,83. Фиг. 1 показва, че при една от стоките, включена към предмети за свободното време, в случая телевизори тенденцията за нарастване на закупените количества средно на 100 домакинства е по-силно изразена от тази при домакинските електроуреди (телевизори и бойлери) за първите шест години. В следващите четири години се наблюдава намаляваща тенденция на закупените телевизори, докато при останалите стоки тя е по-слабо изразена. Края на периода (2012) се характеризира с нарастващо потребление при три от изследваните стоки (бойлери, телевизори, видеоапарати).

Отделно за всяка от нехранителните стоки, които са включени към осветление, отопление и енергия се намира най-малка и най-голяма стойност на купено количество средно на 100 домакинства за разглеждания времеви интервал. Изчислява се също така тяхната разлика

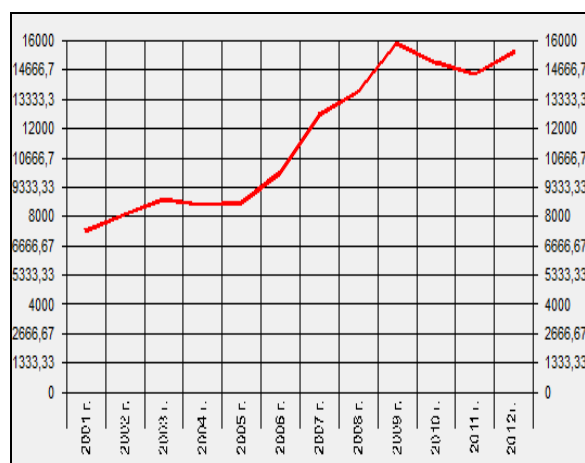
Таблица. 2 Представяне на данни за осветление, отопление и енергия

	Мин. година	Макс. година	разлика
Дърва /куб.м/	111,49 2001	272,1 2011	160,62
Въглища /кг/	16608,33 2001	23800 2012	7191,67
Течни горива /л/	32,21 2008	136,58 2003	104,37
Електричество /кВтч/	273891,23 2005	382353 2012	108461,77
Газ /л/	774,59 2001	1470,7 2011	696,11

Както е показано на таблица 2 минималните закупени количества дърва, въглища и газ са през първата година (2001) на периода. Наме-

рените максимални стойности на изследвания признак за нехранителните продукти от таблица 2 са основно през 2011 и 2012. Изключение има само при течните горива-максимума е през 2003 година.

Изменението на купените количества горива за мпс средно на 100 домакинства през разглеждания времеви интервал се представя на графиката от фиг. 4. От нея се вижда, че закупените количества нарастват около два пъти в края на периода.



Фиг. 4 Графично представяне на купени количества горива за мпс за 2001-2012 г.

Средните цени на нехранителните продукти в дванадесетгодишния период също нарастват. Единствено при хладилници (включени към домакински електроуреди) и видеоапарати (включени към предмети за свободното време) се установява значително намаление, особено през последната година на изследвания интервал (2012), където са представени най-ниски стойности на средни цени за двата продукта.

Заклучение

В настоящата работа е представен подход за организиране и изследване на данните относно основни нехранителни продукти. Таз информацията е предоставена от Националния статистически институт в xls файлове. Тя е въведена и съхранена в изградена релационна база данни. Разработена софтуерна система се използва при търсене на необходимите данни от базата данни относно нехранителните продукти в зависимост от съответните избрани условия, признаци и времеви интервали. Получените резултати, свързани с купени количества стоки средно на 100 домакинства и средни цени се визуализират в таблична или графична форма. Извършени са също така и статистически анализи на част от изследваните данни, свързани с нехранителните продукти.

Литература

1. Георгиева В. 2010. Проблеми при счетоводното отчитане на финансиранията по европейските програми, Сб. с доклади от научна конференция „Предизвикателствата пред счетоводството и контрола”, Икономически университет Варна, стр. 299-305
2. НСИ - Национален статистически институт, 6.03.2014, <http://www.nsi.bg>
3. Hellerstein J. M. 2008. Quantitative data cleaning for large databases. White Paper. *United Nations Economic Commission for Europe*, <http://db.cs.berkeley.edu/jmh/papers/cleaning-unece.pdf>
4. Sarawagi S. 2007. Information Extraction. *Foundations and Trends in Databases*. Vol. 1, No. 3, p. 261–377
5. Walls M. 2007. *Data Modeling*, Second Revised Edition, Urban and Regional Information Systems Association, United States, www.urisa.org/filespublications/data_modeling/data_modeling.pdf
6. Роман Ст. 2003. *Access бази данни: Проектиране и програмиране*, ЗеСтПрес, София,
7. Šilerová, E.; L. Kučirková. 2009. Influence of Information and Communication Technologies on the Quality of Information and Knowledge. *Agricultural Economics*. roč. 16/4, s. 56-62, ISSN 0139-570X.
8. Ram S. 2008. Teaching Data Normalization: Traditional Classroom Methods versus Online Visual Methods – a Literature Review, Supplementary Proceedings paper appeared at the 21st Annual Conference of the National Advisory Committee on Computing Qualifications (NACCCQ), Auckland, New Zealand, p. 327-330
9. Михайлов, Д., 2010. *Excel 2010*, Нова звезда, София
10. George, D., P. Mallery, 2005. *SPSS for Windows Step by Step*, Allyn & Bacon

Деляна Димова
Аграрен Университет - Пловдив
Катедра “Математика, информатика и физика”, гр. Пловдив, бул. Менделеев 12
e-mail: delyanadimova@abv.bg



ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА СТАРТЕРНА КУЛТУРА ОТ LACTOBACILLUS PLANTARUM ВЪРХУ pH И ЦВЕТОВИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА СУРОВО-СУШЕНИ ПРОДУКТИ ОТ НЕРАЗДРОБЕНО МЕСО

Диана Инджелиева

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF STARTER CULTURE OF LACTOBACILLUS PLANTARUM ON pH AND THE COLOR CHARACTERISTICS OF RAW-DRIED PRODUCTS FROM UNCUT MEAT

Diana Indzhelieva

ABSTRACT: *This study explores the problem about pH and colour characteristics of raw-dried products from uncut meat, which are produced with starter culture of L. plantarum*

Key words: raw-dried meat products, starter culture, L. plantarum

Въведение

През последните години около една трета от националното производство на сурово-сушени месни продукти се получава с помощта на стартерни култури. Потвърдени са на индустриална основа технологичните, качествените, санитарните и икономическите предимства на тези прогресивни технологии. Те стават единствени за повечето водещи предприятия в производството на месни продукти. Употребата на стартерни култури дава следните многобройни преимущества за производителите на сурово-сушени месни продукти:

1. Производственото време може да бъде съкратено като цяло. По този начин се постига значително съкращаване на разходите.

2. Производството е просто и сигурно. Не се налага параметрите на зреене да бъдат променени.

3. Съществуват многобройни интересни възможности за разработването на нови продукти в посока на традиционния вкус, или за напълно нови вкусови тенденции.

Един от важните процеси, който оказва съществено влияние върху качеството на готовия продукт, протичащ по време на зреенето и сушенето на сурово-сушените месни продукти от нераздробено месо е процесът на образуването и стабилизирането на цвета. Във връзка с това, развитието и жизнеността на стартерните култури оказва опреде-

лено влияние върху формирането на стабилен цвят на готовите месни продукти. Приложението на стартерните култури в технологията на сурово-сушените месни продукти е свързано с понижаване на pH-стойностите. Според редица автори, това обстоятелство играе изключително важна роля за специфичното формиране и стабилизиране на цвета на сурово-сушените месни продукти (Leroy, F. et al., 2006; Rantsiou, K. et al. 2005; Valkova-Jorgova K., et al. 2009).

Много изследователи (Данов, К., Д. Градинарска, К. Вълкова-Йоргова, К. Василев, 2010; Vulkova-Jorgova et al., 2007; Chasco, Lizaso and Beriain, 1996; Möller et al. 2003; Wirth, 1987) посочват, че под влияние на стартерните култури процесът на образуване на стабилен цвят се ускорява. Процесите на цветообразуване при сурово-сушените месни продукти са строго характерни за това производство и представляват твърде продължителни комплексни превръщания в хемовите пигменти. Това обяснява значимостта на този процес особено при производството на тази група месни продукти и чрез определяне на количествената и качествена характеристика на цвета и неговата стабилност при съхранение може да се съди в най-голяма степен за влиянието на стартерните култури върху този важен качествен показател.

Материали и методи

Щамът *Lactobacillus plantarum* (L_6) е предоставен за работа от частна лицензирана лаборатория за изследване на храни, Бургас. В това изследване обект на влиянието на *Lactobacillus plantarum* (L_6) са сурово-сушени продукти от нераздробено месо – „Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив”. Говеждото месо за „Габровска кайзер пастърма” и свинското месо за пастърма „Пловдив” бяха добити в регламентирана кланница в село Русокастро, Бургаска област. За производството на двата асортимента от бутите беше отделен м. *Semitendinosus*. Така отделените мускули се оформиха като отделни парчета с гладка повърхност, като се отстраниха излишната тлъстинна тъкан и сухожилия. Опитните и контролните проби осолвахме чрез шприцоване със солев разтвор с концентрация 15^0 Be в количество 4-6% спрямо масата на суровината и последващо сухо осолване, извършвано чрез натриване със солова смес със състав 2,6% сол, 0,03% натриев нитрат, 0,30% захар. Осолването провеждахме при температура $4-6^0$ C за два дни.

Опитните проби от двата асортимента приготвихме с бактериална култура, която прибавяхме в осолващия разтвор за шприцоване във вид на 24-часова бульонна култура в MRS- бульон с титър 8-9 log (cfu /g). Бактериалната култура влагахме в количество 350 ml за 50 kg суровина, осигуряващо обсеменяване с 6-7 log (cfu /g).

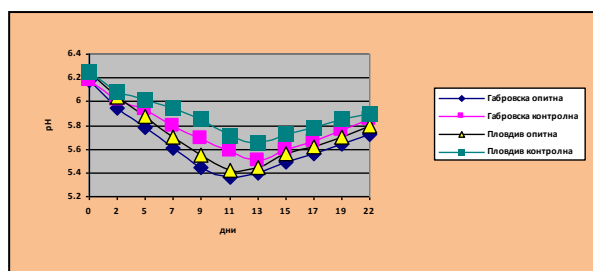
След осолването опитните и контролни проби подсушавахме при температура 13^0 C и относителна влажност на въздуха 75-80% за един до два дни. След отнемане на повърхностната влага, сушенето на пробите провеждахме при температура 12^0 C, относителна влажност 77-80% и скорост на въздуха 0,15 m/s в продължение на 19-20 дни. На 5-я ден от сушенето извършвахме еднократно пресуване на винтова преса за 24-часа. На 18-я ден от сушенето опитните и контролни проби кайзеровахме с кайзероваща смес със състав 50% чимен, 30% червен пипер, 20% счукан чесън, като към сместа добавяхме вино до получаване на гъста хомогенна каша. Така кайзерованите проби подсушавахме при гореупоменатите температурни и влажностни условия за 3-4 дни. Целият производствен цикъл продължаваше 22 дни. По описаната технологична схема бяха произведени пет партиди от контролни и опитни проби от

„Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив”. За установяване влиянието на използваната стартерна култура върху цветовите показатели на изледваните сурово-сушени продукти от нераздробено месо, проведохме изследвания след 2-я, 5-я, 7-я, 9-я, 11-я, 13-я, 15-я, 17-я, 19-я и 22-я ден от зрееенето и сушенето им. pH беше измерена с помощта на автоматичен pH метър (модел Microsyst 2002, Crison).

Определянето на цвета на разрезната повърхност на изследваните месни продукти се извърши с помощта на спектрофотометър Spectrophotometer PYE Unicam PU 8800 UV/VIS, Philips в комбинация с компютър Hewlett Packard 85 B – USA. Показателите, характеризиращи цвета се изчисляват от спектрите по система CIE Lab. Яркостта на цвета се изразява с показателя „L”. Участието на червения и жълтия цвят се характеризират с положителните стойности на показателите съответно „a” и „b”. Отрицателните стойности на „a” и „b” характеризират участието съответно на зеления и синия цвят.

Резултати и обсъждане

Експерименталните резултати за промените на водородно-йонната концентрация на опитни и контролни проби от сурово-сушени продукти „Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив” са представени на фиг. 1.



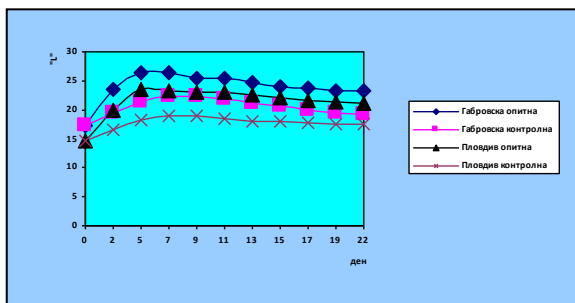
Фиг. 1. Промени в pH-стойностите на опитни и контролни проби от асортиментите – „Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив”

Анализът на получените резултати за промените на pH-стойностите в опитните колбаси показва ясно очертано влияние на използвания щам *Lactobacillus plantarum* (L_6), който причинява значително по-бързо и по-съществено понижение на водородно-йонната

концентрация. При всички контролни проби понижаването на рН е по-бавно и в по-малка степен в сравнение с пробите, произведени със стартерна култура. Считаме, че ясно изразеното понижаване на рН-стойностите още в началото на технологичната обработка вероятно се дължи на активното развитие на лактобацилите от *щам* L_6 през този период. Тяхното основно действие се проявява в продуциране на съединения с кисел характер и по-специално на млечна киселина. Това създава благоприятни условия за образуване на специфичния цвят, намаляване на водозадържащата способност, както и промени в консистенцията на месните продукти.

Експерименталните резултати от проучване влиянието на използваната стартерна култура *Lactobacillus plantarum* *щам* L_6 върху показателите, характеризиращи цвета на изследваните сурово-сушени месни продукти „Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив”, са представени на фиг. 2, 3 и 4.

От данните на фиг. 1 е видно, че стойностите на показателя „L”, характеризиращ яркостта на цвета на разрезната повърхност на опитни и контролни проби от двата асортимента съществено нарастват до 5-9-я ден от технологичния процес, след което се наблюдава слабо понижаване.



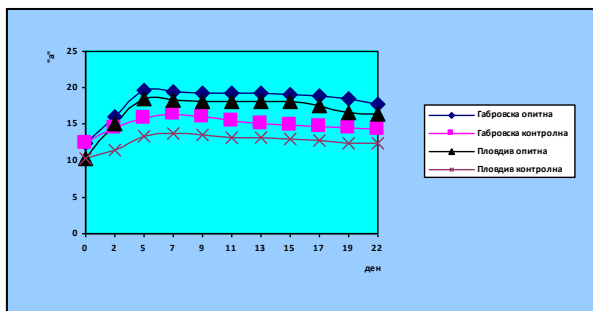
Фиг. 2. Промяна в яркостта на цвета на разрезната повърхност „L” на опитни и контролни проби от „Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив”

Прави впечатление, че при всички опитни проби максималните стойности за яркостта на цвета изпреварват тези при контролните образци. При опитните проби е установено, че максималните стойности за показателя „L” се достигат още между 2-5-я ден (фиг. 2). Докато при контролните проби максималните стойности се достигат на 9-11-я ден. При това максималните стойности за този показател при опитните проби от асортименти „Габровска

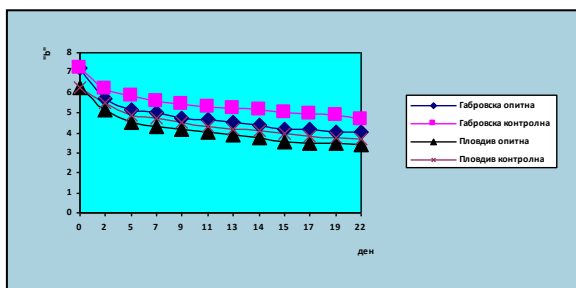
кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив” с 16 % и 18% по-високи от тези при контролните проби, като наблюдаваното различие се запазва до края на технологичния процес. Експерименталните резултати, получени за влиянието на бактериалния *щам* L_6 върху показателя „a”, отразяващи участието на червената компонента в цвета на разрезната повърхност на изследваните сурово-сушени продукти, са представени на фиг. 3. Те показват тенденция към значително повишаване на стойностите на този показател при всички изследвани проби. Необходимо е да се отбележи, че стойностите на показателя „a” остават по-високи при опитните проби от двата асортимента в хода на целия технологичен процес в сравнение с контролните.

Установеното нарастване на стойностите „a” при опитните продукти може да се обясни с факта, че промените в хемовите пигменти протичат изключително под преобладаващото активно въздействие на използваната стартерна култура. Причина за това е твърде интензивното развитие на *щам* L_6 още в началото на осоляването и зреенето от технологичния процес. По всяка вероятност, внесената стартерна култура оказва положителен ефект върху цветообразуването в опитните проби, като съществено подобрява процеса на подкисляване и вероятно стимулира химичните трансформации на миоглобина и особено образуването на нитрозомиоглобин, който придава специфичния червен цвят на готовите продукти.

Установено е, че при опитните проби с внесена стартерна култура (*щам* L_6) наблюдаваната тенденция е по-силно изразена още при осоляването и в началото на зреенето, като максимумите се достигат в по-начален период на изследване на 5-я ден от производството (фиг. 3). Докато при контролните проби максимумът се получава към 7-я ден. При опитните проби от изследваните асортименти максималните стойности на показателя „a” на 5-я ден са съответно $19,65 \pm 0,03$ за „Габровска кайзер пастърма” и $18,46 \pm 0,02$ за пастърма „Пловдив” и са значимо по-високи от тези при контролните проби (съответно – $16,43 \pm 0,03$ и $13,78 \pm 0,06$).



Фиг. 3. Промяна в показателя "а" на разрезната повърхност на опитни и контролни проби от „Габровска кайзер пастърма“ и пастърма „Пловдив“



Фиг. 4. Промяна в показателя "б" на разрезната повърхност на опитни и контролни проби от „Габровска кайзер пастърма“ и пастърма „Пловдив“

При резултатите, отразяващи промените в жълтия цвят "б" на разрезната повърхност на изследваните проби се наблюдава тенденция за понижаване на стойностите му в хода на технологичния процес, както за опитните, така и за контролните проби на двата асортимента (фиг. 4). Значително по-ниски стойности за този показател обаче, са установени при опитните проби от изследваните месни продукти.

Заклучение

Въз основа на получените експериментални резултати може да се обобщи, че използваната стартерна култура води до съществено ускоряване и подобряване на процеса на цветообразуване в изследваните сурово-сушени месни продукти през целия технологичен процес. По-интензивните изменения в показателите, отразяващи цветовата характеристика на опитните колбаси по време на осоляване и в началото на сушенето са

свързани с интензивното развитие на използвания *щам* L_6 през този период. Действието му за образуване на по-устойчив и стабилен цвят на разрезната повърхност на месните продукти се дължи на по-бързото понижаване на рН още в началото на производствения процес до стойности 5,4 – 5,6. В технологичен аспект това създава реална възможност за повишена скорост на протичане на реакциите на денитрификация, свързани с образуването на нитрозомиоглобина. Подобни резултати са били наблюдавани от Chasco, Lizaso and Beriain (1996); Danov K., K. Valkova-Jorgova, D. Gradinarska, D. Yordanov, K. Vasilev (2009); Dellaglio, Casiraghi and Pompei (1996); Soyer, Ertas and Üzümcüoğlu (2005).

Считаме, че използваната стартерна култура ускорява процеса на цветообразуване с около 5 дни, като наблюдаваната цветова характеристика на опитните проби е значително по-добра. Трябва да отбележим, че приложението на *Lactobacillus plantarum* *щам* L_6 при производството на сурово-сушени месни продукти от нераздробено месо съществено допринася за повишаване на устойчивостта на цвета на разрезната повърхност на готовите продукти при съхранение.

Литература

1. Данов, К., Д. Градинарска, К. Вълкова-Йоргова, К. Василев. Изследване на влияние-то на стартерни култури върху цветовите характеристики на български традиционни сурово-сушени месни продукти. Осма национална научно-техническа конференция с международно участие „Екология и здраве“, 19 май 2010. Сборник доклади, 345-350.
2. Chasco, J.; Lizaso, G.; Beriain, M. J. (1992). Cured colour development during sausage processing. *Meat Science*, 44, 3, 203-211.
3. Danov K., K. Valkova-Jorgova, D. Gradinarska, D. Yordanov, K. Vasilev – Influence of a Microbial Enzyme Preparation upon the Colour Characteristics and Organoleptic Properties Of Meat Cans., 55th International Congress of Meat Science and Technology, Copenhagen, Denmark, 2009, PE 4 (03).112.
4. Dellaglio, S., Casiraghi, E.; Pompei, C. (1996). Chemical, Physical and Sensory Attributes for the Characterization of an Italian Dry-cured Sausage. *Meat Science*, 42, 1, 25-35.
5. Leroy, F., Verluyten, J., Vuyst, L. (2006). Functional meat starter cultures for improved

sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 106, 270 – 285.

6. Möller, J. K. S., Jensen, JS, Skibsted Levnedsmiddelkemi, L & Knöchel, S. (2003). Microbial formation of nitrite-cured pigment, nitrosylmyoglobin, from metmyoglobin in model systems and smoked fermented sausages by *Lactobacillus fermentum* strains and commercial starter culture. *European Food Research Technology*, 216, 463-469.

7. Rantsiou, K., & Cocolin, L. (2006). New developments in the study of the microbiota of naturally fermented sausages as determined by molecular methods: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 108, 55–267.

8. Soyer, A.; Ertas, A. H.; Üzümcüoglu, Ü. (2005). Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks). *Meat Science*, 69, 135-141.

9. Valkova-Jorgova K., K. Danov, D. Gradinarska, D. Yordanov, K. Vasilev, E. Karaivanova - Research on the Impact of Bulgarian Starter Cultures on the Colour

Characteristics of Quick-Ripened Raw-Cured Sausages, 55th International Congress of Meat Science and Technology, Copenhagen, Denmark, 2009, PE 4 (03).110.

10. Vulkova-Jorgova K., K. Danov, S. Dragoev, K. Vasilev – Study of combined starter culture for accelerated maturing of dry fermented sausages, 53rd International Congress of Meat Science and Technology, Beijing, China, 2007, 489 – 490.

10. Wirth, F. (1987). Curing: colour formation and colour retention in frankfurter – type sausage. *Fleischwirtschaft International*, 2, 3-9.

Diana Indzhelieva, Dr.
„Prof. Dr. Assen Zlatarov” University
College of Tourism
Burgas, Park „Ezero”

e-mail: dindjelieva@abv.bg



РАЗРАБОТВАНЕ НА ХЕТЕРОГЕННИ КАТАЛИЗАТОРНИ СИСТЕМИ ЗА ПРЕЕСТЕРИФИКАЦИЯ НА МАСЛЕНА ФРАКЦИЯ В БИОДИЗЕЛОВО ГОРИВО

Добромир Йорданов, Златоцвет Цонев, Тодор Паличев, Зиля Мустафа, Галина Йорданова

DEVELOPMENT OF HETEROGENEOUS CATALYST SYSTEMS FOR TRANSESTERIFICATION OF OIL FRACTION IN BIODIESEL

Dobromir Yordanov, Zlatotsvet Tsonev, Todor Palichev, Zilya Mustafa, Galina Yordanova

ABSTRACT: *The aim of this study is to obtain heterogeneous catalytic systems for the process of transesterification of the oil fraction in biodiesel, based on mixing and impregnation of different metal oxides and hydroxides and agricultural waste. The good thermal stability of systems was proved by the zero mass loss at temperatures up to 100 °C. The experimental data show that at the end of the reaction, the degree of transesterification of the oil fraction of coffee grounds by using both heterogeneous catalyst systems reaches 68% and 72%.*

Keywords: heterogeneous catalyst systems, biodiesel transesterification, coffee oil fraction

Въведение

В Европа все повече се говори за необходимостта от използването на алтернативни екологично чисти източници на енергия. За автомобилите един от тези източници е биодизеловото гориво. Както обикновеното гориво, така и биодизелът е предназначен за автомобили с дизелови двигатели. За да се премине към използването на биодизел не е нужно да се модернизират системите на автомобилa, достатъчно е само да се подменят гугмените съединения със силиконови такива.

Основната разлика между биодизела и обикновения дизел е екологичната чистота на първия. Изгорелите газове на автомобилите използващи този вид гориво, по някои показатели, са доста по-чисти от тези на обикновения дизел. Освен това биодизелът напълно се разгражда на неагресивни за околната среда компоненти. Това се дължи на производството му от растителни масла, а не от петролни продукти.

Търсенето на биодизел нараства навсякъде по света. Повишаването на цената на петрола, съчетано с поскъпването на долара, доведе до рекордно високи цени на течните горива у нас.

При изключително благоприятните условия в България за отглеждане на рапица, слънчоглед и други маслодайни култури, вече е икономически изгодно да се ползват горива, произведени от растителни и/или животински

мазнини. Те могат да бъдат смесвани и с петролни продукти. Биогоривата са подходящи за дизелови двигатели и са екологично чисти, поради което не се облагат с акциз, както петрогоривата. А това представлява силен икономически стимул за производството и използването им. Масовото използване на биодизел за транспортните средства у нас, по всяка вероятност ще се развива подобно на навлизането на други алтернативни автомобилни горива. Както в Западна Европа и Северна Америка, така и у нас се очаква помасово да се използват горивни смеси (блендове от биодизел и петролни деривати и/или биомазнини и петрогорива).

Всички тези фактори са предпоставка за по-широкото разпространение на производствени мощности за производство на биогорива.

В последните години се провеждат изследвания за получаване на биогорива от отпадни суровинни източници. Получените биогорива не съдържат сяра, не са токсични и напълно се разлагат биологично [1-16]. Производителите на кафе в целия свят произвеждат повече от 8 млн. тона всяка година. Това, което остава след производството на еспreso и капучино, обикновено се изхвърля или в редки случаи се използва за подхранване на почвата. Учените правят приблизителна оценка, че годишно могат да бъдат произведени около 1,28 млрд. литра гориво от утайка на кафе. Това може да стане като се събират утай-

ките от кафе и се приложат ефективни методи за извличане на маслата от тях, след което от тях да се добие биодизел.

Горивото, произвеждано от кафе има сериозно предимство пред традиционния биодизел заради съдържанието на хетероорганични съединения, които действат като антиоксиданти. Частиците, останали от превръщането, могат да се използват като компост или да се превърнат в етанол.

Увеличаването на потреблението на биодизел изисква както разширяване на суровинната база, така и оптимизиране на производствените процеси, което позволява висок производствен капацитет, опростени операции, високи добиви. При използване на хомогенни катализатори се получават сапуни и се изискват големи разходи за отстраняване на катализаторната система от получавания естер. Чрез преестерификация на суровината в присъствие на хетерогенни катализатори [17-25] се намаляват разходите за очистване на естерите, поради факта, че катализаторът бързо се регенерира от реакционната смес чрез филтрация, което води до по-евтини и по-екологични крайни продукти. Актуалността на разработката се определя от идеята за използване на евтини, недефицитни, местни суровини и материали.

Материали и методи

1. Материали

За получаването на хетерогенните катализаторни системи бяха използвани следните материали, а именно: NaOH (натриева осно-

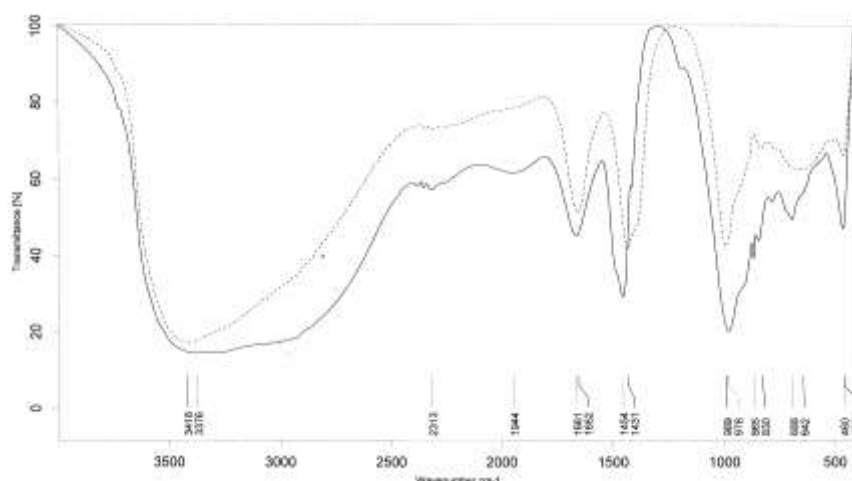
ва), KOH (калиева основа), Al_2O_3 (алуминиев триоксид), BaO (бариев оксид), MgO (магnezиев оксид), V_2O_5 (ванадиев пентаоксид), $Zn(OH)_2$ (цинков хидроксид), PbO (оловен оксид), SiO_2 (силициев диоксид), отпаден продукт от селското стопанство (карбонизиран при $580^\circ C$ отпадък със съдържание на силициев диоксид около 90%).

2. Методи за получаване хетерогенните катализатори

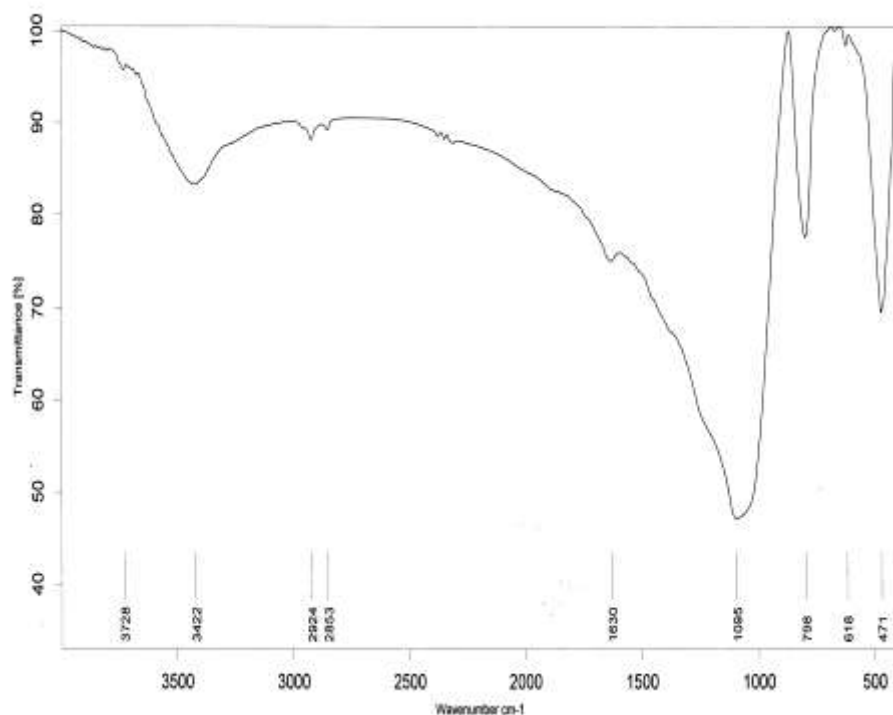
Гореописаните метални съединения (оксиди и хидроксиди) се смесват в три съотношения (1:4; 1:1 и 4:1) с отпадния продукт от селското стопанство (карбонизиран при $580^\circ C$ отпадък със съдържание на силициев диоксид около 90%). След това получените по този начин смеси се нагряват в муфелна пещ при $350-400^\circ C$ в продължение на 1 (един) час с цел дехидратация на комбинацията. В края температурата се повишава до $650-850^\circ C$ в продължение на 1 (един) час за активиране на комбинираната система. Полученият по този начин продукт се охлажда, промива се с вода и се суши при $120^\circ C$ за получаване на пореста структура.

Резултати и обсъждания

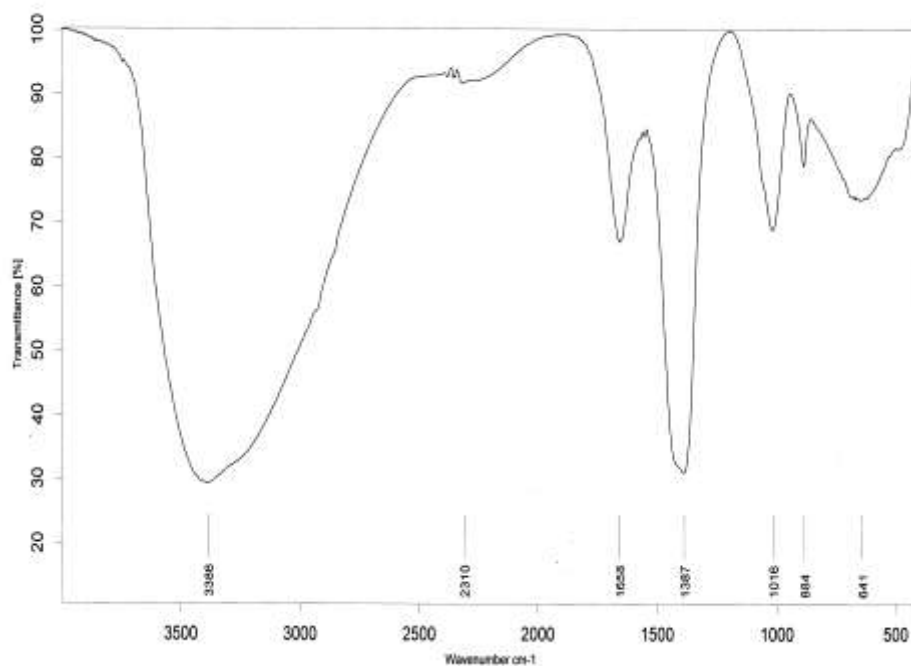
Получените по гореописаната методика продукти бяха охарактеризирани с помощта на методите на ИЧ-спектроскопия и термогравиметрията. Резултатите за някои от продуктите са представени на фиг. 1-10.



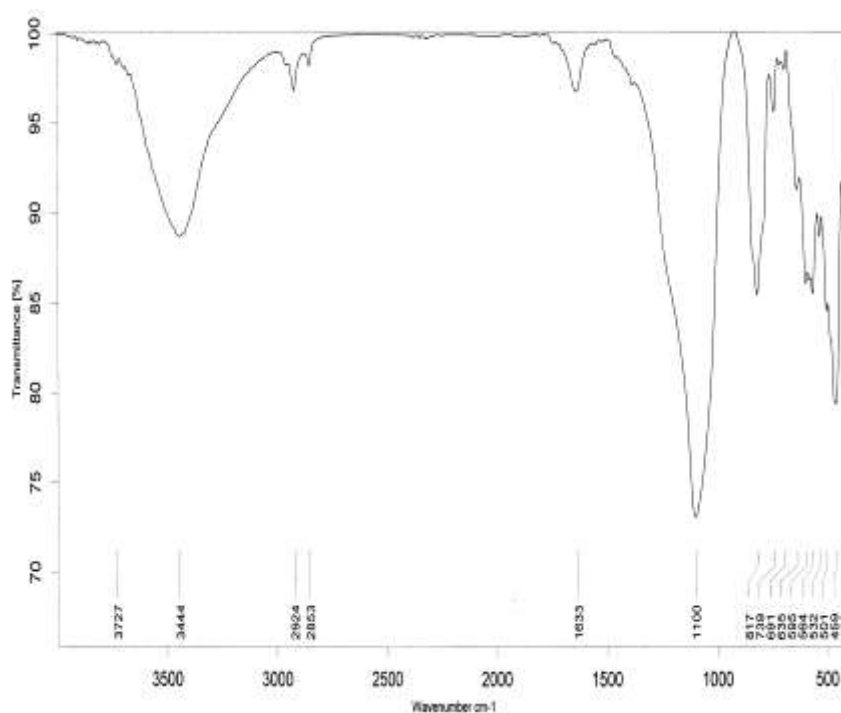
Фиг. 1. ИЧ-спектр на продукт, получен при смесване на NaOH и селскостопански отпадък (карбонизиран при $580^\circ C$ отпадък със съдържание на силициев диоксид около 90%) в съотношение 4:1.



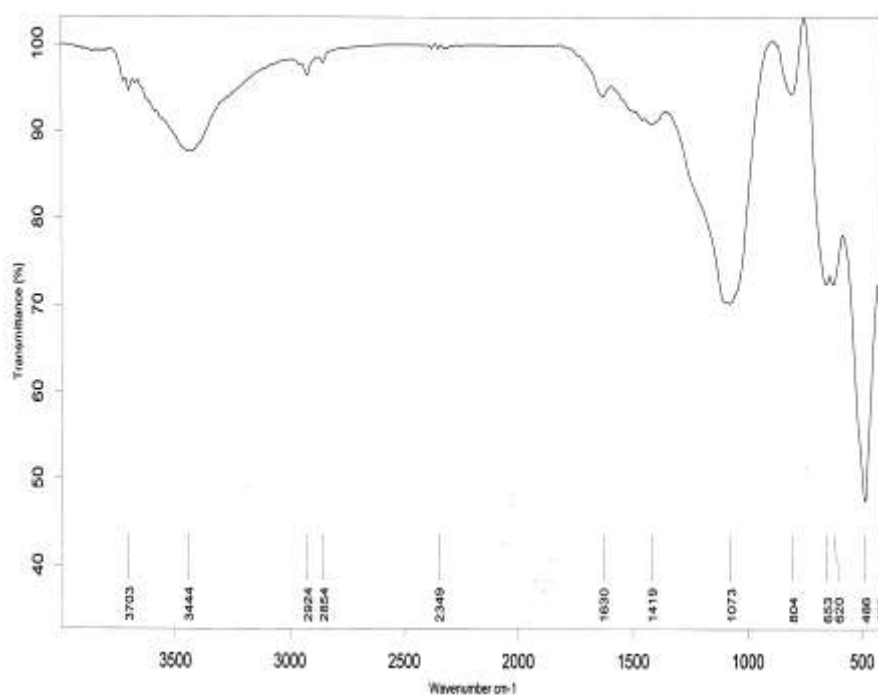
Фиг. 2. ИЧ-спектр на продукт, получен при смесване на КОН и селскостопански отпадък (карбонизиран при 580°C отпадък със съдържание на силициев диоксид около 90%) в съотношение 1:4.



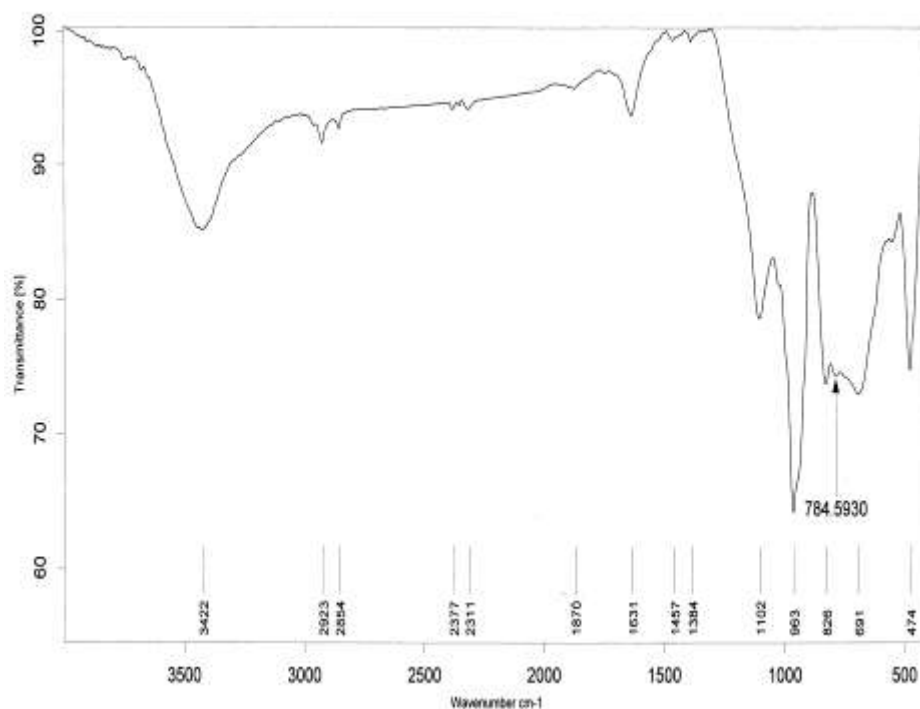
Фиг. 3. ИЧ-спектр на продукт, получен при смесване на КОН и селскостопански отпадък (карбонизиран при 580°C отпадък със съдържание на силициев диоксид около 90%) в съотношение 4:1.



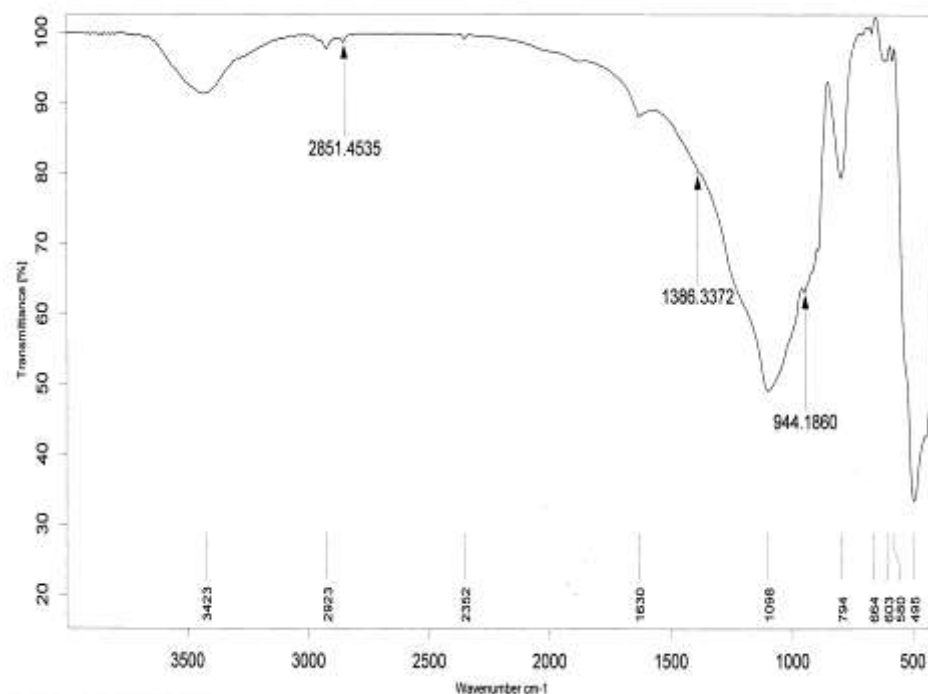
Фиг. 4. ИЧ-спектр на продукт, получен при смесване на Al_2O_3 и селскостопански отпадък (карбонизиран при 580°C отпадък със съдържание на силициев диоксид около 90%) в съотношение 4:1.



Фиг. 5. ИЧ-спектр на продукт, получен при смесване на BaO и селскостопански отпадък (карбонизиран при 580°C отпадък със съдържание на силициев диоксид около 90%) в съотношение 4:1.

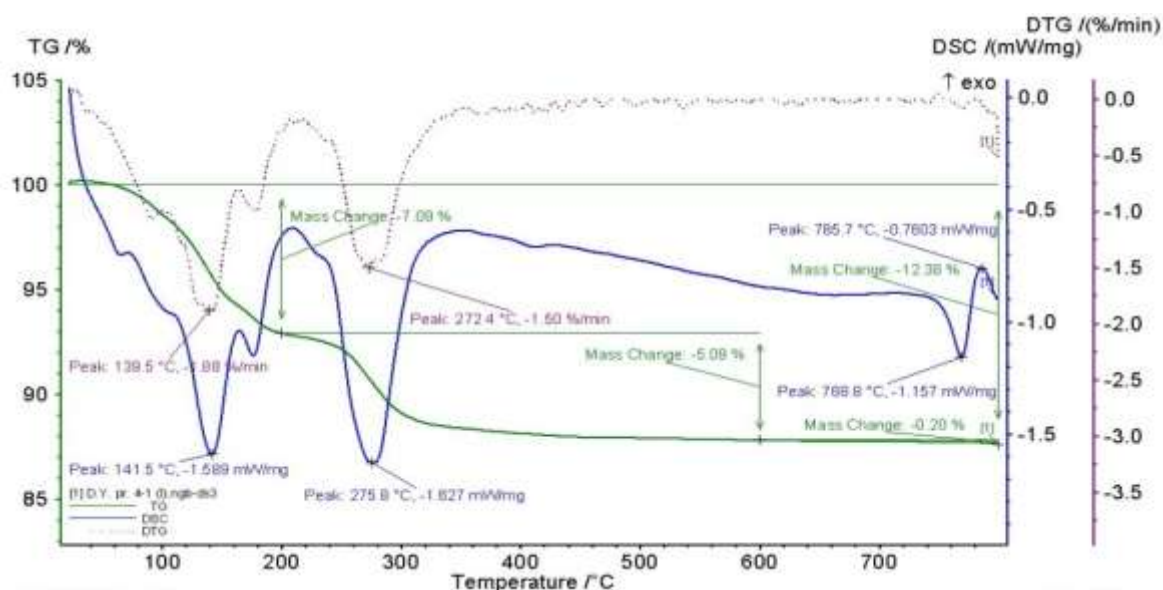


Фиг. 6. ИЧ-спектр на продукт, получен при смесване на V_2O_5 и селскостопански отпадък (карбонизиран при $580^\circ C$ отпадък със съдържание на силициев диоксид около 90%) в съотношение 4:1.

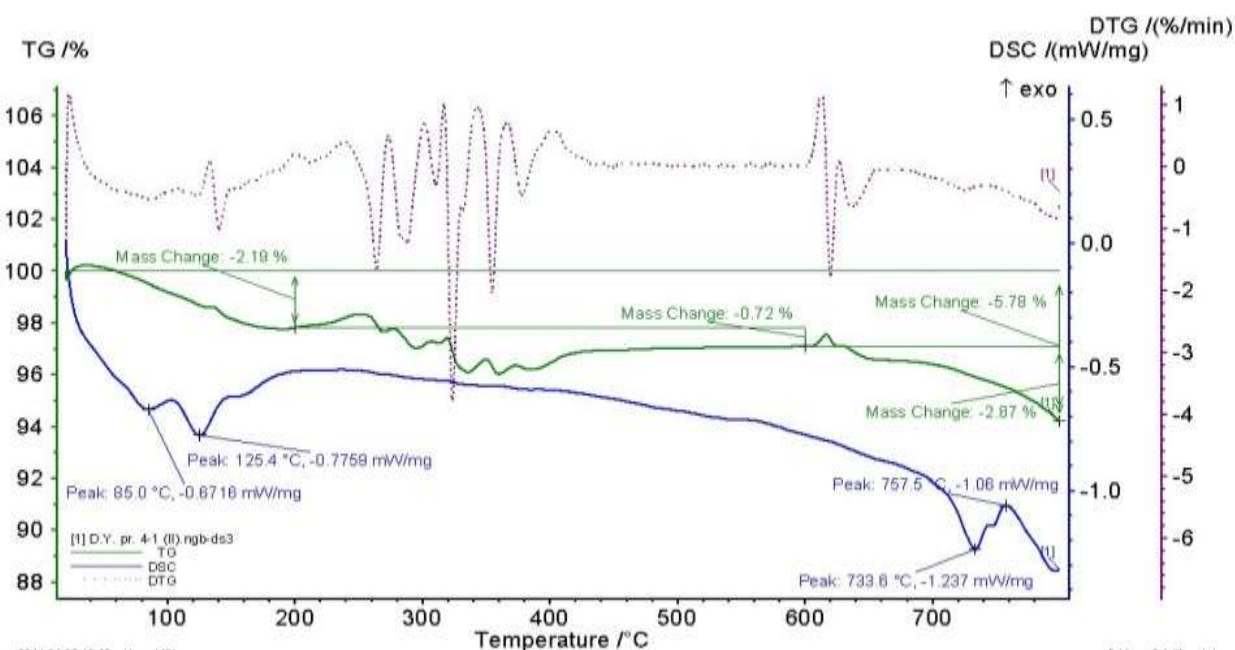


Фиг. 7. ИЧ-спектр на продукт, получен при смесване на $Zn(OH)_2$ и селскостопански отпадък (карбонизиран при $580^\circ C$ отпадък със съдържание на силициев диоксид около 90%) в съотношение 1:1.

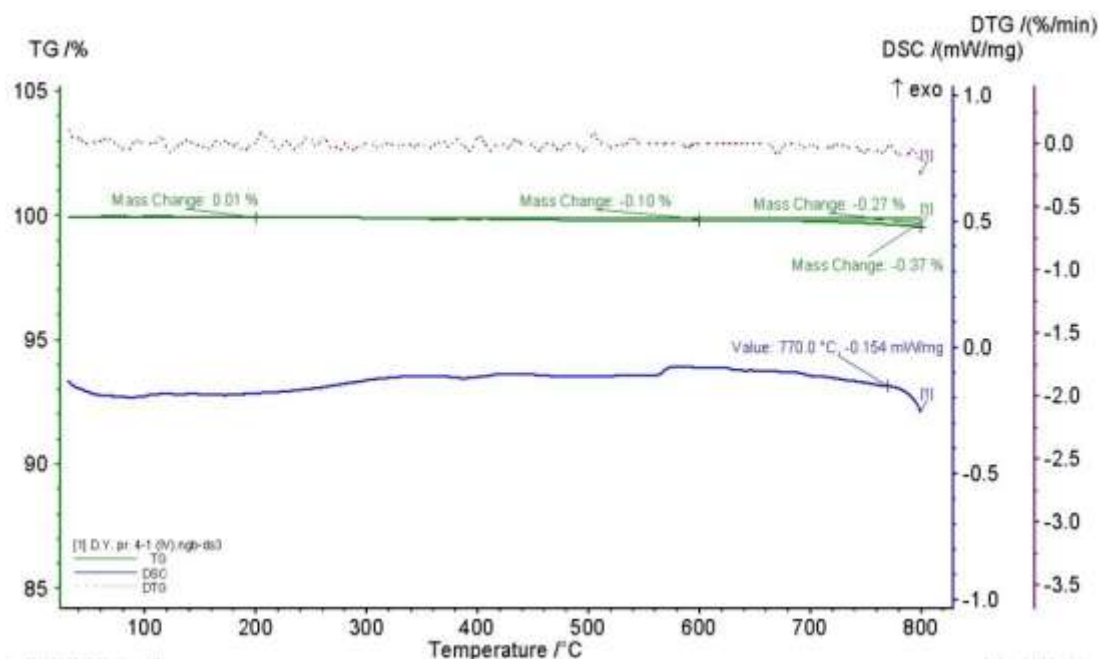
Данните от представените на фиг. 1-7 ИЧ-спектри на получените по гореописаната методика продукти показват, че появилите се абсорбционни ивици при $817\text{--}830\text{ cm}^{-1}$, $688\text{--}691\text{ cm}^{-1}$, както и силно изразената ивица при $1652\text{--}1630\text{ cm}^{-1}$, могат да служат като доказателство за образуването на нови химични връзки в продуктите след тяхното активиране при различните отношения на смесване между отделните съставки.



Фиг. 8. Термогравиметрични анализи на продукт, получен при смесване на NaOH и селскостопански отпадък (карбонизиран при 580°C отпадък със съдържание на силициев диоксид около 90%) в съотношение 4:1.



Фиг. 9. Термогравиметрични анализи на продукт, получен при смесване на KOH и селскостопански отпадък (карбонизиран при 580°C отпадък със съдържание на силициев диоксид около 90%) в съотношение 4:1.



Фиг. 10. Термогравиметрични анализи на продукт, получен при смесване на ВаО и селскостопански отпадък (карбонизиран при 580°C отпадък със съдържание на силициев диоксид около 90%) в съотношение 4:1.

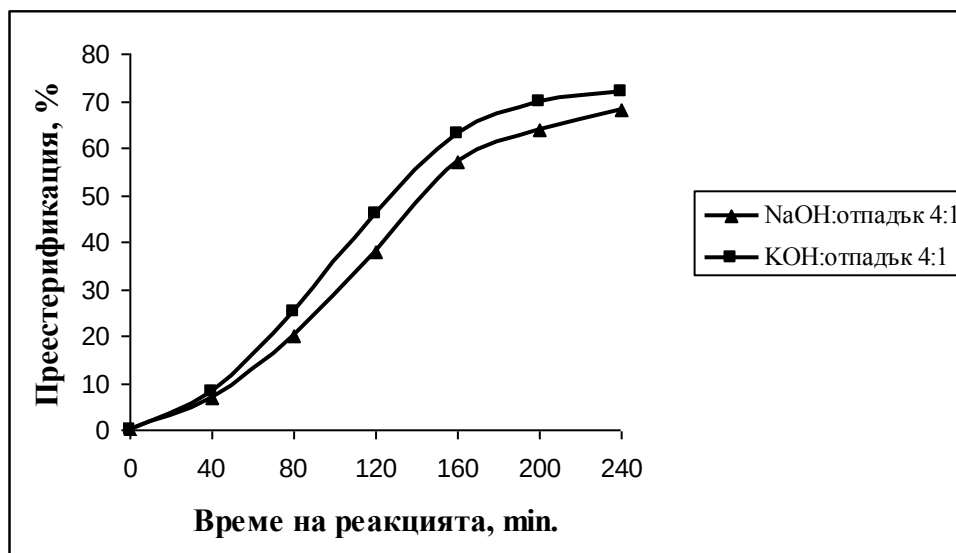
Получените хетерогенни катализаторни системи са неразтворими във вода, метанол, бензен, хексан, диметилформамид, олеинова киселина, дори при температурите им на кипене. Термичната стабилност на получените продукти е оценена чрез термогравиметичен анализ (TG, DSC, DTG). Добрата термична стабилност на системите се доказва чрез нулевата загуба на маса при температури до 100°C (максималната температура на преестерификационния процес е около 70°C), и максимум 7% до 200°C.

От проведения термогравиметричен анализ се вижда, че се появява широк ендоефект при около 110°C, поради отделянето на физически свързаната вода, което се съпътства с около 1% загуба на маса. В някои от образците (фиг. 8) се появяват ендопикове при 280°C и 760-770°C, дължащи се на разпадане на основната част на продукта поради отделяне на химически свързаната вода, което е съпроводено с около 3%-на загуба на маса. При около 790°C се появява екзопик, свързан с процесите на формиране на нови фази, което е съпроводено с известна загуба на маса.

Проведени бяха експериментални изследвания върху преестерификацията на получената маслена фракция от екстракцията с предварително обработване на утайката от кафе при 600W микровълново облъчване, време на реакцията от 20min и екстрахиране

на облъчената суровина с разтворител п-хексан, с първите две хетерогенни катализаторни системи, а именно продуктите, получени при смесване на NaOH и KOH, и селскостопански отпадък (карбонизиран при 580°C отпадък със съдържание на силициев диоксид около 92%) в съотношение 4:1. Условиата на реакцията бяха: температура на процеса 70°C, молно отношение метанол към маслена фракция 9:1, количество катализатор 3% спрямо масата на суровината. Теоретично преестерификацията на такъв тип мазнини, каквито са тези, извлечени от утайка от кафе, изисква три мола метанол за всеки мол триглицериди. Обаче, в практиката е доказано, че това молно отношение е по-високо (6÷15:1), тъй като по този начин се постига по-пълно превръщане на мазнините в метилови естери и по-висок добив на метилов естер като краен продукт.

На фиг. 11 са представени данните за степента на преестерификация на маслената фракция от утайка от кафе в присъствие на първите две хетерогенни катализаторни системи, а именно тези, получени при смесване на NaOH и KOH, и селскостопански отпадък (карбонизиран при 580°C отпадък със съдържание на силициев диоксид около 92%) в съотношение 4:1.



Фиг. 11. Степен на преестерификация на маслената фракция от утайка от кафе в присъствие на хетерогенните катализаторни системи, получени при смесване на NaOH и KOH, и селскостопански отпадък (карбонизиран при 580°C отпадък със съдържание на силициев диоксид около 90%) в съотношение 4:1.

От данните на фигурата се вижда, че в края на реакцията (на четвъртия час) степента на преестерификация на маслената фракция от утайка от кафе при използването на двете хетерогенни катализаторни системи достига 68% при първата и 72% съответно при втората. Получените резултати са първични и се нуждаят от по-нататъшна оптимизация. Все пак данните показват, че тези две хетерогенни катализаторни системи проявяват добра каталитична активност в процеса на преестерификация. Следователно този тип каталитични системи след окончателната им многокритериална оптимизация могат да се използват вместо хомогенните каталитични системи, в резултат на съкращаване на цикъла за почистване на естерната фаза поради липса на осапунване, както и поради по-ефективното отделяне на естера от глицерола и лесната регенерация на катализатора.

Освен това, преестерификационният процес на маслената фракция от утайка от кафе в присъствието на тези две хетерогенни катализаторни системи, в сравнение с процеса, при който се използват хомогенни катализатори, прескача последващите го скъпи етапи на доочистване с използване на химически реагенти, което показва, че тези катализаторни системи са екологично целесъобразни.

Изводи

По методика, описана в настоящата експериментална част, бяха получени хетерогенни катализаторни системи за процеса на преестерификация на маслената фракция в биодизелово гориво, на основата на смесване и импрегниране между различни метални оксиди и хидроксиди и отпадъци от селското стопанство.

Данните от ИЧ-спектри на получените по гореописаната методика продукти показват, че появили се абсорбционни ивици при 817-830 cm^{-1} , 688-691 cm^{-1} , както и силно изразената ивица при 1652-1630 cm^{-1} , могат да служат като доказателство за образуването на нови химични връзки в продуктите след тяхното активиране при различните отношения на смесване между отделните съставки. Добрата термична стабилност на системите се доказва чрез нулевата загуба на маса при температури до 100°C (максималната температура на преестерификационния процес е около 70°C), и максимум 7% до 200°C. Получените екзопикове в образците при температури около 800°C са свързани с процеси на образуване на нови фази, съпроводено с известна загуба на маса.

Проведени бяха експериментални изследвания върху преестерификацията на получената маслена фракция от екстракцията с предварително обработване на утайката от

кафе при 600W микровълново облъчване, време на реакцията от 20min и екстрахиране на облъчената суровина с разтворител п-хексан, с първите две хетерогенни катализаторни системи, а именно продуктите, получени при смесване на NaOH и KOH, и селскостопански отпадък (карбонизиран при 580°C отпадък със съдържание на силициев диоксид около 90%) в съотношение 4:1.

От данните на фигурата се вижда, че в края на реакцията (на четвъртия час) степента на преестерификация на маслената фракция от утайка от кафе при използването на двете хетерогенни катализаторни системи достига 68% при първата и 72% съответно при втората.

Получените и използваните от нас хетерогенни каталитични системи след окончателната им многокритериална оптимизация могат да се използват вместо хомогенните каталитични системи, в резултат на съкращаване на цикъла за почистване на естерната фаза поради липса на осапунване, поради по-ефективното отделяне на естера от глицерола, лесната регенерация на катализатора и екологичната им целесъобразност.

Литература

1. Tian H., C. Li, C. Yang and H. Shan, 2008 "Alternative processing technology for converting vegetable oils and animal fats to clean fuels and light olefins", *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 16 (3), pp. 394–400.
2. Hong L., S. Benxian, J.C. Kabalu and N. Mominou, 2009 "Enhancing the production of biofuels from cottonseed oil by fixed-fluidized bed catalytic cracking", *Renewable Energy*, 34, pp. 1033–1039.
3. GuanHua H., C. Feng, W. Dong, Z. Xue-Wu and C. Gu, 2010 "Biodiesel production by microalgal biotechnology", *Applied Energy*, 87, pp. 38–46.
4. Yin-yu G., C. Wen-wei, L. Hanwu, L. Yuhuan, L. Xiangyang and R. Roger, 2009 "Optimization of transesterification conditions for the production of fatty acid methyl ester (FAME) from Chinese tallow kernel oil with surfactant-coated lipase", *Biomass and Bioenergy*, 32, pp. 277–282.
5. Harding K.G., J.S. Dennis, H. von Blottnitz and S.T.L. Harrison, 2007 "A life-cycle comparison between inorganic and biological catalysis for the production of biodiesel", *Journal of Cleaner Production*, 16, pp. 1368–1378.
6. Ferella F., G. Mazziotti, I. De Michelis, V. Stanisci and F. Veglio, 2010 "Optimization of the transesterification reaction in biodiesel production", *Fuel*, 89, pp. 36–42.
7. Srivastava P.K., M. Verma, 2008 "Methyl ester of karanja oil as an alternative renewable source energy", *Fuel*, 87, pp. 1673–1677.
8. Tint T.K., M.O. Mya, 2009 "Production of biodiesel from jatropha oil (*Jatropha curcas*) in pilot plant", *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 50.
9. Dube M.A., A.Y. Tremblay and J. Liu, 2007 "Biodiesel production using a membrane reactor", *Bioresource Technology*, 98, pp. 639–647.
10. Jordanov D., Y. Dimitrov, P. Petkov, Sl. Ivanov, 2007 "On the optimum operation conditions of soybean ethyl ester production", *Oxidation Communications*, 30 (4), pp. 876–881.
11. Jordanov D., P. Petkov, Sl. Ivanov, Y. Dimitrov, 2007 "Study on the performance characteristics of mixtures of biodiesel, conventional diesel and ethanol", *Oxidation Communications*, 30 (4), pp. 865–875.
12. Jordanov D., Y. Dimitrov, P. Petkov, Sl. Ivanov, 2007 "Methanol esterification of different vegetable oils", *Petroleum and coal*, 49 (2), pp. 21–23.
13. Jordanov D., Y. Dimitrov, P. Petkov, Sl. Ivanov, 2007 "Biodiesel production by sunflower oil transesterification", *Oxidation Communications*, 30 (2), pp. 300–305.
14. Yordanov D., P. Petkov, Y. Dimitrov, 2009 "A review of biodiesel as fuel for transport", *Ecological engineering and environment protection*, 1, pp. 49–57.
15. Lapuerta M., A. Octavio and R. José, 2008 "Effect of biodiesel fuels on diesel engine emissions", *Progress in Energy and Combustion Science*, 34, pp. 198–223.
16. Yordanov D., Z. Tsonev, T. Palichev, Z. Mustafa, 2013 "A new approach for production of coffee oil from waste coffee residue as a feedstock for biodiesel", *Petroleum and coal*, 55 (2), pp. 74–81.
17. Gryglewicz S., 1999 "Rapeseed oil methyl esters preparation using heterogeneous catalysts", *Bioresour. Technol.*, 70, pp. 249–253.
18. Jitputti J., B. Kitiyanan, P. Rangsunvit, K. Bunyakiat, L. Attanatho, P. Jenvanitpanjakul, 2006 "Transesterification of crude palm kernel oil and crude coconut oil by different solid catalysts", *Chem. Eng. J.*, 116, pp. 61–66.

19. Kim H.J., B.S. Kang, M.J. Kim, Y.M. Park, D.K. Kim, J.S. Lee, K.Y. Lee, 2004 "Transesterification of vegetable oil to biodiesel using heterogeneous base catalyst" *Catal. Today*, 95, pp. 315–320.

20. Suppes G.J., K. Bockwinkel, S. Lucas, J.B. Botts, M.H. Mason, J.A. Heppert, 2001 "Calcium carbonate catalyzed alcoholysis of fats and oils", *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 78, pp. 139–145.

21. Suppes G.J., M.A. Dasari, E.J. Doskocil, P.J. Mankidy, M.J. Goff, 2004 "Transesterification of soybean oil with zeolite and metal catalysts", *Appl. Catal. A: Gen.*, 257, pp. 213–223.

22. Vicente G., M. Martínez, J. Aracil, 2004 "Integrated biodiesel production: a comparison of different homogeneous catalysts systems", *Bioresour. Technol.*, 92, pp. 297–305.

23. Xie W., H. Peng, L. Chen, 2006 "Transesterification of soybean oil catalyzed by potassium loaded on alumina as a solid-base catalyst", *Appl. Catal. A: Gen.*, 300, pp. 67–74.

24. Di Serio M., R. Tesser, L. Pengmei, E. Santacesaria, 2008 "Heterogeneous catalysts for biodiesel production", *Energy Fuels*, 22, pp. 207–217.

25. Lam M.K., K.T. Lee, A.R. Mohamed, 2010 "Homogeneous, heterogeneous and enzymatic catalysis for transesterification of high free

fatty acid oil (waste cooking oil) to biodiesel: a review", *Biotechnol Adv*, 28, pp. 500–518.

Добромир Йорданов
Университет „Проф. д-р Асен Златаров”-
Бургас
Катедра „Индустринлни технологии и мени-
джмънт”
e-mail: dobromirj@abv.bg

Златоцвет Цонев
Катедра „Индустринлни технологии и мени-
джмънт”
e-mail: zlatotsvet@abv.bg

Тодор Паличев
Катедра „Индустринлни технологии и мени-
джмънт”
e-mail: tovpal@abv.bg

Зиля Мустафа
e-mail: zmustafa@abv.bg

Галина Йорданова
Катедра „Биотехнология”
email: burdelova@abv.bg



ПОДОБРЯВАНЕ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТТА НА ПРЕДПРИЯТИЕ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ПИВО

Добромир Йорданов, Галина Йорданова

IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF THE ENTERPRISE FOR BREWING

Dobromir Yordanov, Galina Yordanova

ABSTRACT: *The purpose of this study was to improve the methodology for increasing the competitiveness of the company, consisting of three modules based on TQM principles, and an algorithm for removing the inconsistencies. There has been a 10% improvement of the performance of the company after the initial self-assessment. Understanding of the principles underlying the methodology and its application in long and short term can help other companies to fight rivals on the way to perfection in the work.*

Keywords: quality management, competitiveness, brewing company

Въведение

Изборът на настоящата тема и нейната актуалност се предопределят от факта, че в условията на глобализираща се икономика и световна икономическа криза, нарастваща конкуренция и непрекъснат ръст на цените на материални ресурси и енергоносители, един от основните проблеми пред индустриалните предприятия у нас е производството на по-голяма стойност на по-високо качество. Този проблем поставя пред индустриалните предприятия сложната задача за решаване на финансови уравнения за намаляване на цените на суровините, материалите, енергийните и другите ресурси за производство при запазване на високо качество на получаваните продукти. Всичко това води до търсене на нови начини и адаптиране на известни модели за анализ и отстраняване на несъответствия при производството на продуктите с цел повишаване на конкурентоспособността на фирмите на пазара (Michael Isher, 2007), (Jessika Harper, 2007).

Експеримент

Разработване на методика за повишаване на конкурентоспособността на фирма за производство на пиво

Разработена е методика за повишаване на конкурентоспособността на фирма, състояща

се от три модула, основани на CAF (www.eipa.eu/files/File/CAF/Brochure2006/Bulgarian_2006.pdf) и алгоритъм за отстраняване на несъответствия (Йорданов и Добрев, 2013).

1. Модул А – Процес на самооценка на фирмата

1.1. Етап на планиране - стъпки

А) Провеждане на консултации с организацията;

Б) Определяне на обхвата и подхода на самооценката и избор на лидер на самооценката;

В) Разработване на въпросник за самооценката на организацията, обхващащ деветте критерия на CAF.

1.2. Етап на разпространение на информацията за самооценката - стъпки

А) Разработване на комуникационен план за самооценката;

Б) Включване и стимулиране участието на персонала в самооценката;

В) Поддържане на комуникация с всички заинтересовани страни.

1.3. Етап на създаване на група/и/ за самооценката - стъпки

А) Създаване на група/и/ за самооценка, която е подходяща за цялата фирма при спазване на определени критерии;

Б) Избор на Ръководител на групата;

В) Вземане на решение относно включването на Ръководителя на фирмата в групата за самооценка.

1.4. Етап на организация на обучението за самооценката - стъпки

А) Организиране на обучението на ръководния екип на самооценката;

Б) Организиране на обучението на групата (групите) за самооценката;

В) Определяне на ключовите заинтересовани страни, продуктите и услугите, които се предоставят и ключовите процеси.

1.5. Етап на провеждане на самооценката - стъпки

А) Индивидуална самооценка;

Б) Постигане на консенсус в групата за самооценка;

В) Точкуване (класическо или фино).

Този етап от самооценката завършва с подготовката и предоставянето на доклад от самооценката.

2. Модул Б – Отстраняване на несъответствия и решаване на проблеми, възникнали при самооценката и описани в доклада (Йорданов и Добрев, 2013).

2.1. Етап на идентификация на проблема.

Идентификацията на проблема се извършва чрез Парето-анализ. Този анализ включва следните основни стъпки:

2.1.1. Вземане на решение относно начина на класификация на проблемите.

Това включва разглеждане на причините за върнат или отхвърлен продукт, разговори с клиента или преработване на аспекти на даден процес.

2.1.2. Създаване на предварителен списък на проблемни категории.

На този етап е необходимо да се ограничи списъка до 6-7 категории. Този списък може да се променя в хода на анализа.

2.1.3. Определяне на времева рамка за обхвата на анализирания материал.

Избраната времева рамка или обхват трябва да бъдат представителни за целия процес, подлежащ на разглеждане.

2.1.4. Съотнасяне на събитията при всяко класифициране на проблем.

Ако цената или времето са проблемните области може да се съотнесат разходите и сроковете за всеки класифициран проблем. Ако даден проблем не се вмести в някои от нашите класификации, го отнасяме в графа „други“.

2.1.5. Определяне на броя случаи на събитията (или обща стойност или общо време) във всяка класификация.

В последствие събираме тези общи стойности за всички събития за създаване на цялостен общ сбор.

2.1.6. Определяне на процентното участие на всеки проблем.

Разделя се стойността на всяка класификация на общия сбор за определяне на процента, който всеки индивидуално класифициран проблем представлява спрямо всички проблеми взети заедно.

2.1.7. Подредба на класифицираните проблеми.

Подреждането на класифицираните проблеми в реда от най-високата стойност, или най-често случващите се, до най-ниската стойност, или най-рядко случващите се.

2.1.8. Начертаване на диаграмата на Парето.

Първото преминаване през диаграмата на Парето може да идентифицира значителен проблем, който все още е твърде голям, за да можем да работим върху него. Възможно е да се наложи извършването на втори анализ на Парето, който да раздоби този най-важен проблем на по-малки части, върху които е реалистично да бъде работено.

2.2. Етап на Брейнсторминг („Мозъчна атака“) на причините за появата на проблема.

Накои от стандартните, общоприложими правила за мозъчна атака включват:

2.2.1. Идентификация на точните теми, които ще се дискутират.

Фокусът върху тези теми трябва да бъде задържан през цялото време на провеждането на сесията.

2.2.2. Използване на опитен модератор.

Модераторът е лице, което помага на група от хора да осъзнаят своите общи цели и да планират постигането им, без да взема определена позиция в дискусията. Модераторът се опитва да съдейства на групата за постигане на консенсус по всички разногласия, съществували по-рано или възникнали по време на срещата, така че консенсусът да е здрава основа за бъдещи действия.

2.2.3. Предлагане на максимално възможно количество идеи от участниците.

Няма лоши идеи. Всеки от екипа трябва да се чувства ангажиран. Идеите не трябва да се критикуват, както и не трябва да съдим никого от участниците в сесията. Не трябва да имам нито позитивни, нито негативни оценки, за която и да е идея до края на сесията.

2.2.4. Определяне на член от екипа, който да записва идеите.

Използват се бяла дъска или друг подходящ инструмент за водене на бележки. Това позволява в края на сесията да се осъществи изследване и оценяване на резултатите.

2.2.5. Участници в сесията.

В сесията не трябва да участват повече от 8-10 души, а ако са повече обсъждането може да се раздели на групи. Продължителността на сесията не трябва да надхвърля 1 час. Дискусията трябва да бъде протоколирана на хартия и електронен носител.

Екипът за мозъчната атака трябва да се състои от различни типове хора, които имат разнообразна подготовка и опит. Ако поставеният проблем не бъде разрешен в рамките на една сесия, трябва веднага да се насрочи провеждането на нова сесия.

Всеки член на екипа трябва да представя идеята си възможно най-бързо. Ако се стигне до забавяне в дискусията (пауза в обсъждането), модераторът трябва да се намеси и припомни целта на сесията за мозъчна атака. Всеки трябва да се отнася с уважение към останалите членове на екипа, както и към представените от тях идеи. Никой не трябва да бъде прекъсван. Членовете на екипа трябва да изчакат, докато друг член на екипа не е завършил представянето на идеята си.

След като основните правила за мозъчната атака са създадени, ръководителят на екипа ги преглежда. Следва представяне на правилата на останалите членове за обсъждане. Всички членове на екипа трябва да бъдат съгласни с така създадените правила.

2.3. Етап на създаване на причинно-следствена диаграма и ранжиране на причините за проблема.

2.3.1. Създаване на причинно-следствена диаграма.

Причинно-следствената диаграма може да се построи, както от един човек самостоятелно (ръководител качество), така и от група експерти по управление на качеството, като резултатите от втория случай безспорно са по-добри. Следователно като първа стъпка може да се отбележи набирането на екип за нейното построяване, като преобладаващата част на екипа трябва да са хора, познаващи добре проблема, подлежащ на решаване.

Втората стъпка от построяването на диаграмата „рибена кост“ представлява нанасянето на празен лист хартия на дефинирания проблем от дясната страна на централната линия след стрелката (главата на рибата). Основното при тази стъпка е да се остави до-

статъчно място отляво на стрелката на централната кост, където ще се посочват и изброяват причините.

Третата стъпка представлява нанасяне на категориите причини като кости на риба около централната ос.

При разглеждане на физически процеси тези категории от причини могат да бъдат:

- хората;
- оборудването и машините;
- материалите;
- методите (технологията);
- измерванията;
- обкръжаващата среда – организационната структура, културата, физическото обкръжение и т.н.

2.3.2. Ранжиране на причините за появата на проблема.

Отстраняването на всички възможни причини за появата на проблема е невъзможно и нерентабилно. Необходимо е да се отделят най-важните две-три причини, които да се управляват при решаването на проблема.

За ранжирането на тези причини и оценката на последствията предлагаме да се използва методът „Модел на отказа и анализ на ефекта от него“. При провеждането на този анализ се изчислява обобщената оценка, указваща за степента на риска от възникването на несъответствието. Това е т.нар. рисков приоритетен номер (RPN), който се характеризира по следния начин:

- значимост на последствието от несъответствието (S – significance - значимост);
- възможност за възникване на причините за несъответствието (O – origination - начало);
- възможност за откриване на причините (D – detection - откриване).

От съществено значение е да се отбележи, че всеки отказ може да има различни последствия и с различно ниво на тежест. Въз основа на това трябва да се даде индивидуална оценка, в зависимост от степента на последствията от съответния отказ:

Таблица 1. Значение на отказа S

Оценка	Значение
1	Няма ефект
2	Много малък
3	Малък
4/5/6	Среден
7/8	Висок (загубване на първичните функции)
9/10	Много висок

Въз основа на базата данни се определя интензивността на появяване на отказите. Когато такива не са налични или са крайно недостатъчни, трябва да се прогнозира вероятността от поява на отказите въз основа на методите и средствата използвани в теория на надеждността (табл. 2):

Таблица 2. Интензивност на поява О

Оценка	Значение
1	Няма данни за появяване на подобни откази
2/3	Слаба (нови откази)
4/5/6	Средна (рядко повтарящи се откази)
7/8	Висока (повтаряне на отказа)
9/10	Много висока (отказът е почти неизбежен)

Оценката за определяне на причинно-следствените връзки за възникване и локализиране на отказа до голяма степен се определя от контролопригодността, достъпността и от наличието на съответната контролно-диагностична апаратура (табл. 3).

Таблица 3. Откриване причината за отказа

Оценка	Значение
1	Почти неизвестни
2	Лесно откриваеми
3	Средна трудност при откриването им
4/5/6	Трудно откриваеми
7/8/9/10	Много трудно откриваеми

Рисковият приоритетен номер се пресмята по уравнение 1:

$$RPN = S.O.D \quad [1]$$

2.4. Събиране на данни по най-важната/ите причина/и чрез контролен лист.

За събирането на необходимите данни по определените чрез ранжиране най-важни причини за появата на дадения проблем е необходимо да се съставят съответните бланки (контролни листове) съобразявайки следните етапи:

- определяне на съответните въпроси, които да съответстват най-добре и точно на качествените изисквания;

- избор на определен метод за анализ на данните (в нашия случай - хистограма);
- правилно и точно определяне на мястото в технологичния процес за снемане на данните;
- участие на квалифицирана работна сила, която да е в състояние да анализира данните;
- изработване на бланката за снемане на работните данни;
- направа на инструкция, според която да се снемат работните данни;
- проверка на адекватността на използваните контролни листове и инструкции;
- запознаване на заинтересованите (имащите право да вземат управленски решения хора) с процеса и неговото изпълнение;
- своевременно проверяване на процеса за снемане на данните и получаваните резултати.

Видът на контролния лист се разработва конкретно за дадената (изследваната) ситуация, като в него се посочват:

- изучаваният обект (наименованието, името и чертежът на процеса за получаването на продукта);
- таблица за нанасяне на резултатите за контролирания параметър;
- контролният участък (инсталация, цех, завод);
- кой сема данните (длъжност и име на работника);
- точното време (датата и часът на снемане на данните);
- продължителността на измерване и видът на използваното техническо средство за измерване.

В регистрационната таблица в съответните места с помощта на различни символи като черти, точки, кръстчета и др., се нанасят количествата на регистрираните събития (табл. 4):

Таблица 4. Начини на регистриране на броя събития (несъответствия - дефекти)

Брой събития (дефекти)	Вариант на регистрация 1	Вариант на регистрация 2
1	I	•
2	II	••
3	III	•••
4	IIII	••••
5	IIIII	V
6	IIIII I	V•
7	IIIII II	V••
8	IIIII III	V•••
9	IIIII IIII	V••••
10	IIIII IIII I	X
11	IIIII IIII II	X•

2.5. Хистограма на получените данни и анализ.

В практиката хистограмата е известна и като стълбовидна диаграма. Тя се използва за графично представяне на резултати за разпределение на стойности или разсейването на стойностите на даден показател. За разлика от Парето-диаграмата, която показва графично разпределението на натрупаните честоти на появата на дадено събитие, хистограмата показва разсейването или честотата на попадане на числената стойност на показателя в зададения интервал.

При изработването на хистограмата се изпълняват следните етапи:

- определяне на общия брой измервания N , който за построяването на достоверна хистограма не трябва да бъде по-малък от 50;
- определяне на размаха (диапазона) на снетите данни R . Диапазонът е разликата между най-голямата и най-малката стойност;
- в зависимост от броя на снетите данни N целият интервал на размаха R се разделя на равни класове C по уравнението:

$$C = \sqrt{N} \quad [2]$$

- определяне на ширината H на всеки клас, която се изчислява по уравнението:

$$H = \frac{R}{C} \quad [3]$$

Закръгляването при определянето на ширината на класовете се извършва до точността, с която са измерени входящите данни.

2.6. Вземане на решение по идентифицирания проблем.

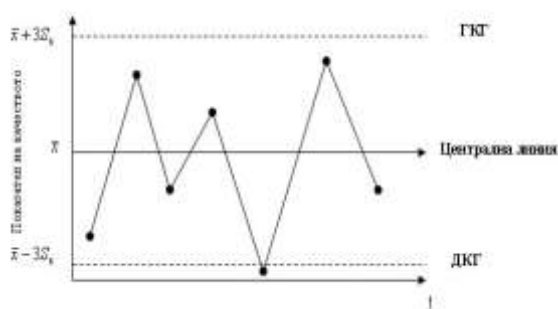
Използването на хистограми в тази си форма е тясно свързано със статистическите методи за управление на процес. В същото време с помощта на контролни карти може да се осъществява непрекъснат мониторинг и статистическо управление на процес, а с помощта на хистограма може да се покаже постоянно отклонение от процеса, което не е видно от контролните карти. Формата на хистограмата е обект на щателно изследване, тъй като нейната интерпретация показва съществуващи проблеми в процеса. Като цяло хистограмата дава информация за разсейването на данните, но заедно с това тя е чувствителна и по отношение на детайлите на построяване. Когато при направата на хистограма се използват твърде малко класове, от които да се получат и малко стълбове, то това ще доведе до недостатъчно реалистични резултати по отношение на някаква тенденция

на изменение. Но пък и твърде голямата бройка класове също не е за предпочитане, тъй като има опасност дадена тенденция да се скрие в ограничения брой данни (някои от стълбовете остават нулеви). Такава хистограма прилича на разресване с гребен, на който са му счупени зъбите.

В определени случаи може да се извърши анализ и чрез диаграма на разсейване за установяване на силата на връзката между две променливи величини.

2.7. Проследяване на стабилността на процеса чрез контролна карта.

На фигура (фиг. 1) е представена контролна карта по количествен признак:



Фиг. 1. Контролна карта за средна стойност на показател

Картите за регулиране на качеството по Shewhard са средство за наблюдение дали един процес е овладян, т.е. параметрите на процеса са константни във времето, съответно процесът може да бъде характеризиран като стационарен. Тогава параметрите на извадките се разсейват случайно.

След края на този модул отново се изготвя доклад за постигнатите резултати след решаването на най-важните проблеми.

3. Модул В – План за усъвършенстване

3.1. Етап на разработване на план за усъвършенстване на основата на приетия доклад за постигнатите резултати от предния модул - стъпки

А) Поставяне на приоритети на действията за подобрене;

Б) Разграничаване на действията чрез поставяне на реалистични срокове;

В) Интегриране на плана за действие в нормалния процес на стратегическо планиране.

3.2. Етап на разпространяване на информация за плана за усъвършенстване

3.3. Етап на изпълняване на плана за усъвършенстване

През този етап се определя подход на наблюдение и оценка на дейностите за подобряване, основаващи се на цикъла PDCA (Планирай-Направи-Провери-Действай). Тук се определят отговорници за всяко действие и се използват постоянно подходящи управленски инструменти.

3.4. Етап на планиране на следваща самооценка

През този етап действията, които са предпочитани за подобряване се оценяват с нова самооценка, т.е. завърта се отново пълен цикъл на методиката с изпълнение на трите модула.

Резултати и обсъждане

Симулационно апробиране на методиката за повишаване на конкурентоспособността на фирма за производство на пиво

В тази част на настоящото изследване е приложена методиката, описана в експерименталната част за фирма за производство на пиво.

Обект на изследването е индустриално предприятие с голям капацитет на промишлено производство на пиво, в което са застъпени всички структурни звена и при което е въведена система за управление съгласно БДС EN ISO 9001:2008.

Секторът, в който осъществява дейността си фирмата е икономическа дейност със специфичен производствен цикъл, технология на обслужване и специфичен продукт. В исторически план, като модерна форма за създаване, продажба фирмата преминава дълъг и сложен път на развитие. Основната услуга, която предлага е пиво. Питейният продукт, предлаган във фирмата има изцяло потребителски характер. Характерното е обаче, че услугите на фирмата за разлика от други видове услуги - като например банкови, финансови, имат осезаем характер. Това означава, че те могат да се видят, докоснат или физически да се придобият. Това спомага за по-добрата комуникация на предприятието с неговите потребители.

Прилагането на методиката във фирмата за производство на пиво (Модул А) започва с организирането на поредица от срещи в продължение на две седмици с ръководителя на отдел Контрол на качеството и Изпълнителния Директор на фирмата с екипа за извършване на самооценката. На тези срещи оценяващият екип представя методиката и

принципите залегнали в нея. Обстойно са обсъдени целите стоящи пред екипа и ръководството на компанията и очакваните ползи в края на процеса.

След изразена от тях готовност, екипът извършва цялостен преглед на внедрената система за управление съгласно БДС EN ISO 9001:2008. Щателно са разгледани внедрените процедури и обвързаните с тях приложения, и съпътстващи вътрешни документи.

Анализът показва съществени пропуски в комуникационните процеси и най-вече във връзката отгоре надолу, което идентифицира сериозна потребност от оценяване на лидерските умения на хората от ръководството. Следствие на това е обсъден и приет разработеният въпросник по деветте критерия на EFQM.

В резултат на предварителни дискусии и анализи е избран вариант за провеждане на самооценката, като служителите се разделят на групи, а всяка група попълва въпросника, след това преминава следващата група и така до края на проучването. Разпределението на дейностите по самооценка и отговорностите на членовете в екипа са следните:

1. Разпределение на участниците в отделни групи – за ненарушаване работния процес и коректно попълване на въпросите групите включват между 10 и 15 служители.

2. Времето за провеждане на самооценката от всяка група служители – взето бе решение групите участници да отговарят на въпросите последователно всеки работен ден 16.30 до 17.30 часа. Обработването на данните и представянето на резултатите е прието да бъде веднъж седмично в присъствие на координатора на оценяването.

3. Място за провеждане на самооценката – избрана бе заседателната зала на фирмата.

4. Необходими ресурси до края на самооценката – за осигуряване на всички ресурси включващи отпечатване на въпросника по отделните критерии, както и другите необходими канцеларски материали, отговорник бе оценяващият екип.

5. За разпространение на информация за самооценката отговорник бе координаторът на самооценката.

След приключване на практическото събиране на първични данни с помощта на разработения въпросник, попълнен от служителите в оценяваната фирма, е извършена оценка и анализ на резултатите.

След обработване и анализ на данните на всеки критерии за самооценка (Модул А) поотделно и пресмятането им се получава обобщена оценка в размер на 435,25 точки.

Това означава, че в оценяваната организация има доказателства за добри постижения в работата в отделни области, но съществуват и големи възможности за усъвършенстване в бъдеще. Все пак ръководството показва ангажираност и стремеж към съвършенство в работата (Таблица 5):

Таблица 5. Резултати за първоначалната самооценка (Модул А) по всички критерии и групи

Критерии за самооценка	Резултат /точки/
Лидерство	46,18
Стратегия и планиране	35,48
Хора	35,12
Партньорство и ресурси	39,55
Процеси	61,61
Клиенти-резултати	93,43
Хора-резултати	34,67
Общество-резултати	23,98
Ключови резултати	65,23
Общ резултат	435,25

Оценките, представени в табл. 5 показват, че пред фирмата има поставени доста проблеми за решаване въпреки положените усилия от Ръководството към момента на изследването. Най-висока оценка е получена при резултатите за клиентите. Двете най-проблемни области са свързани с резултатите за хората (персонала) и резултатите за обществото. Те показват липсата на достатъчно добра и комуникативна стратегия за разпространение на положителните резултати и обвързване с необходимите промени.

Получените близки стойности на резултатите относно стратегията и планирането, партньорството и ресурсите показват постигнат успех при обвързване на служителите от висшето ръководство и администрацията с нов управленски стил, развитие на знания и умения относно принципите на TQM, работа в екип, управление на промяната и др.

Идентифицирането на проблемите, които трябва да се разрешат за повишаване на кон-

курентоспособността на фирмата бе обект на Модул Б от методиката. След прилагането му и отстраняването на откритите несъответствия по отделните критерии бе извършена нова самооценка в рамките на две седмици, за която резултатите са представени в табл. 6:

Таблица 6. Резултати за последващата самооценка (Модул В) по всички критерии и групи

Критерии за самооценка	Резултат /точки/
Лидерство	49,21
Стратегия и планиране	43,81
Хора	38,33
Партньорство и ресурси	43,11
Процеси	62,40
Клиенти-резултати	95,16
Хора-резултати	44,88
Общество-резултати	34,55
Ключови резултати	69,31
Общ резултат	480,76

Полученият резултат е с около 10% по-висок в сравнение с резултата от първоначалната самооценка на фирмата.

Успешното прилагане на подобрения основани на настоящите резултати могат да бъдат полезни след обсъждането им сред персонала в оценяваната фирма.

Заклучение

Представеният процес на самооценка е един от основните подходи в управлението на организациите, водещ до по-висока конкурентоспособност в настоящата динамична икономическа среда. Разработена е методика за повишаване на конкурентоспособността на фирма, състояща се от три модула, основана на принципите на TQM залегнали в CAF, и алгоритъм за отстраняване на несъответствия. Постигнато е 10%-но подобрене на дейността на фирмата след първоначалната самооценка. Разбирането на принципите залегнали в методиката и прилагането ѝ в дългосрочен и краткосрочен план може да помогне и на други фирми в борбата с конкурентите по пътя към съвършенство в работата.

Литература

1. Йорданов Д., Н. Добрев, 2013 “Анализ на работата на инсталация „Сярно-кисело алкилиране” (СКА) и представяне на алгоритъм за отстраняване на несъответствия”, Годишник на Университет „Проф. д-р Асен Златаров”-Бургас, т. XLII (1), 61-66.

2. www.eipa.eu/files/File/CAF/Brochure2006/Bulgarian_2006.pdf.

3. Michael Isher, 2007 “What type innovation we need depend on our industry”, *Strategic Management*, 9 (3), pp. 211.

4. Jessica Harper, 2007 “Quality and Management Resources”, ART publishing Company, pp. 49.

Добромир Йорданов
Университет „Проф. д-р Асен Златаров” - Бургас

Катедра „Индустириални технологии и мениджмънт”

e-mail: dobromirj@abv.bg

Галина Йорданова

Университет „Проф. д-р Асен Златаров” - Бургас

Катедра „Биотехнология”

e-mail: burdelova@abv.bg



FN СИГНАЛИ ЧРЕЗ ПРОИЗВОЛНИ ЦИКЛИЧНИ КОДОВЕ МОДЕЛИРАНИ С ОБОБЩЕНИ МРЕЖИ

Ивелина Вардева, Лилия Анастиева

FH SIGNALS WITH RANDOM CYCLE CODES MODELED BY GENERALISED NETS

Ivelina Vardeva, Liliya Anastieva

ABSTRACT: This article introduces the classic structure of FH codes for data ciphering. They are chosen because of their wide application in contemporary communication-information systems which is due to their good possibilities for seeking and correcting mistakes while it has relative simplicity of coding and decoding procedures.

For modeling and describing is used the apparatus of generalized nets including the whole algorithm of the work – from the begging to the end of the process. The level of detailing is defined because it is necessary for the realization of every single step of the algorithm and there are also foreseen possible exits and rules for taking decisions. It is done a current analysis of the processes appearing during the realization of the algorithm.

Generalized nets used for modeling of the algorithm are one of the best famous techniques for describing processes by formal and abstract way. Semantic of the process instances, which are received by process models by generalized nets, is so defined that there is not any ambiguity. Receives nets are abstract – they do not take into consideration the circle of realization of the process. In this way every other aspects, which are different from the functional and process aspects, are not included.

Keywords: FH codes, coding in telecommunication systems, generalized nets, cyclic coding.

Въведение

Кодирането само по себе си представлява метод за изменение на съобщение по такъв начин, че неговото съдържание да стане неразбираемо за всеки, който не разпознава метода на изменение на оригиналното съобщение.

Съгласно литература [4], [5], [7] цикличните кодове са разновидност на линейните блокови кодове, притежаващи следното допълнително свойство – ако C е разрешена кодова комбинация на някакъв цикличен код, тогава всички кодови комбинации, получени чрез циклично изместване на изходната комбинация C , също са разрешени кодови комбинации.

Широкото приложение на цикличните кодове в съвременните комуникационно – информационни системи се дължи на добрите им възможности за откриване и поправяне на грешки при сравнителна простота на процедурите за кодиране и декодиране. Тези положителни свойства на цикличните кодове про-

изтичат от факта, че полиномите, които съответстват на разрешените кодови думи в някакъв цикличен код, са алгебричен идеал в пръстена на всички полиноми, в който умножението се извършва по модул (1).

$$(x^n - 1) \quad (1)$$

Изложение

В статията е разгледана общата структура на FH кодове за шифриране на данни представена чрез модела на обобщени мрежи Фиг.1. На базата на обобщените мрежи се реализират абстрактни модели при които не се взимат под внимание средата на изпълнение на самия процес. По този начин всички други аспекти различни от функционалните и процесните не се включват. [1], [3].

Обобщено мрежови модел

Първоначално са дадени следните ядра включени в обобщената мрежа:

- на позиция l_1 влиза - α_1 - ядро с характеристика „ N ” - дължина на кодовата дума.
- на позиция l_2 влиза - α_2 - ядро с характеристика „ n ” - размер на семейството от FH сигнали;
- на позиция l_3 влиза - α_3 - ядро с характеристика „ p ” - просто число.

Разработен е обобщено мрежови модел с въведено множеството от преходи A които:

$A = \{Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6, Z_7\}$, където преходите описват следните процеси:

Z_1 = “Проверка за наличност на N, n и p ”;

Z_2 = “Правила за изграждане на полином”;

Z_3 = “Правила за разлагане на полиноми”;

Z_4 = “Правила за определяне на информационна дума”;

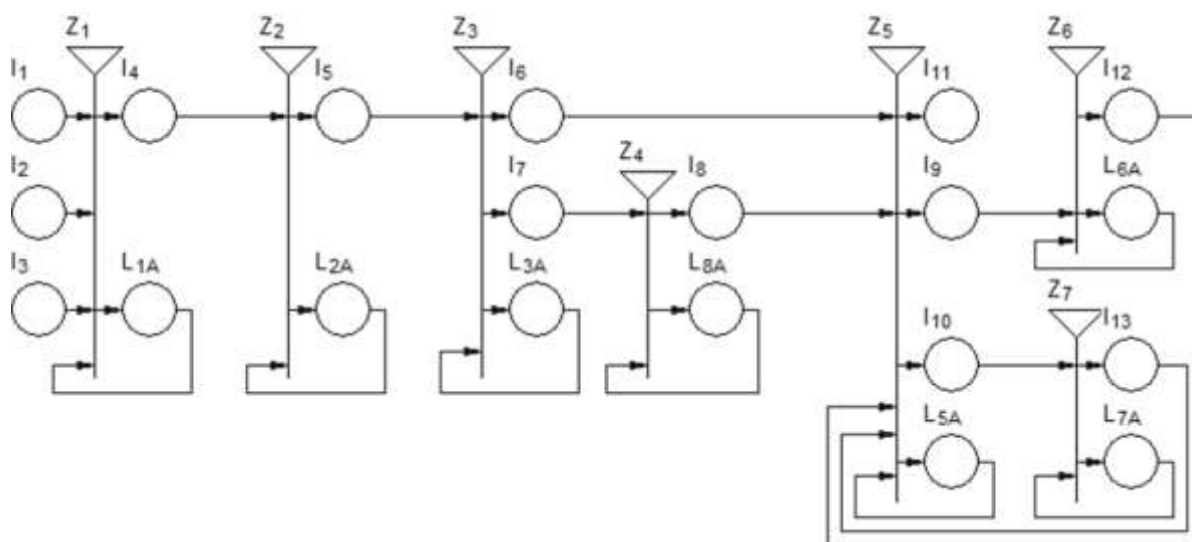
Z_5 = “Правила за образуване на кодова дума”;

Z_6 = “Задача извършваща логическа неравнозначност”;

Z_7 = “Задача извършваща логическо събиране”.

Всеки преход може да има m входни и n изходни позиции, където $m \geq 1$ и $n \geq 1$. Входните позиции за прехода Z са означени с $l'_1, \dots, l'_i, \dots, l'_m$, а изходните – с $l''_1, \dots, l''_j, \dots, l''_n$.

Входна позиция, в която не влиза дъга се нарича вход на мрежата, а изходна позиция, от която не излиза дъга – изход на мрежата. В позициите в мрежата може да има ядра, които се придвижват от входните към изходните позиции на преходите. Когато във входните позиции има достатъчен брой ядра и настъпи определения за прехода момент от време, ядрата от входните позиции придобиват възможност да се придвижат до изходните позиции. Този процес на преминаване на ядрата от входните в изходните позиции на прехода се нарича активиране на прехода. В началото ядрата, които постъпват в мрежата през входните й позиции имат т.нар. начални характеристики. При всяко преминаване през преход в мрежата те получават нови характеристики и така всяко ядро в мрежата е уникално и има своя история [6].



Фиг. 1. Моделиране на FH кодове с обобщени мрежи

Преходите имат следното описание:

$Z_1 = \langle \{l_1, l_2, l_3, L_{1A}\}, \{l_4, L_{1A}\}, R_1, M_1, \wedge (l_1, l_2, l_3) \vee (L_{1A}) \rangle$

	l_4	L_{1A}
l_1	<i>false</i>	<i>true</i>
$R_1 = l_2$	<i>false</i>	<i>true</i>
l_3	<i>false</i>	<i>true</i>
L_{1A}	$W_{1A,4}$	<i>true</i>

$W_{1A,4}$ = “налични са N , n и p ”.

Входящите ядра α_1 , α_2 и α_3 постъпват в позиция L_{1A} . Ядрото β от позиция L_{1A} постъпва в позиция l_4 . След прехода ядрото от позиция l_4 излиза със следната текуща характеристика „изпращане на N , n и p ”.

$Z_2 = \langle \{l_4, L_{2A}\}, \{l_5, L_{2A}\}, R_2, M_2, \vee (l_4, L_{2A}) \rangle$

	l_5	L_{2A}
$R_2 = l_4$	<i>false</i>	<i>true</i>
L_{2A}	$W_{2A,5}$	<i>true</i>

$W_{2A,5}$ = “съставен е полином”.

Входящото ядро от позиция l_4 постъпва в позиция L_{2A} . Ядрото излизащо от позиция L_{2A} с текуща характеристика „изграден е полином” постъпва в позиция l_5 .

$Z_3 = \langle \{l_5, L_{3A}\}, \{l_6, l_7, L_{2A}\}, R_3, M_3, \vee (l_5, L_{3A}) \rangle$

	l_6	l_7	L_{3A}
$R_3 = l_5$	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
L_{3A}	$W_{3A,6}$	$W_{3A,7}$	<i>true</i>

$W_{3A,6}$ = “избран е генераторен полином”;

$W_{3A,7}$ = “избран е информационен полином”.

Ядро постъпващо от позиция l_5 влиза в позиция L_{3A} . Ядрата γ и δ излизащи от позиция L_{3A} постъпват в позиции l_6 и l_7 с текуща характеристика „генераторен полином”, „информационен полином”.

$Z_4 = \langle \{l_7, L_{4A}\}, \{l_8, L_{4A}\}, R_4, M_4, \vee (l_7, L_{4A}) \rangle$

	l_8	L_{4A}
$R_4 = l_7$	<i>false</i>	<i>true</i>
L_{4A}	$W_{4A,8}$	<i>true</i>

$W_{4A,8}$ = “избран е информационна дума”.

Ядро постъпващо от позиция l_7 с характеристика δ влиза в позиция L_{4A} . Ядрото излизащо от позиция L_{4A} постъпва в позиция l_8 с характеристика ε - „информационна дума”.

$Z_5 = \langle \{l_6, l_8, L_{5A}\}, \{l_9, l_{10}, l_{11}, L_{5A}\}, R_5, M_5, \vee (l_6, l_8, L_{5A}) \rangle$

	l_9	l_{10}	l_{11}	L_{5A}
$R_5 = l_6$	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
l_8	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
L_{5A}	$W_{5A,9}$	$W_{5A,10}$	$W_{5A,11}$	<i>true</i>

$W_{5A,9}$ = “в информационната дума са активни повече от един бит”;

$W_{5A,10}$ = “в информационната дума е активен точно един бит”;

$W_{5A,11}$ = “обходени са 2^N информационни думи”.

Ядрата постъпващи от позиции l_6 и l_8 с характеристики γ и ε влизат в позиция L_{5A} . Ядрата ζ и η излизащи от позиция L_{5A} постъпват съответно в позиции l_9 и l_{10} с характеристики „информационна дума с повече от един активен бит”, „информационна дума с един активен бит”. Ядрото κ излизащо от позиция L_{5A} постъпва в позиции l_{11} с характеристика „изход от цикъла 2^{N_c} ”.

$Z_6 = \langle \{l_9, L_{6A}\}, \{l_{12}, L_{6A}\}, R_6, M_6, \vee (l_9, L_{6A}) \rangle$

	l_9	L_{6A}
$R_6 = l_9$	<i>false</i>	<i>true</i>
L_{6A}	$W_{6A,9}$	<i>true</i>

$W_{6A,9}$ = “изпълнена е логическа неравнозначност”.

Ядрото постъпващо от позиция l_9 с характеристика ζ постъпва в позиция L_{6A} . Ядрото θ излизащо от позиция L_{6A} постъпва в позиция l_{12} с характеристика „кодова дума”.

$Z_7 = \langle \{l_{10}, L_{7A}\}, \{l_{13}, L_{7A}\}, R_7, M_7, \vee (l_{10}, L_{7A}) \rangle$

	l_{10}	L_{7A}
$R_7 = l_{10}$	<i>false</i>	<i>true</i>
L_{7A}	$W_{7A,10}$	<i>true</i>

$W_{7A,10}$ = “изпълнена е логическо събиране”.

Ядрото постъпващо от позиция l_{10} с характеристика η постъпва в позиция L_{7A} . Ядрото ι излизащо от позиция L_{7A} постъпва в позиция l_{13} с характеристика „кодова дума”.

Заклучение

Широкото приложение на цикличните кодове в съвременните комуникационно-информационни системи се дължи на техните възможности за откриване и коригиране на грешки при сравнителна простота на процедурите за кодиране и декодиране.

Програмната реализация на алгоритъма е базирана на MATLAB е описана в [2] и намира широко приложение при „Кодиране в телекомуникационните системи”.

Литература

1. Atanassov, K., Generalized Nets, World Scientific, Singapore, 1991.
2. Анастиева, Л., Беджев, Б., Някои методи за синтез на дискретно честотни сигнали, Управление и образование, Том VIII (1), 2012.
3. Атанасов, К., Въведение в теорията на обобщените мрежи, Понтика-Принт, Бургас, 1992.

4. Беджев, Б. Й. Кодиране и сигурност в телекомуникационните мрежи, Комплект от лекции на електронен носител, 2008.

5. Величко В.В., Субботин Е.А., Шувалов В.П., Ярославцев А.Ф. - Телекоммуникационные системы и сети. Том 3. Мультисервисные сети, Горячая линия – Телеком, Москва, 2005.

6. Вардева, Ивелина “Модел на процеси в мрежова сигурност чрез обобщени мрежи”, Дис. София, 2012

7. Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н. и др. - Основы построения телекоммуникационных систем и сетей, Горячая линия – Телеком, Москва, 2004.

Ивелина Миткова Вардева, гл. ас. д-р
Университет „Проф.д-р Асен Златаров”, Технически факултет
Катедра: КСТ
Адрес: Бургас, бул. Проф. Якимов №1, ОК 108
e-mail: ivardeva@gmail.com

Лилия Анастиева Станева, гл.ас. инж.
Университет „Проф.д-р Асен Златаров”, Технически колеж
Катедра: ЕЕКТ
Адрес: Бургас, бул. Проф. Якимов №1, ОК 101А
e-mail: anestieva@mail.bg



АВТОМАТИЗИРАНО ПРОЕКТИРАНЕ НА ЕЛЕКТРОННИ СХЕМИ МОДЕЛИРАНИ С ОБОБЩЕНИ МРЕЖИ

Лилия Анестиева, Ивелина Вардева

AUTOMATIC DESIGN OF ELECTRONIC SYSTEMS MODELED BY GENERALIZED NETS

Liliya Anestieva, Ivelina Vardeva

ABSTRACT: This article presents a method for automatization of electronic schemes and their modeling by generalized nets. Preparation of contemporary electronic schemes and devices is done in the surroundings of automatic professional systems for design. Existing systems for design are quite various and the methods for analysis of electronic schemes are based on the methods for analysis of linear and non-linear electric chain.

During the analysis we applied not only the Ohm and Kirchhoff's laws but and generalized matrix methods, the method of the structural numbers, method of the variability of the state, method of polar column and etc. Exactly these calculating resources make possible the real appliance of the matrix methods and their establishment like ones of the possible methods for analysis in electronics

For modeling and describing is used the apparatus of generalized nets including the whole algorithm of the work – from the begging to the end of the process. The level of detailing is defined because it is necessary for the realization of every single step of the algorithm and there are also foreseen possible exits and rules for taking decisions. It is done a current analysis of the processes appearing during the realization of the algorithm.

Generalized nets, used for modeling of the algorithm, are one of the best famous techniques for describing processes by formal and abstract way. Semantic of the process instances, which are received by process models by generalized nets, is so defined that there is not any ambiguity. Receives nets are abstract – they do not take into consideration the circle of realization of the process. In this way every other aspects, which are different from the functional and process aspects, are not included.

Key words: electronic circuits, automatic design, generalized nets.

Въведение

За да се направи модел на електронна схема се използват математически апарат за възпроизвеждане на поведението на електронно устройство или електронна верига. Първичните елементи на електронната схема включват тока и напрежението върху отделните елементи на схемата, както възловите напрежения и контурите на тока.

Съгласно литература [1] електронните схеми се състоят от взаимно свързани пасивни и активни реални двуполусници и многополусници.

Съставните двуполусници на схемите се наричат клоновете.

Точките, в които се свързват взаимно най-малко три клоната на схемата, се наричат възли.

Последователно свързани клоновете, които образуват затворена верига, се наричат контури.

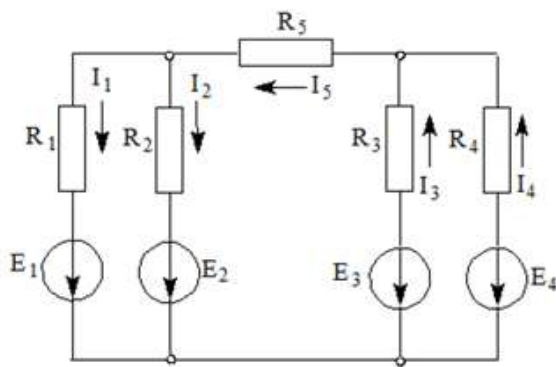
Сечението представлява затворена въображаема линия, която пресича част от клоновете на схемата.

Отворен контур и подредено подмножество от клонове на графа се нарича непрекъсната линия, в която всеки клон и собствен възел се среща по протежение на линията само един път.

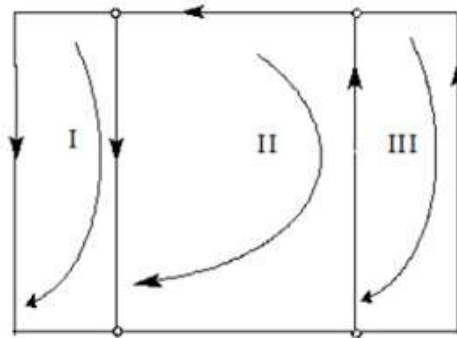
Затворен контур е подредено подмножество от клонове на графа, така че да се образува непрекъсната затворена линия.

Матрично – топологични методи за изчисляване на електрически вериги:

Уравненията по законите на Кирхоф за токовете и напреженията могат да се запишат в матрична форма. Матриците от коефициентите на тези уравнения се състоят от елементите +1, -1 и 0 и могат да се определят от структурата на схемата Фиг.1 или нейният ориентиран граф Фиг.2



Фиг.1. Структура на електрическа схема



Фиг.2. Ориентиран граф на електрическа схема

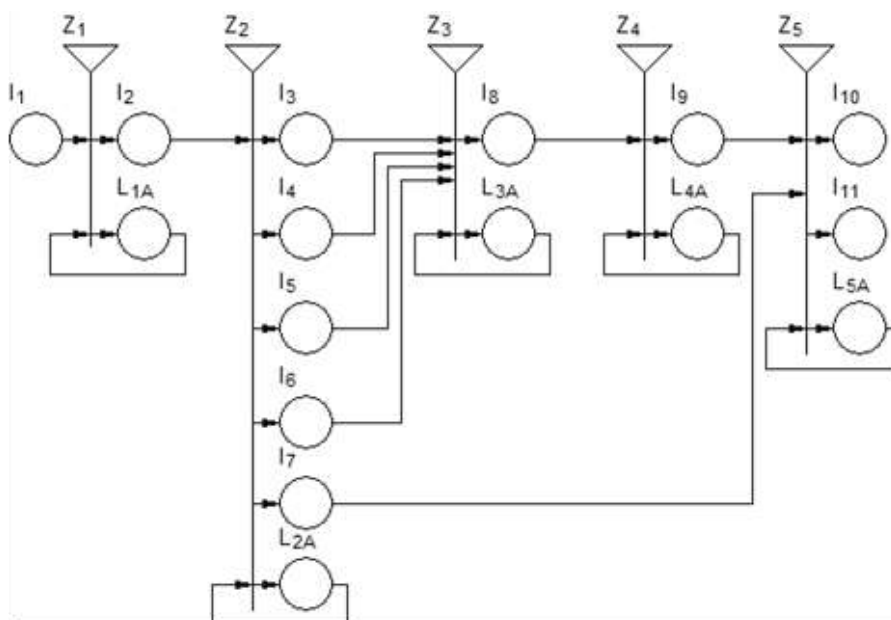
Изложение

В статията е разгледана общата структура за създаване на автоматизирани електронни схеми представена чрез модела на обобщени мрежи [2], [3], [4], Фиг.3. Според методологията за изграждане на обобщени мрежи се включва изграждане на статичната структура на моделирания процес, отразяване на динамиката на моделирания процес, описание на функционирането на моделирания процес във времето, определяне на данните, които представляват интерес за моделирания процес.

Обобщено мрежови модел

Разработен е обобщен мрежови модел с въведено множеството от преходи A , които: $A = \{Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5\}$, където преходите описват следните процеси:

- Z_1 = “Избор на посока на токовете”;
- Z_2 = “Построяване на насочен граф”;
- Z_3 = “Построяване на главна матрица”;
- Z_4 = “Обръщане на главна матрица”;
- Z_5 = “Умножение на главна матрица с вектор стълб”.



Фиг. 3. Обобщено мрежови модел за автоматизирано проектиране на електронни схеми

Преходите имат следното описание:

$$Z_i = \langle \{I_1, L_{1A}\}, \{I_2, L_{1A}\}, R_i, M_i, \vee(I_1, L_{1A}) \rangle$$

	l_2	L_{1A}
$R_1 = l_1$	<i>false</i>	<i>true</i>
L_{1A}	$W_{1A,2}$	<i>true</i>

$W_{1A,2}$ = “налична е електрическа схема”.

Като входни аргументи за построяване на насочен граф е наличието на електрическа схема и избора на произволни посоки на то-

	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	L_{2A}
$R_2 = l_2$	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
L_{2A}	$W_{2A,3}$	$W_{2A,4}$	$W_{2A,5}$	$W_{2A,6}$	$W_{2A,7}$	<i>true</i>

$W_{2A,3}, W_{2A,4}, W_{2A,5}, W_{2A,6}$ = “налични са необходимите данни за построяване на граф”;

$W_{2A,7}$ = “налични са необходимите данни за построяване на вектор стълб”.

Входящото ядро от позиция l_2 постъпва в позиция L_{2A} . След прехода ядрата l_3, l_4, l_5, l_6, l_7 излизат от позиция L_{2A} са с текущи характеристики “матрица на съпротивленията”, “матрица на контурите”, “матрица на възловите напрежения”, “единична матрица”, “вектор стълб на електродвижещите напрежения”.

$Z_3 = \langle \{l_3, l_4, l_5, l_6, L_{3A}\}, \{l_8, L_{3A}\}, R_3, M_3, \vee ((l_3, l_4, l_5, l_6) \vee (L_{3A})) \rangle$

	l_8	L_{3A}
$R_3 = l_3$	<i>false</i>	<i>true</i>
l_4	<i>false</i>	<i>true</i>
l_5	<i>false</i>	<i>true</i>
l_6	<i>false</i>	<i>true</i>
L_{3A}	$W_{3A,7}$	<i>true</i>

$W_{3A,7}$ = “налични са ядрата l_3, l_4, l_5, l_6 , за построяване на квадратна матрица”.

Входящите ядра от позиции l_3, l_4, l_5, l_6 постъпват в L_{3A} . След прехода ядрата се обединяват в едно ядро l_8 с текуща характеристика “квадратна матрица”.

$Z_4 = \langle \{l_8, L_{4A}\}, \{l_9, L_{4A}\}, R_4, M_4, \vee (l_8, L_{4A}) \rangle$

	l_9	L_{4A}
$R_4 = l_8$	<i>false</i>	<i>true</i>
L_{4A}	$W_{4A,9}$	<i>true</i>

ковете в отделните клонове. След като са спазени тези условия входящото ядро от позиция l_1 постъпва в L_{1A} , след прехода ядрото излиза от позиция L_{1A} има текуща характеристика “уравнение на електрическата схема”.

$Z_2 = \langle \{l_2, L_{2A}\}, \{l_3, l_4, l_5, l_6, L_{2A}\}, R_2, M_2, \vee (l_2, L_{2A}) \rangle$

$W_{4A,9}$ = “налична е квадратна матрица”.

Входящо ядро от позиция l_8 постъпва в позиция L_{4A} . След прехода ядрото излиза от позиция l_9 приема текуща характеристика “обратна матрица”.

$Z_5 = \langle \{l_7, l_9, L_{5A}\}, \{l_{10}, l_{11}, L_{5A}\}, R_5, M_5, \vee (l_7, l_9, L_{5A}) \rangle$

	l_{10}	l_{11}	L_{5A}
$R_5 = l_7$	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
l_9	<i>false</i>	<i>false</i>	<i>true</i>
L_{5A}	$W_{5A,10}$	$W_{5A,11}$	<i>true</i>

$W_{5A,10}$ = “получени са токовете”;

$W_{5A,11}$ = “получено е напрежение”.

Входящите ядра от позиции l_7 и l_9 постъпват в позиция L_{5A} . След активиране на прехода излизат ядра l_{10} и l_{11} са с текущи характеристики “ток” и “напрежение”.

След прехода с така получените характеристики на изходните ядра е възможно да се определи реалната посока на токовете и да се конструира електрическата схема.

Заклучение

Предложен е нов подход за съставяне на уравнения на електронни схеми чрез моделирането им с обобщени мрежи. Моделът позволява да се разглеждат различните етапи при изграждането на електронна схема, както и предотвратяване на евентуални възникнали грешки в процеса на работа. Съгласно табли-

ца №1 в литература [5] резултатите за активните клонове са:

- клон 2 е генераторен, т.к. е налице комбинация №1;
- клон 3 е консуматорен, т.к. е налице комбинация №4;
- клон 4 е генераторен, т.к. е налице комбинация №2;
- клон 5 е генераторен, т.к. е налице комбинация №1;
- клон 8 е генераторен, т.к. е налице комбинация №2.

Литература

1. Фархи, С. Л., С. П. Папазов, Теоретична електротехника, ч.1 и ч.2, С., Техника, 1987.
2. Atanassov, K., Generalized Nets, World Scientific, Singapore, 1991.
3. Атанасов, К., Въведение в теорията на обобщените мрежи, Понтика-Принт, Бургас, 1992.

4. Electronic Design Automation For Integrated Circuits Handbook, by Lavagno, Martin, and Scheffer, 2006.

5. Станева, Л., “Ръководство по автоматизация на проектирането в електрониката”, Електронно издание към Университет “Проф. д-р Асен Златаров”, 2013.

Лилия Анестиева Станева, гл.ас. инж.
Университет „Проф.д-р Асен Златаров”, Технически колеж
Катедра: ЕЕКТ
Адрес: Бургас, бул. Проф. Якимов №1, ОК 101А
e-mail: anestieva@mail.bg

Ивелина Миткова Вардева, гл. ас. д-р
Университет „Проф.д-р Асен Златаров”, Технически факултет
Катедра: КСТ
Адрес: Бургас, бул. Проф. Якимов №1, ОК 108
e-mail: ivardeva@gmail.com



ТЕХНОЛОГИЧНИ ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ АРОМАТА НА СУРОВО-СУШЕНИ ПРОДУКТИ ОТ НЕРАЗДРОБЕНО МЕСО, ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА СТАРТЕРНИ КУЛТУРИ

Катя Вълкова-Йоргова, Диана Инджелиева

TECHNOLOGICAL METHODS TO IMPROVE THE AROMA OF RAW DRIED PRODUCTS FROM UNCUT MEAT THROUGH THE USE OF STARTER CULTURES

Katya Valkova – Yorgova, Diana Indzhelieva

ABSTRACT: *In the present paper is studied the influence of starter culture on aroma characteristics of raw-dried products from uncut meat, which are produced with *L. plantarum* (L₆)*

Keywords: raw-dried meat products, starter culture, *L. plantarum*

Въведение

Формирането на ароматно-вкусовите свойства на сурово-сушените месни продукти започва още през време на протичане на процесите на зреене в месните суровини, когато се натрупват ароматичните предшественици от основните компоненти на суровото месо и продуктите на тяхната деструкция. Това е сложен биохимичен и микробиологичен процес, който е свързан с природата на суровината, с наличната микрофлора, с условията на производството, с температурата и др. Тези фактори влияят върху динамиката на процесите, настъпващи по време на зреене и сушене и обуславят протичането на редица ензимни, хидролизни и оксидативни реакции, водещи до образуването и натрупването на вещества със специфични ароматично-вкусови качества в месните продукти. За усъвършенстване на технологията на тези продукти все по-широко се използват разнообразни стартерни култури, които имат определяща роля в качествените и количествените изменения в ароматообразуващите процеси и водят до образуването и натрупването на разнообразни вещества със специфичен приятен аромат и вкус. Тяхното прилагане е в отговор на стремежа на много производители към целенасочени промени на редица технологични параметри, което е важно условие за получаването на висококачествени сурово-сушени месни продукти (Джевизов, 1984; Кьосев, 1971; Кисева, 1990; Хорольский В.В. (1988).). В хода на тези процеси използването на стартерни

култури наред с микроорганизмите, присъстващи в сурово-сушените месни продукти също оказва влияние върху формирането на основните вещества, участващи при образуването на аромата и вкуса (Mottram, 1998; Olesen et al., 2004; Patarata et al., 2008).

Материали и методи

Щамът *Lactobacillus plantarum* (L₆) е предоставен за работа от частна лицензирана лаборатория за изследване на храни, Бургас. В това изследване обект на влиянието на *Lactobacillus plantarum* (L₆) са сурово-сушени продукти от нераздробено месо – „Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив”. Говеждото месо за „Габровска кайзер пастърма” и свинското месо за пастърма „Пловдив” бяха добити в регламентирана кланница в село Русокастро, Бургаска област. За производството на двата асортимента от бутоните беше отделен м. *Semitendinosus*. Така отделените мускули се оформиха като отделни парчета с гладка повърхност, като се отстраниха излишната тлъстинна тъкан и сухожилия. Опитните и контролните проби осолявахме чрез шприцоване със солев разтвор с концентрация 15⁰ Be в количество 4-6% спрямо масата на суровината и последващо сухо осоляване, извършвано чрез натриване със солова смес със състав 2,6% сол, 0,03% натриев нитрат, 0,30% захар. Осоляването провеждахме при температура 4-6⁰ C за два дни.

Опитните проби от двата асортимента приготвихме с бактериална култура, която прибавяхме в осоляващия разтвор за шприцо-

ване във вид на 24-часова бульонна култура в MRS- бульон с титър 8-9 log (cfu /g). Бактериалната култура влагахме в количество 350 ml за 50 kg суровина, осигуряващо обсеменяване с 6-7 log (cfu /g).

След осоляването опитните и контролни проби подсушавахме при температура 13⁰ C и относителна влажност на въздуха 75-80% за един до два дни. След отнемане на повърхностната влага, сушенето на пробите провеждахме при температура 12⁰ C, относителна влажност 77-80% и скорост на въздуха 0,15 m/s в продължение на 19-20 дни.

На 5-я ден от сушенето извършвахме еднократно пресуване на винтова преса за 24-часа.

На 18-я ден от сушенето опитните и контролни проби кайзеровахме с кайзероваща смес със състав 50% чимен, 30% червен пипер, 20% счукан чесън, като към сместа добавяхме вино до получаване на гъста хомогенна каша. Така кайзерованите проби подсушавахме при гореупоменатите температурни и влажностни условия за 3-4 дни.

Целият производствен цикъл продължаваше 22 дни. По описаната технологична схема бяха произведени пет партии от контролни и опитни проби от „Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив”.

Екстрахирането на летливите съединения от готовите продукти извършвахме при ниска температура и в присъствие на инертен газ. За целта 25 g от месните продукти се смисаха в миксер и поставяха в цилиндричен стъклен ексикатор /диаметър: 65 mm, височина: 145 mm, като пробите се продухvat в поток от хелий в продължение на 40 min. (54 ml.min.⁻¹). Екстрахираните летливи съединения се адсорбират върху уловител Тенакс от автоматизиран динамичен апарат "Хедспейс" /хедспейс - парният натиск върху продукта/: ДСИДЕЛСИ.

Инжектирането на летливите съединения в газ-хроматографа /Хюлет-Пакард 5890 Серия II/, куплиран с Масспектрометър (Хюлет-Пакард 5971 А/ГС-МС), бе извършено посредством термична десорбция на уловителя при температура 250°C. Хроматографските условия бяха, както следва: неполярна капиллярна ДБ 5 колона /дължина: 60 m, вътрешен диаметър: 0,33 mm, дебелина на слоя на фаза-

та: 1 микрон/, температура на термостата /пещта/: 35 до 200°C с наклон от 3°C.min.⁻¹; скорост на програмиране, скорост на десорбция при инжектирането: 1cm³.min⁻¹; скорост на потока в колоната: 1cm³.min⁻¹. Масспектрите бяха определяни в йонизационна камера при 70 eV, като площите на всички пикове бяха получени посредством интегриране на общия йонен поток на спектрите. Резултатите са изразени в нанограми (ng) с помощта на външен стандарт /додекан/.

Резултати и обсъждане

Изследванията за установяване влиянието на бактериения *цям Lactobacillus plantarum* L₆ върху състава на летливите ароматични съединения на сурово-сушените месни продукти „Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив” показват, че екстрактната фракция съдържа различни алдехиди, кетони, алкохоли, киселини и други съединения, за които се приема, че участват в оформянето на аромата и вкуса на готовите продукти (табл. 1). В тази фракция се установяват и някои други летливи съединения, природата на които не е достатъчно проучена, поради което не бяха и от нас идентифицирани.

Получените при нашите изследвания летливи съединения в опитните и контролните проби сурово-сушени месни продукти, могат да се разделят на четири групи в зависимост от произхода им, а именно: съединения от ферментация на продукта; съединения от окисление на мазнините; от катаболизма на аминокиселините; в резултат на други процеси, извършващи се в продуктите (декарбоксилиране на киселини, естери-фикация) от летливите съединения от първата група (табл. 1). В опитните партии сурово-сушени продукти е идентифицирано значително разнообразие от монокар-боксилни органични киселини (табл. 1). Въпреки, че киселините със C20:0 и арахидоновата C20:4 не са идентифицирани, тяхното присъствие е твърде вероятно, тъй като те са елементи, участващи във вътрешномускулните липиди, съдържащи се в изходните месни суровини. Изглежда, поради тяхната неустойчивост, те бързо се окисляват.

Таблица 1. Ароматични съединения, идентифицирани в изследваните продукти „Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив” (ng)

Наименование	„Габровска кайзер пастърма”		пастърма „Пловдив”	
	опитни	контролни	опитни	контролни
Вещества от зреене				
етанол	52,63	23,45	57,82	22,76
оцетна киселина	1,20	1	1,64	1,08
оксалова к-на	11,43	8,20	10,58	7,46
бутандиолова к-на (сукцинат)	9,46	5,12	8,15	3,78
2,3 – бутандион (диацетил)	38,69	18,06	46,75	23,10
3-хидрокси-2-бутанон (ацетоин)	89,42	43,79	91,85	46,60
Вещества от липидно окисление				
пентан	16,75	10,29	16,52	11,74
хексан	10,13	7,44	10,50	8,63
хептан	96,84	69,52	82,10	78,67
октан	122,15	94,25	107,84	84,25
нонан	5,69	-	4,61	-
1-хептен	6,47	-	5,20	-
1-октен	8,16	-	6,83	-
2-октен	9,62	1,43	10,25	2,19
пентанал	10,43	-	12,68	-
хексанал	59,21	34,11	81,23	53,05
нонанал	11,65	-	12,86	<1
2-пропанон	94,32	73,65	117,60	98,35
2-бутанон	18,47	8,54	15,42	7,60
2-пентанон	24,17	11,83	38,40	16,20
2-хептанон	7,26	5,27	5,41	3,80
3-пентанон	2,19	1,10	2,64	1,15
пентанол	13,85	7,42	14,56	8,16
1-пентен-3-ол	12,53	6,64	12,56	7,85
1-октен-3-ол	23,72	12,50	17,49	9,61
Вещества от катаболизма на аминокиселините				
2-метилбутанал	6,95	4,32	5,89	3,80
3-метилбутанал	21,16	15,40	17,62	9,14
изопентанал	8,51	3,65	6,63	3,05
хептанал	12,47	3,81	11,35	3,96
изохептанал	7,22	1,60	5,18	<1
деканал	4,30	-	2,84	-
2-бутенал	1,12	-	1	-
2-хексенал	4,78	2,86	3,60	2,17
2-октенал	2,45	-	2,34	-
2-метилпропанол	11,56	-	10,82	-
3-метилбутанол	72,19	37,86	65,42	32,60
диметилдисулфид	4,65	1,07	3,74	1
Други				
бензен	5,93	2,15	4,38	1
толуен	100,95	80,91	120,34	100,56
m-ксилен	19,44	15,37	5,47	5,18
p-ксилен	14,90	13,58	4,56	4,60
o-ксилен	1,52	-	1,52	-
фенол	3,67	3,61	3,08	2,75
карбондисулфид	10,34	9,82	9,05	8,13
2-бутоксietанол	5,23	-	4,36	-
γ-бутиролактон	9,68	-	8,10	-
етилацетат	35,78	20,41	38,54	24,17
хексилформат	1	<1	1	1
тетрахлоретен	14,05	13,30	10,62	10,70

С известно основание можем да направим и предположението, че внесената стартерна култура (*щам L₆*) съдейства за по-интензивно разграждане на свободните летливи мастни киселини по пътя на микробиялния метаболизъм и съществено допринася за образуването на алкохоли, кетони, алдехиди и др. Тези съединения могат да се получат и посредством оксидативни изменения на свободните мастни киселини. Вторият вид реакции е улеснен от присъствието на пероксиди, получени от бактериите, присъстващи в месните продукти и от кислорода, проникващ през обвивката. Установените при нашите изследвания карбонилни съединения, които се натрупват в изследваните продукти са алкани, 1- и 2-алкени, 2, 4-алкадиени, също и 2-3-алканони. Много от нестабилните алдехиди рядко се натрупват и често се окисляват до карбоксилни киселини. Редица автори също посочват, че типичният аромат на сухи месни продукти се дължи на различни летливи съединения, които се образуват при катаболизма на захарите, мазнините, протеините и др. (Mottram, 1998; Olesen et al., 2004). В резултат на прибавяне на стартерната култура *Lactobacillus plantarum щам L₆* в сурово-сушените продукти - „Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив”, процесът на ферментация е по-интензивен, за което се съди по образуването и количественото натрупване на етанола, диацетила (2,3-бутандион) и ацетона (3-хидрокси-2-бутанон), (табл. 16). Техните количества в опитните колбаси почти се удвояват, в сравнение с контролните проби.

При втората група съединения, получени в резултат на окисление на мазнините, в най-голямо количество се образуват въглеводородите хептан и октан. Тези резултати са получени за опитните и контролните проби и на двата асортимента изследвани колбаси. Някои от кетоните, имат силна обонятелна характеристика, като 2-хептанон (пикантен мирис на синьо сирене). В най-голямо количество се съдържа 2-пропанон (табл. 1).

Наличието на п-алкани би могло да се дължи на автоокислението на липидите. Разклонените алкани са молекули, често срещани в прясното месо, което може да е резултат от окислението на разклонените мастни киселини, чието процентно съдържание в животинските тъкани е ниско, или произхождат от неосапунващата фракция на растителните продукти, включени в храната на животните.

Освен това, при автоокислението на свободните мастни киселини се получават алдехиди от по-нисък хомоложен ред. Трябва да отбележим, че някои от наситените и ненаситените алдехиди се образуват в незначителни количества, поради което не са идентифицирани в изследваните продукти. Също така, някои ненаситени алдехиди не могат да бъдат определени, поради тяхната температура на изпарение, нестабилност и способност за полимеризиране.

Установените въглеродни късоверижни компоненти с метилово разклонение, като 2-метилбутанал, 3-метилбутанал, както и идентифицираните алкохоли: 2-метилпропанол, 3-метилбутанол се отличават с висока летливост (табл. 1). В най-голямо количество се образува 3-метилбутанол, който в резултат на прибавяната стартерна култура почти се удвоява. Тази зависимост се наблюдава, както при „Габровска кайзер пастърма” (контролна - 37,86; опитна - 72,19), така и при пастърма „Пловдив” (контролна - 32,75; опитна - 65,42).

За тези съединения се счита, че могат да се получат в резултат на протеолизата при зреене на месните продукти, от липолизата или катаболизма на аминокиселините. Протеолизата в сурово-сушените месни продукти най-често протича под влиянието на ендогенните тъканни ензими. Някои протеолитични бактерии, каквито са лактобацилите също могат да участват в хидролитичното разграждане на месните белтъци и образуването на свободни аминокиселини. Повечето от аминокиселините в месните продукти са предимно в свободно състояние в месната маса след протичането на хидролизни процеси. Можем да приемем, че изследваният *щам L₆* оказва значително влияние и способства за образуването на едни от основните компоненти, обуславящи специфичния аромат и вкус на готовите сурово-сушени месни продукти.

Летливите продукти, образуващи се от аминокиселинния катаболизъм, вероятно чрез разграждане по Щрекер, се получават вследствие реакции на дезаминиране и декарбоксилиране на аминокиселините. При това, от една аминокиселина се образуват няколко карбонилни съединения, чиито въглероден скелет в значителна част се различава от този на изходните аминокиселини. Тази реакция довежда до получаване на алдехиди, имащи един въглероден атом по-малко, в сравнение с

изходната аминокиселина. Така например 3-метилбутанал се получава от лейцина и изолейцина, толуен от фенилаланина, H₂S от цистеина и метионина. От 4-та група съединения в най-голямо количество се получава толуен, като в резултат на прибавената стартерна култура неговото количество значително се повишава (табл. 1). При опитните проби „Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив” с бактериен щам L₆ се получава γ -бутиролактон, който вероятно е продукт на дехидратацията и циклизирането на γ -хидроксикиселини, за които се знае, че присъстват в животинските мазнини. Докато в контролните проби γ -бутиролактона се установява в значително ниски концентрации и дори следи от него.

Констатираните промени в стойностите за аромата на изследваните месни продукти показват значително по-високи оценки при опитните партии, произведени със стартерната култура. Резултатите от органолептичния анализ не противоречат на тези, получени

чрез определяне на ароматичните вещества с помощта на газовата хроматография и мас-спектралния анализ (табл.1). Тези резултати потвърждават становището, че влагането на бактериения щам L₆ създава необходимите условия за правилното протичане на процесите на ароматообразуване, в резултат на които се формира специфичният аромат на готовите продукти.

От табл. 2 е видно, че оценките по отношение на аромата на опитните продукти са значително по-високи от тези получени за продуктите, произведени без влагане на *Lactobacillus plantarum* щам L₆. Трябва да се отбележи, че не е установено значимо различие между оценките на този показател при опитните проби „Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив”, което ни дава основание да приемем, че стартерната култура оказва еднакво благоприятно влияние върху образуването на аромата на изследваните сурово-сушени продукти от нераздробено месо.

Таблица 2. Органолептична оценка на готови продукти от опитни и контролни проби от „Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив”, n=9

Показател	„Габровска кайзер пастърма”		пастърма „Пловдив”	
	опит	контрола	опит	контрола
Външен вид	8,32 ±0,04	7,25±0,04	8,29±0,05	7,21±0,04
Цвят на разрезна повърхност	8,54±0,05	6,89±0,05	8,31±0,05	7,20±0,03
Аромат	8,46±0,05	6,34±0,03	8,43±0,04	6,42±0,05
Вкус	8,11±0,04	6,90±0,05	8,15±0,05	6,55±0,02
Консистенция	8,19±0,08	6,34±0,06	7,82±0,07	6,40±0,04
Обща оценка	8,25±0,04	6,90±0,04	8,10±0,03	6,75±0,03

Установено е, че изследваните продукти от двата асортимента, произведени със стартерната култура получават по-висока оценка за вкус (табл.2). Освен това, вкусът на опитните проби се оценява със значително по-високи стойности в сравнение с тези на контролните проби. По всяка вероятност, използваният бактериен щам L₆ притежава способността да направлява протеолитичните процеси по време на зрееенето и сушенето и да допринася за получаването на приятен и характерен вкус за сурово-сушените месни продукти. От резултатите в табл. 2 се вижда, че не е установена значима разлика в стойностите за опитните проби между „Габровска кайзер пастърма” и пастърма „Пловдив”. По отношение на този показател обаче, с по-висока средна стойност е оценен асортиментът пастърма „Пловдив”.

Известно е, че комплексът за вкуса, състоящ се от много показатели, е в основата си резултат от въздействието на различни фактори върху продукта при неговата технология. Ето защо, може да се приеме, че бактериеният щам L₆ взема участие при зрееенето на сурово-сушените месни продукти, като процес от тяхното производство и създава възможност да се достигне по-пълна хармоничност, която предизвиква еднородно усещане при вкусовото възприятие. Освен това, използваната стартерна култура оказва положителен ефект с оглед постигане на по-добър ароматично-вкусов букет при опитните продукти.

Заклучение

Получените резултати от газхроматографския и масспектрален анализ ни дават основание да приемем, че използването на стартерната култура *Lactobacillus plantarum* щам *L₆* при производството на сурово-сушени колбаси създава възможност за увеличаване на количеството и обогатяване на разнообразието от веществата, формиращи екстрактната фракция. Тези вещества се включват при обуславянето на аромата на готовите продукти. Установено е, че приложението на щам *L₆* значително съдейства за натрупване на разнородни ароматични вещества. Това дава основание да се счита, че стартерната култура от щам *L₆* се явява подходяща за прилагане в производството на сурово-сушени колбаси и съдейства за значително натрупване на разнообразни ароматични вещества и подобряване на ароматно-вкусовите качества на продукта. В опитните проби са идентифицирани допълнително 12 съединения в сравнение с контролните образци. Анализът на получените резултати ни дава основание да приемем, че използваният щам *L₆* осигурява необходимите условия за правилното протичане на биохимичните процеси, в резултат на които се формира сензорната характеристика на сурово-сушените месни продукти и съдейства за получаването на готови продукти с висока органолептична оценка за качеството им.

Литература

1. Джевизов, Ст. (1984). Нашият опит в приложението на стартерни култури при производството на колбаси. *Инфор-мационен бю-*

летин, Институт по Месо-промишленост, София, год.XVII, бр. 4, с. 85-87.

2. Кисева, Р. Г. (1990). Съвременни технологии в месопреработващата промишленост. *Селскостопанска академия*, с. 40

3. Кьосев, Д. Д. (1971). Выделение полезных штаммов бактерий и их использование для улучшения технологии и качества вяленых колбас типа «Луканки». Автореф. дис. канд. техн. наук. М., 25 с.

4. Хорольский В.В. (1988). Направленное использование микро-организмов в мясной промышленности. Автореф. Дис. докт. техн. наук. М.

5. Mottram, D. S. (1998). Flavour formation in meat and meat products: a reviews. *Food Chemistry*, 62, 4, 415-424.

5. Olesen, P. T.; Meyer, A. S.; Stahnke, L. (2004). Generation of flavour compounds in fermented sausages – the influence of curing ingredients, *Staphylococcus* starter culture and ripening time. *Meat Science*, 66, 675-

6. Patarata, L., Judas, I., Silva, J.A., Esteves, A., Martins, C. (2008). A comparison of the physicochemical and sensory characteristics of alheira samples from different-sized producers. *Meat Science*, 79, 131-138.

Доц. д-р инж. Катя Вълкова- Йоргова
Университет по хранителни технологии
Катедра Технологии на месото и рибата”
Гр. Пловдив
e-mail: katia_jorgova@yahoo.com

Гл. ас. д-р инж. Диана Инджелиева
Университет „Проф. д-р Ас. Златаров
Колеж по туризъм
Гр. Бургас
e-mail: dindjelieva@abv.bg



ГОРИ И ОБЩЕСТВО

Мария Бечева, Никола Вакрилов

FORESTS AND SOCIETY

Maria Becheva, Nicola Vakrilov

ABSTRACT: For thousands of years man has lived in the woods and used their vast resources. It is affecting forests but this influence was practically imperceptible. Many years ago, the ancient representatives of the people believe that natural resources (which are also the forest) are inexhaustible. After many observations and analyzes, scientists have determined that there is direct correlation between the historical development of human society, social production and use of forests. Based on human needs and are based on the relationship between man and nature.

Forests have very many features that benefit the benefit of society, but the more mankind evolves, the more noticeable separation from nature. This requires studying the regularities in nature, and hence the study of forests. In order to study the actual situation is necessary to conduct research in primary forests, as unfortunately almost no longer remained. Small remnants of these forests are located on our continent, but access to them is extremely difficult, which led to their preservation in this form. Research and study of these forests is necessary in order to restore and maintain the ecological balance in a reclamation sites where the balance is violated. To establish laws and methods to maintain the ecological balance in forests is necessary to learn how to run primary natural forests. Therefore create reserves where it can be inspected and watch is the development of ecosystems naturally. Sustainable management of forest ecosystems requires the integration of social interests, economics, ecology and relation to the resource potential of forests.

Keywords: forests, society functions of forests, sustainable development.

Въведение

В зависимост от каква гледна точка ще погледнем на гората, и определенията за нея са много и разнообразни. От гледна точка на екологията, най-простото определение за гора звучи така: Това е една екосистема, в която доминиращите видове са дървета и храсти. Ако трябва да се задълбочим обаче ще забележим, че не само дърветата и храстите са представителите на горите. В нея се включват и специфичната тревна растителност, микробни и животински представители.

Според българското законодателство под термина гора се разбира всяка една земна площ която е заета с храстови или дървесни представители и е по-голяма от един декар.

В различните точки на земното кълбо и разбиранията за гора са различни. В зависимост от това в коя точка на света се намираме определението за гора може да варира значително и по размер и по класификация.

Горските масиви покриват около 9.5% от повърхността на земята или около 30% от териториите на сушата. Учените смята, че в

миналото горите са покривали около 50% от сушата на земята но под влияние на човека и други фактори, процента е намалял значително и тенденцията е да продължи да намалява. Горите заемат важно място в човешкия живот, защото те представляват източник на много ресурси. Те участват в регулирането на климата, подпомагат намаляването на последициите от природни бедствия като наводнения и ураганни ветрове и други. Освен това в горските масиви се съдържат около 90% от наземните представители на биологичните видове (Barthod, 1993)

Първи допири на човечеството с гората

След дълги наблюдения и анализи учените са установили, че съществува пряка зависимост между историческото развитие на човешкото общество, общественото производство и използването на горите. На базата на човешките потребности се базират и взаимоотношенията между човека и природата.

В продължение на хиляди години човекът е живял в горите и е използвал от техните

необятни ресурси. Той е оказвал влияние върху горите но това влияние е било практически незабележимо. Преди много години, древните представители на хората смятали, че природните ресурси (каквито се явяват и горите) са неизчерпаеми. В горите те намирали място за домуване, място за набавяне на прехрана, скривалище и т.н (Байков, 1998). С еволюцията си обаче човекът открил, че освен за гореизброените функции дърветата могат да служат за отопление, за изходен материал за направата на по-удобни жилища, за направата на различни сечива които да улесняват техния начин на живот. Те ползвали горите напълно свободно и без никакви ограничения. Когато човечеството навлезнало в ерата на възраждането и промишлената индустрия (XVI – XIX век), с развитието на преработващата индустрия, консумацията на дървесина се увеличава а от там и тяхната площ. През последните десетилетия на миналия век мащабът на следите които нанася човечеството върху горите е голям. Според учените, почти половината от горите които някога са покривали сушата са били унищожени. Само за около 500-550 години площта на горите в световен мащаб е намаляла около три пъти. В цифри това ще рече следното:

- Изсечени са над 3,2 млрд хектара гори.
- Унищожени са били около 0,6 млрд хектара пасища.
- Количеството на кислород в атмосферата намалява всяка година с около 10 млрд тона.

Изчезнали са, или е била нарушена осезателно популацията на над 150 вида диви животни и птици (Найденев, 2010).

Горите в наши дни

Повишеното търсене на дървесина и бързите темпове на изсичане принуждават човечеството да обърне внимание на този тревожен проблем. Разработват се мерки чиято цел е да се намали количеството на унищожени горски площи. Въвеждат се репресивни и законодателни мерки. Стимулират се мероприятия свързани с залесяване, отглеждане и опазване на горите. Въвеждат се такси за достъп и ползване на дървесен материал. Но дори тези мерки не са в състояние да променят коренно темповете на унищожаване на горите. Най-потърпевши са горите които са лесно достъпни и в близост до градове, села и про-

мишлени сгради. Това е така, защото инвестициите свързани с добив са минимални.

Опазването на горите налага коренна промяна в политиката, използването на отпадъците, намаляване на свръх-потреблението, ценообразуването и стопанисването. В днешно време горите се срещат на всички части на земята с изключение на Антарктика и Гренландия. Голяма част от всички гори се намират в тропиците. От общото количество гори, голяма част се намират на територията на само седем държави. Това са Русия, Канада, Бразилия, САЩ, Индонезия, Китай и Конго. Според статистиката на територията на тези седем държави се намират около 60% от горите в света (Chauvin и кол., 1994).

Според данни на Световния институт по ресурсите през последните десетилетия, голяма част от унищожените гори са били в Европа, Северна Африка, Близкия Изток и Северна Америка. Благодарение на умела политика и заработили мерки в областта на опазването на им, горската покривка в Европа и Северна Америка се е стабилизирала. Това е така, защото териториите със заселените вторични гори попълват местата на обезлесените територии. Пак според данни на Световния институт по ресурсите от сегашните гори, едва 22% са от първоначалното естествено горско покритие (Carbiener, 1991).

Обезлесяването е един от сериозните проблеми пред които е изправено човечеството в борбата си за запазване на горите. Голяма част от горските масиви са с нарушени качества. Около 95% от горите в континенталната част на САЩ са били вече изсечени поне един път от момента в който са се заселили по тези територии европейците. В Европа този процент е не по-малко стряскащ. Едва около 1 процент от сегашната дървесина е първична. Около 2-3 от общата площ на горите е била изсичана поне 1 път. Въпреки, че тези гори след това се залесяват повторно тези места никога повече няма да бъдат същите. Дори гъстотата и височината на дърветата да достигне тази на предишната гора, в тези нови и променени екосистеми са рядкост случаите в които се възобновява пълното разнообразие от местни видове, поради нарушените екологични процеси характерни за естествените гори (Dubourdieu, 1982).

Замърсяването на въздуха също е определящ фактор за качеството на горите. Мръсният въздух отслабва тяхната здравина и ги прави по уязвими за въздействията на болестите,

вредителите, недостига на хранителни вещества и сушата. Особено силно това е изразено в Европа, Северна Америка и Азия. В Европа процента на умерно или силно обезлесените дървета (което е в резултат на замърсяването) е около 25. Тази статистика изглежда стряскащо, но в действителност положението е много по-сериозно, защото тези цифри са на база на официални правителствени данни. Много от държавите обаче не са в състояние да изготвят достоверни систематизирани оценки, а за момента не е изработен независим наземен или сателитен мониторинг (Chauvin и кол., 1994).

Увеличеното потребление и нарасналата търговия са основен мотив за изсичането на горите и използването на площите под тях за други цели. Като сериозен проблем може да се посочат субсидиите и поощряването на дърводобив, с цел превръщането на горите в обработваема земя и създаване на нови селища.

Търговията с горски продукти също е основен движещ фактор. Според данни на Икономическата комисия на ООН за Европа, законната регистрирана търговия с дървесни продукти възлиза на 115 млрд долара годишно и е един от основните сектори на глобалния пазар. В сравнение с 1950 година, търсенето на кръгли трупи за производство на хартия, за индустриални нужди, за отопление и други, е нараснало повече от два пъти. Увеличаващото се население на планетата не е основна причина за повишената консумация на дървесина. Най-голямата част от потреблението е при икономически развитите и богати страни. При тях броят на населението е относително постоянен (Deconchat и кол., 2004).

Влияние на хората върху горите

В миналото за добив на дървесина хората са използвали брадви а в последствие

и триони. Сега тези сечива са заменени от моторните резачки. Благодарение на тях времето за рязане намалява в пъти. Освен това за рязане на едно голямо дърво в миналото е бил необходим и сериозен човешки ресурс. Като се започне от рязането, където понякога се е налагало редуването на няколко човека поради изтощение, мине се през неговото нарязване и се стигне до транспортирането. В наши дни един човек въоръжен с един единствен моторен трион за един ден може да нанесе толкова порежения, колкото в миналото цяло

село не може да нанесе за 1 година. Освен това едрогабаритната техника позволява превозването на големи като количество и обем трупи, без да се налага разфасоването им в удобна за транспортиране форма (Barthod и кол., 1993).

Чрез изсичането на горите, човечеството губи много повече от дървесина. След дървесината най-продаваните горски продукти са корка, чдките, медикаменти, масла и други, като общата стойност на такива продукти надхвърля 11 млрд долара за година. Освен за продан, не бива да се пренебрегва и друг социално-икономически факт за горите. Освен, че осигуряват прехраната на местното население в бедни райони, това е и един от начините за оцеляване на милиони хора по света (понякога населението на цели градове работят като дървосекачи).

В годините до средата на XIX век, в развитите страни, лесно достъпния дървен материал беше изсечен, като дървесината в голямата си част беше използвана за гориво и за строителство. Голяма част от използваната в момента дървесина е все още от първични гори. Забелязва се тенденция обаче, процента на първичните гори да отстъпва по отношение на вторичните. Това е така, защото количеството на тези гори е намаляло значително и останалите запаси от тях са в трудно достъпни райони, което е икономически изгодно. За съжаление все още е и малък процента на дървесината която е извлечена от устойчиво стопанисвани гори.

Освен пряко (чрез изсичане) човечеството влияе и индиректно на горите. Поради своята немърливост или небрежност често стават мащабни горски пожари, като пораженията от тях са стотици хиляди декари всяка година. Много голяма част от опожарената гора е практически неизползваема и не може да се използва за нищо. Климатичните промени, замърсяването на въздуха и други са само малка част от факторите които оказват влияние върху горите (Заркова и кол., 2005).

Приложение на горските ресурси в ежедневието

Поради постоянно повишаващото се потребление, намаляването на количеството на горите и силния икономически и социален натиско доведоха до създаването на мерки, които целят по-ефективна употреба на дървения материал. Видно от данните на крупните

дървопреработватели в годините от 1950 до 1990 за производството на един тон промишлени дървесни продукти е изразходвана 23% по-малко сурова дървесина. Поради тази причина използването на много крайни продукти като хартия, шперплат и други, се увеличава много по-бързо от общия дърводобив.

Навлизането на компютрите и модерните технологии в заводите доведе до увеличаване на максимум количеството на използвания продукт от всяко отсечено дърво. Намира се приложение и на остатъците които в миналото са били изхвърляни като неизползваем продукт. Сега те се използват за целулоза, нови композиционни дървесни продукти, гориво и други които намират приложение във фабриките. Инвестира се в разработването на съвършено нови дървесни продукти. Доста от тези продукти имат много по-голяма здравина от техния аналог изработен от масивно дърво (Мардиросян, 2009).

Още от древни времена дървото се използва като основен строителен материал. Това е така, защото при неговото производство се изразходва по-малко енергия и производството е по-чисто в сравнение с производството на метали, бетон и пластмаса. Поради завишените цени, ниското качество и намаляващата наличност, строителните архитекти и предприемачи, еколози и горски работници се принуждават да търсят алтернативни начини за строителство и проектиране, които да са икономични, ресурсно ефективни и удобни. За да се намали осезателно количеството на използвания дървен материал е необходимо да се подобри рециклирането и да се ускори повторната употреба на вече използвани веднъж продукти. Като примери за това могат да се посочат, използването на материал които е бил използван при направата на кофражи за покривни конструкции. Освен това дървото което е останало при разрушаване на сгради би могло да се използва като гориво, или за направата на хартия и т.н.

От цялата добита дървесина, около 19% е изразходва за направата на хартиени продукти. Около 42% пък е количеството на дървен материал които отива за промишлени нужди. Тенденцията е дървесината която се използва за направата на хартия да се повиши значително и да достигне от 19% на 50%. През 1950 година количеството на произведена хартия е било около 50 млн тона. През 1998 г, това количество е достигнало около 300 млн тона. Очакванията на учените са, търсенето

на хартия в периода от 2010-2015 година да се повиши с 30-35% (Фариел и кол., 2007).

Защитни функции на горите в полза на обществото

Защитните функции на горите могат да се разгледат в няколко основни групи.

Хидрологическите функции на горите са свързани най-вече с противоерозионните функции. От една страна за да има почвена ерозия е необходимо да има голямо количество оттичаща се вода, която да отнася плодородния слой на почвата. От друга страна когато няма какво да спре водата която просмуква в почвата тя формира подпочвени оттоци. Гората играе съществена роля за предотвратяването на тези процеси. Чрез своята корона, те филтрират водата идваща от атмосферата от прахта. Освен това в короната се и задържа известно количество вода като не позволява до някаква степен образуването на течения които да ускоряват ерозионните процеси. Горите участват в голяма степен и в кръговрата на водата (Захариев и кол. 1999).

Климатът е друг фактор на който горите също могат да оказват влияние. Учените са установили, че на места където има силно изразени горски масиви, средните температури през зимата са с до около 2-3 °C по-високи, а през летните месеци до около 1-2°C по-ниски. По този начин те са установили, че с подходящ тип насаждения от горски тип, може да се постигне до известна степен и регулиране на климата (Couvreur, 1982).

Горите играят съществена роля и в газовия баланс на планетата. Не случайно те се наричат „белите дробове на планетата”. Част от газовете се абсорбират в листата на дървесните видове. Учените са установили, че листата на някои видове могат да абсорбират серен двуокис и да го включват в своите метаболитни процеси. Като пример за пречистването на въздуха може да се даде следния пример. Ако в един кубически метър въздух се съдържа около 0.10 мг серен двуокис, той може да се пречисти напълно ако това количество въздух мине през букова гора с размери около един хектар със скорост около 25 км в час. Когато обаче количеството е в по-големи концентрации, вместо да пречистват въздуха, горите биват увреждани. Някои дървесни видове са по издръжливи и са устойчиви на отровни газове. Такива са ясен, габър, топола, дъб и други. Като по чувствителни могат да

се посочат иглолистните представители освен това акация, бреза, бук и други (Chevassus-au-Louis и кол., 2009).

Освен като филтри за отработени газове, горите и ветрозащитните пояси от дървета могат да служат и като филтър за прахови частици съдържащи се във въздуха. Клоните и листата имат способността да задържат много голямо количество прах. След като тя се полепи по клоните и листата, тя бива отмивана от дъждовете и по този начин слиза в почвата. Най-голямо количество прах което задържи за един хектар е бука. Той може да задържи до 68 тона. След него се нареждат липата (42 тона), белия бор (35 тона) и смърча (30 тона).

Именно затова се препоръчва на места в близост до големи предприятия и заводи, аутобани, магистрали, градове и други силни замърсители да се изграждат защитни пояси от горски видове. От една страна те имат възпиращо действие на шум и вибрации, от друга страна играят роля на филтър спрямо прах и отработени газове. За изграждането на такива пояси се препоръчва насажденията да са с широколистни представители, тъй като те са по-устойчиви (Захариев и кол. 1999). Шумът който е резултат от техническия прогрес на нашата епоха е голям проблем. Този шум оказва влияние върху нервната система на хората. Учените са провеждали редица изследвания и са установили, че за поглъщане на шума е необходима гориста ивица с широчина около 120 – 180 метра. Ивицата с тази широчина ще е напълно достатъчна за улавянето на вибрациите и шума от автомобилите и тежките машини. Чрез тази преграда се постигат резултати, които се равняват на отдалечаване на коло 1800 – 2000 метра от шумоизточника (Захаринов и кол., 2002).

Устойчиво управление на горите

Колкото повече се развива човечеството, толкова повече ще се забелязва откъсване от природата. Това налага да се изучават закономерностите в природата, а от там и изучаването на горите. За да може да се изучи реалната обстановка се налага изследванията да се провеждат в първични гори, каквито за жалост почти вече не са останали. Малки остатъци от тези гори се намират на нашия континент, но достъпът до тях е изключително труден, което е довело и до запазването им в този вид. Изследването и изучаването на

тези гори е наложително за да може да се възстанови и поддържа екологичното равновесие при едно рекултивиране на терените, където се е нарушило равновесието. За да се установят закономерностите и методите поддържане на екологичното равновесие в горите е необходимо да се изучават как протичат в първичните естествени гори. Поради тази причина се създават резервати в които да може да се инспектира и наблюдава как тече развитието на екосистемите по естествен път (Найденев, 2010). В тези резервати не се допуска външно вмешателство. Наблюденията дават резултати които се използват за поддържане и възстановяване на екологичното равновесие. Използват се и при биологическо възстановяване на терени които са били унищожени или засегнати от индустрията. За да не се нарушава горския баланс е необходима коренна промяна в политиката на света. Необходимо е да се изравни количеството на изсечените гори с количеството на залесени гори, за да има бъдещото поколение също от този ценен ресурс (Байков, 1998). Екологическата ситуация в света изначението на горските екосистеми, като средообразуващ и климаторегулиращ фактор на планетата налагат в близко бъдещевсички горски ресурси да бъдат резултат от насочено проведен и добре инвестиран производствен процес, т.е. горските ресурси ще се явят като краен продукт от управлението и икономиката на горския сектор. Устойчивото стопанисване на горските екосистеми изисква интеграция на социални интереси, икономика, екология и връзка с ресурсния потенциал на горите (Schnitzler-Lenoble и кол., 2007).

Литература

1. Найденев, Я. *Учебно пособие по „Горски екосистеми“*, 2010 г.
2. Байков, Б. *Учебник по „Екология“ част 1*, 1998 г.
3. Заркова Ю., Милушев Г. *Метод за устойчиво управление на горите и опазване на околната среда чрез създаване на система за превенция и ранно оповестяване наранно оповестяване на противопожарна защита*, 2005 г.
4. Захариев, В., Райкова, Б. *Учебник по „Климатология и хидрология“ част 2*, 1999 г.
5. Захаринов, Б., Гъргъров, З., *Учебник по „Природни ресурси и природоползване“*, 2002 г.

6. Мардиросян, Г. Учебник по „Природни бедствия и екологични катастрофи”, 2009.
7. Фариел, Р., Хиндс, Р., Бери, Д., *Енциклопедия „наука за земята”*, 2007 г.
8. Barthod, C., Ollagnon H. *Vers une gestion patrimoniale de la protection et de la qualité biologique des forêts*, 1993г.
9. Carbiener, R. *La protection des forêts alluviales: un défi majeur confronté à de multiples blocages*, Revue Forestière Française, 1991 г.
10. Chauvin, C., Renaud JP., Rupé C., Leclerc D. Stabilité et gestion des forêts de protection
ONF-Bulletin technique, 1994 г.
11. Chevassus-au-Louis, B., Salles J. M., *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes, Contribution à la décision*, 2009 г.
12. Couvreur, S. *Les forêts de protection contre les risques naturels*. École Nationale du Génie Rural des Eaux et Forêt, 1982 г.
13. Deconchat, M., Balent G. Critères et indicateurs de gestion durable des forêts: la biodiversité. *Revue forestière*, 2004 г.
14. Dubourdiu, J. Les forêts de montagne et leurs fonctions multiples, *Revue Forestière Française*, 1982 г.
15. Schnitzler-Lenoble, A., Carbiener R. *Forêts alluviales d'Europe: écologie, biogéographie, valeur intrinsèque*, Tec & Doc, 2007 г
-

Мария Бечева PhD
Медицински Колеж към МУ–гр. Пловдив
Специалност ”рехабилитатор”
Пловдив - 4004
Бул. ”Братя Бъкстон”120
olivier@abv.bg

Никола Вакрилов
СОУ „Св. Св. Кирил и Методий”
Пловдив- 4004
Ул. ”Явор” 31
e-mail: koko_v@abv.bg



ПРИЛОЖЕНИЕ НА КОМПЮТЪРНИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ СПОСОБНОСТТА НА ПОЛИАРОМАТНИ ВЪГЛЕВОДОРОДИ ЗА СВЪРЗВАНЕ С ЕСТРОГЕНЕН РЕЦЕПТОР С ОТЧИТАНЕ НА ТЕХНИЯ МЕТАБОЛИЗЪМ

Милен Тодоров

APPLICATION OF IN SILICO TECHNOLOGIES FOR PREDICTING THE ESTROGENIC EFFECT OF PAHS WITH REGARD TO THEIR METABOLIC ACTIVATION

Milen Todorov

ABSTRACT: Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are ubiquitous environmental pollutants present in combustion products of fossil fuels, wood, and other organic materials. The estrogenic effect of PAHs has been confirmed and it was considered that it is strongly depend from the role of metabolism. The early identification of PAHs which may act as estrogen binders can be done by making use of computational tools for chemical risk assessment. As an area of growing concern a strategy for development of such tools is one of the primary tasks of governmental and international organizations. In the current study the estrogenic potential of series of hydroxylated and non hydroxylated PAHs is analyzed by using widely accepted and standardized computational tool. The obtained results suggest that the system is equipped with scientific reliable modules for prediction of the estrogenic potential of diverse chemicals as well as robust machinery for adequate metabolism simulation.

Keywords: estrogen receptor, QSAR, polyaromatic hydrocarbons (PAHs), metabolic simulation, computational tools

Introduction

Endocrine disruption has emerged as an environmental issue based on the hypothesis that exposure to certain environmental chemicals has an effect on hormonal activity and thus alters the endocrine system, increases the incidence of endocrine diseases and disorders, and adversely affects development in both humans and wildlife [1].

In recent years, a wide variety of structurally diverse environmental compounds have been identified as endocrine disrupters. Among these compounds are natural steroid hormones, pharmaceuticals, industrial chemicals including polychlorinated biphenyls, pesticides and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). PAHs represent a major class of organic compounds. They are formed in the environments related to production, refining, and application of coal, mineral oil, and oil shale as well as motor vehicle exhaust, and tobacco smoke [2]. Historically, human exposures to a variety of those complex mixtures have been associated with increased cases of health disorders.

A number of studies have suggested that PAHs may interfere with estrogen signaling [3,

4]. Recent investigation performed by Hayakawa et al. [5] led to the conclusion that non substituted PAHs did not poses estrogenic effect. On the other hand the authors states that metabolic transformation of investigated PAHs allows formation of hydroxylated forms which exert estrogenic effect. Hydroxylated PAHs (OH-PAHs) are formed from the corresponding PAHs in the presence of cytochrome P450 enzymes (CYPs) in human and animals [6], suggesting that the concentrations of OH-PAHs may increase easily in the body.

The latest legislative and government efforts were focused on finding out simple screening tools for identifying those chemicals most likely to bind estrogen receptor without experimental testing all chemicals of regulatory concern. The QSAR (Quantitative Structure-Activity Relationship) approach is a powerful *in silico* technique that should be considered for prioritizing chemicals for subsequent empirical assessments. This is supported by the five-level conceptual frame-work of the OECD [7] according to which the use of *in vitro* and QSARs is foreseen before use of *in vivo* tests.

The aim of the present study is to investigate the possibility of application of *in silico*

technology for prediction the estrogenic effect of PAHs with regard to their metabolic activation.

Materials and Methods

Estrogen binding data for PAHs. Chemical structures of PAHs used in this study are shown in Figure 1.

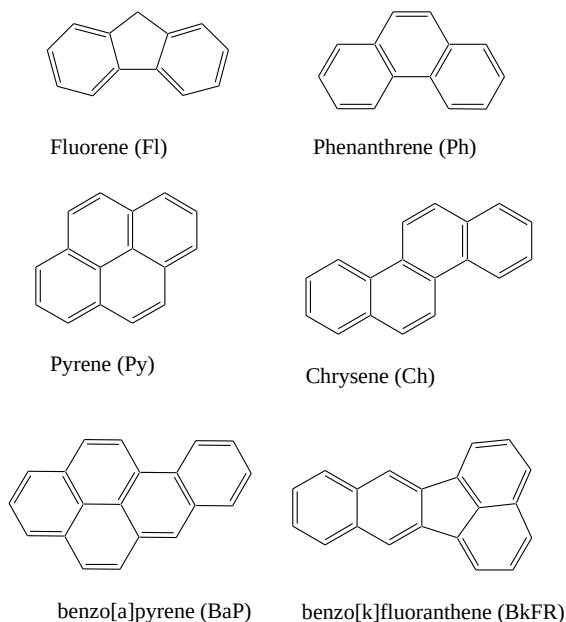


Figure 1. Structures of PAHs used in this study.

Experimental values for estrogen binding are listed in Table 2 [5]. Non substituted PAHs with three to 5-rings did not bind to the estrogen receptor (ER), while each of the corresponding OH-PAHs showed binding effect. Among them 2-OHCh 3-OHBaP and 8-OHBaP showed the strongest binding affinities.

Table 1. Binding affinity of PAHs and OH-PAHs to ER.

Number of rings	Abbreviation ¹	RBA ²
3	Fl	NB
	Ph	NB
	2OH-Fl	0.128
	2OH-Ph	0.232
4	Ch	NB
	Py	NB
	1OH-Ch	0.126
	2OH-Ch	0.406
	3OH-Ch	0.138
	4OH-Ch	0.012
	6OH-Ch	0.090

5	1OH-Py	0.110
	BaP	NB
	BkFR	NB
	1OH-BaP	0.187
	3-OHBaP	0.394
	8-OHBaP	0.376
	3-OHBkFR	0.150
	9-OHBkFR	0.205
	10-OHBkFR	0.115

¹Fluorene (Fl), Phenanthrene (Ph), Chrysene (Ch), Pyrene (Py), benzo[a]pyrene (BaP) and benzo[k]fluoranthene (BkFR); ²Relative binding affinity; NB-Non binder.

Metabolism of PAHs. It is well established that information on the metabolism of a substance is important when evaluating its toxic potential. The liver is usually the primary site of metabolism. The enzymes of xenobiotic metabolism have been divided into Phases I and II. The former involves oxidation of the parent molecule, e.g., by the mixed function oxidase activities of the many isoforms of the cytochrome P450 (CYP) family of enzymes. Phase II metabolism involves the conjugation of metabolites generated by oxidation reactions in Phase I to water soluble entities, e.g., glucuronidation and sulfation.

PAHs are extensively metabolized by cytochrome P450 enzymes in humans and animals [8]. The major metabolites of PAHs are monohydroxy phenols and dihydrodiols [9].

Computational tools for estrogen binding prediction. The assumption that biological activity is implicit from chemical structure offer a process to formalize this knowledge and an attempt to form some direct relationships between chemical structures and biological effects. There are a number of software packages for the prediction of human health effects and related toxicities [10]. These are described by the general term “expert systems”. Such systems allow different biological effects to be predicted directly from chemical structure and have been used by regulatory agencies and industry alike because of their ease of use and rapid application. Among the available systems one should point out the growing use of non commercial platforms for end-point predictions [11, 12].

OECD QSAR Toolbox. The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) is running a project, funded by the European Union and in collaboration with regulato-

ry bodies in Europe, Japan, and America to provide a tool suitable for use by the regulators. The system is designed, developed and currently maintained by the Laboratory of Mathematical Chemistry at “prof. Dr. Assen Zlatarov” University, Bourgas, Bulgaria [13]. The OECD QSAR Toolbox [14] is designed around the workflow a regulator/researcher would typically follow. The first step is to identify the chemical of interest, and the Toolbox allows standard options for chemicals input (SMILES, CAS, ECI code). When the chemical is entered it is possible to retrieve all available toxic data from the largest publicly available endpoint datasets incorporated in the system. If there is no information then the system provides option to investigate the chemical by using collection of profilers. Each profiler is related to a specific biological/toxic endpoint and it is organized as a combination of structural and/or molecular descriptors as rules.

The main advantage of the system is the opportunity to investigate a chemical with account to its metabolic fate. It is well known that the chemical in its parent form may not exert toxic effect however after metabolism a reactive metabolite can be produced which may damage biological macromolecules.

In the following two subsections details will be given for current versions of both *estrogen binding* profile and *in vitro metabolic simulator* incorporated in version 3.2 of the Toolbox.

Estrogen binding affinity profile. The incorporated ER binding profiling scheme is based on structural and parametric rules extracted from literature sources and supported by experimental data. The ER-binding profiler classifies chemicals as non binders or binders depending on molecular weight (MW) and structural characteristics of the chemicals:

- Very strong binders: Chemicals with MW between 200 and 500 Da and two rings with a hydroxyl group connected to each of them.
- Strong binders: Chemicals with at least one 5- or 6-members carbon ring with an unhindered hydroxyl or amino group and MW between 200 and 500 Da;
- Moderate binders: Chemicals with at least one 5- or 6-members carbon ring with an unhindered hydroxyl or amino group and MW between 170 and 200 Da;
- Weak binders: Chemicals with at least one 5- or 6-members carbon ring with an unhindered hydroxyl or amino group and MW less than 170 Da;

in vitro metabolism simulator. The current *in vitro* rat liver metabolic simulator represents electronically designed set of 509 structurally generalized, hierarchically arranged biotransformation reactions, which are characteristic for the metabolism for *in vitro* experimental systems such as rodent (mostly rat) liver microsomes and S9 fraction. A training set of 647 xenobiotic chemicals of a wide structural diversity, with experimentally observed metabolic reactions and pathways has been built, using published data on their metabolism in rodent liver microsomes and S9 fraction. On the whole, the simulator contains 450 – 470 enzymatic phase I transformations, such as aliphatic C-oxidation, aromatic C-hydroxylation, oxidative N- and O-dealkylation, epoxidation, ester and amide hydrolysis, carbonyl group reduction, nitro and azo group reduction, N-hydroxylation, etc. Additionally, 15 – 20 enzymatic phase II transformations, such as glucuronidation, sulfation, glutathione conjugation, N-acetylation, etc. are included with significantly lower priority than phase I ones.

The principal applicability of this simulator is associated with the reproduction as well as the prediction of the metabolic activation reactions and pathways of xenobiotic chemicals, which may elicit diverse array of *in vitro* biological effects.

Results and Discussion

The applicability of the Toolbox for predicting the estrogen binding potential for all PAHs listed in Table 1 is analyzed. A separate discussion for each chemical is presented in next subsections.

PAHs with three rings. In this group the analysis is based on two main chemicals Fluorene, Phenanthrene and their hydroxylated metabolites. Summary for estrogen binding predictions and simulated metabolites is provided in Table 2.

Table 2. Estrogen binding predictions and simulated metabolites for Fluorene (Fl), Phenanthrene (Ph).

PAHs	Observed RBA ¹	Predicted RBA	Simulated Metabolism ²
Fl	NB	Negative	
Ph	NB	Negative	
2OH-Fl	0.128	Positive	+
2OH-Ph	0.232	Poisitve	+

¹NB – Non binder; ² +/- simulated/not simulated metabolite

The estrogen binding prediction for both chemicals as parent structures is negative. The prediction is based on the fact that all requirements encoded in the Toolbox estrogen binding profile are not met.

A total number of five metabolites were simulated for Fluorene. One of them is predicted as non ER binder and the rest are classified to be moderate ER binders containing hydroxyl group. The observed metabolite 2OH-Fl is one of the simulated metabolites with positive prediction for estrogen binding.

As result of metabolic simulation eleven metabolites were generated for Phenanthrene. According to the profile six metabolites are predicted as non ER binders. The rest five metabolites are predicted to be ER binders with moderate activity. The observed and experimentally tested 2OH-Ph falls in this group. This is an indication for reliability of the system for both predictions the estrogenic effect and metabolism simulation of specific class of chemicals.

PAHs with four rings. PAHs related to this group are Chrysene, Pyrene and their hydroxylated metabolites. Summary for estrogen binding predictions and simulated metabolites is provided in Table 3.

Table 3. Estrogen binding predictions and simulated metabolites for Chrysene (Ch) and Pyrene (Py).

PAHs	Observed RBA ¹	Predicted RBA	Simulated Metabolism ²
Ch	NB	Negative	N/A
Py	NB	Negative	N/A
1OH-Ch	0.126	Positive	+
2OH-Ch	0.406	Positive	+
3OH-Ch	0.138	Positive	+
4OH-Ch	0.012	Positive	+
6OH-Ch	0.090	N/A	-
1OH-Py	0.110		+

¹NB – Non binder; ² +/- simulated/not simulated metabolite

In this group Chrysene and Pyrene as parent structures are predicted to be non ER binders due to the lack of hydroxyl group in their structures which is considered as extremely important key structural feature for estrogenic effect.

The application of the metabolic simulator results in generation of a total number of twelve metabolites for Chrysene. According to Table 3 all experimentally tested metabolites with exception of 6OH-Ch are simulated and they are pre-

dicted to be strong ER binders by the profile. It should be noted that the most potent binder among all investigated hydroxylated PAHs is 2OH-Ch. The highest potency is explained with its structural similarity with the endogenous hormone estradiol. More specifically the similarity is toward specific distance between the OH groups in 3rd and 17th positions in the steroidal skeleton. In the case for 2OH-Ch it is considered that the distance between hydroxyl group at 2nd position and the farthest hydrogen atom is almost the same with this one between OH groups in estradiol.

As a result of metabolic simulation three metabolites are generated for Pyrene. Negative ER binding prediction is assigned for two of them. The only positive predicted metabolite is 1OH-Py which is in agreement with its experimental data. This result suggests that the system is well tuned in respect to the combination of the ER binding profile and the *in vitro* metabolic simulator for four membered PAHs.

PAHs with five rings. In this group representative PAHs are benzo[a]pyrene (BaP), benzo[k]fluoranthene (BkFR) and their hydroxylated metabolites. Summary for estrogen binding predictions and simulated metabolites is provided in Table 4.

Table 4. Estrogen binding predictions and simulated metabolites for benzo[a]pyrene (BaP) and benzo[k]fluoranthene (BkFR).

PAHs	Observed RBA ¹	Predicted RBA	Simulated Metabolism ²
BaP	NB	Negative	N/A
BkFR	NB	Negative	N/A
1OH-BaP	0.187	Positive	+
3-OHBaP	0.394	Positive	+
8-OHBaP	0.376	N/A	-
3-OHBkFR	0.150	N/A	-
9-OHBkFR	0.205	Positive	+

¹NB – Non binder; ² +/- simulated/not simulated metabolite

The five-membered PAHs benzo[a]pyrene and benzo[k]fluoranthene are predicted to be non ER binders. The lack of hydroxyl group similar to the previously discussed PAHs is the reason for non binding effect.

The total number of the generated metabolites for benzo[a]pyrene is fifteen. Nine of them do not correspond to none of the rules related to positive ER binding effect. The rest six metabolites are predicted to be strong ER binders.

Among them 3-OH and 8-OHBaP were successfully generated and correctly predicted by the system. With one exception only - not simulated 8-OHBaP it can be concluded that the ER binding activity of hydroxylated BaPs can be successfully predicted by the system.

As a result of metabolism simulation for benzo[k]fluoranthene seven metabolites were generated. Three of them were predicted as non ER binders. Two different cases for negative prediction are identified. The first one is related to those metabolites in which the hydroxyl group is hindered by the presence of another substituent in ortho position. The existence of such substituent is considered to be responsible for lack of estrogenic effect. The second one is more trivial – there is no hydroxyl group at all positions in the chemical structure.

The other four metabolites were predicted to be strong ER binders. One of them is 9OH-BkFR which is experimentally confirmed to have estrogenic effect. Only one metabolite 3OH-BkFR was not simulated.

Conclusion

The prediction results for the estrogenic potential of PAHs with regard to their metabolism suggest that the use of the system Toolbox is highly reliable. It should be emphasized that the predictions strongly depend from the scientific quality for both the ER profile and metabolism simulator. In this respect the predictive rules able to discriminate the structural characteristics of PAHs from their hydroxylated forms are responsible for predictions which in larger degree coincidence with experimental data. On the other hand the largest part of the hydroxylated PAHs with experimental ER binding data was simulated and correct predicted. This can be used as external assessment of the high quality of the metabolic simulator.

References

1. Ankley, G., Bradbury, S. P., Hermens, J., Mekenyan, O. G., and Tollefsen, K.E. 1997 "Current approaches to the use of structure activity relationships (SARs) in identifying the hazards of endocrine-disrupting chemicals to wildlife." *Proceedings of the EMWAT Workshop*, pp. 19–40. SETAC-Europe, April 1997, The Netherlands.
2. IARC, 1983. Polynuclear aromatic compounds. Part I: chemical, environmental and experimental data. *IARC Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemical to Man*, vol. 32. Lyon, France.
3. Abdelrahim M., Ariazi E., Kim K., Khan S., Barhoumi R., Burghardt R., Liu S., Hill D., Finnell R., Wlodarczyk B., Jordan V. C., Safe S. 2006 3-Methylcholanthrene and other aryl hydrocarbon receptor agonists directly activate estrogen receptor α *Cancer Res.* (66) pp. 2459–67
4. Fertuck, K. C., Matthews, J. B., and Zacharewski, T. R. 2001 Hydroxylated benzo[a]pyrene are responsible for in vitro estrogen receptor-mediated gene expression of benzo[a]pyrene, but do not elicit uterotrophic effects in vivo. *Toxicol. Sci.* (59) pp. 231–240.
5. Hayakawa K., Onoda Y, Tachikawa C. Hosoi S, Yoshita M, Chung S, Kizu R., Toriba A, Kameda T, Tang N 2007 "Estrogenic/Antiestrogenic Activities of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Their Monohydroxylated Derivatives by Yeast Two-Hybrid Assay" *Journal of Health Science* (53) pp. 562-570
6. Stcha K.R. Starets M. E. Wang M. Liang L., Kenney P.M. and Hecht S.S. 2000 "Effects of benzyl isothiocyanates and phenetyl isothiocyanates on benzo[a]pyrene metabolism and DNA adduct formation in the H/5 mouse". *Carcinogenesis* (21) pp.1711-1719.
7. <http://www.oecd.org/env/ehs/testing/oecdworkrelatedtoendocrinedisrupters.htm>
8. Ramesh A, Walker SA, Hood DB, Guillén MD, Schneider K, Weyand EH. 2004 "Bioavailability and risk assessment of orally ingested polycyclic aromatic hydrocarbons". *Int J Toxicol* (23) pp.301–33
9. Bauer E, Guo Z, Ueng YF, Bell LC, Zeldin D, Guengerich FP. 1995 "Oxidation of benzo[a]pyrene by recombinant human cytochrome P450 enzymes". *Chem Res Toxicol* (18) pp.136–42
10. Cronin M., Jaworska J., Walker J., Comber M., Watts C., and Worth A. 2003 "The use of QSARs in International Decision-Making Frameworks to Predict Health Effects of Chemical Substances ". *Environ. Health Persp.* 111 (10) pp. 1391-1401
11. <http://ambit.sourceforge.net>
12. <http://toxtree.sourceforge.net>
13. <http://oasis-lmc.org/>
14. <http://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-assessment/theoecdqsartoolbox.htm>

Milen Peychev Todorov, PhD
 Department of Inorganic Chemistry
 "Prof. Dr. Assen Zlatarov" University
 "Prof. Yakimov" #1 str., Bourgas
 e-mail: mtodorov@btu.bg



КАТАЛИТИЧНО ВАЖНИ АМИНОКИСЕЛИННИ ОСТАТЪЦИ В ЕНДОКСИЛАНАЗИ ОТ *THERMOMICES LANUGINOSUS* (ДИВ И МУТАНТЕН ЩАМ)

Надка Бакалова, Светла Петрова, Димитър Колев

CATALYTICALY IMPORTANT AMINO ACID RESIDUES IN ENDOXYLANASES FROM *THERMOMICES LANUGINOSUS* (WILD AND MUTANT STRAINS)

Nadka Bakalova, Svetla Petrova, Dimiter Kolev

ABSTRACT: Two endoxylanases, RMB- wild strain (22 kDa) and $M_{1,2}$ - mutant strain (24kDa), from *Thermomices lanuginosis* were modified with several specific reagents. The catalytic role of the carboxyl groups was estimated through modification studies. Water-soluble carbodiimide (CMC) inactivated the xylanases rapidly and completely in a pseudo-first-order process indicating involvement of carboxyl groups in the catalysis. Treatment of the enzymes with diethyl pyrocarbonate (DEPC) resulted in modification of 2.71 histidine residues in the RMB and 1.42 histidine residues in the $M_{1,2}$. Titration of the enzymes with 5,5'- dithiobis-(2-nitrobenzoic acid) (DTNB) did not result in the release of 5-mercapto-2-nitrobenzoic acid, suggesting that no free thiol groups exist in enzymes. The lack of reactive thiol groups in the intact enzymes was confirmed using the specific cysteine modifiers – iodoacetamide and p-chloromercuribenzoate, neither of which had any noticeable effect on xylanase activities after 60 min of incubation. N-Bromosuccinimide (NBS) showed a strong inhibitory effect on both xylanases, suggesting that tryptophan residues are essential for the activity, since the presence of substrate protected the enzymes against inactivation.

Keywords: xylanase, chemical modification, *Thermomycetes*

Въведение

Ксиланът е важен компонент на растителните клетъчни стени и е изграден от основна верига β -1,4-гликозидно свързани D-ксилопиранозилни остатъци с разклонения, съдържащи неутрални захари като L-арабиноза или D-глюкуронова киселина (Bastawde KB. 1992).

Голям биотехнологичен интерес представляват ензимите, които разграждат ксилана, тъй като те намират приложение в различни отрасли на народното стопанство. Продуктите от ензимната хидролиза на хемицелулозите респ. Ксиланите могат да се използват за получаване на едноклетъчен протеин, етанол (екологично чисто гориво), ксилоза и ксило-олигозахариди (Beg, Q. K. 2001, Collins, T. 2006, Dhiman, S. 2008, Jang, Z. Q. 2005, Sharma, M. A. 2013).

Пълното разграждане на ксилана изисква съвместното действие на ензими, най-важния от които е ендоксилааназата. Ензимът къса връзката между вътрешните ксилопиранозилни остатъци.

В наша предишна работа ние описахме получаването и биохимичната характеристика на екстрацелуларните ендоксилаанози от *Thermomices lanuginosis* - див и мутантен щам. (Bakalova, N., 2002).

В настоящата работа представяме изследвания за установяване на каталитичните групи в активните центрове на две молекулно хомогенни ксиланози от термофилния щам-продуцент *Thermomices lanuginosis* (RMB-див щам и $M_{1,2}$ -мутантен щам).

Материали и методи

Ксиланът бе доставен от Sigma (USA); N-бромсукцинимид (NBS) и 1-циклохексил-3-(2-морфолиноетил)-карбодиимид хидрохлорид (CMC) от Merck (Germany); йодацетамид (IAA), диетилпирокарибонат (DEPC), 5,5'-дителибис-(2-нитробензоена киселина (DTNB) и 2-хлор-1,3,5-тринитробензоена киселина (TNBC) от Fluka (Switzerland). Всички използвани химикали бяха със степен на чистота р.а.

Определяне на ензимна активност и съдържание на белтък

Ендоксилазаите от *Thermomices lanuginosis* RMB- див щам и M_{1,2} –мутантен щам бяха пречистени и охарактеризирани, като бе отбелязано по-горе (Bakalova, N., 2002). Ендоксилазната активност бе определена със субстрат ксилан, разтворен в 0.05 M натриево-ацетатен буфер (NaOAc), с pH 4.8, при 40°C (Kanda, T.K., 1976). Ензимната активност бе изчислена чрез определяне на освободените редуциращи захари (Miller, G.L. 1959). Една ензимна единица бе дефинирана като количеството ензим, което катализира продукцията на 1 µmol редуциращи захари за 1 min при условията на определянето.

Белтъчното съдържание бе определено по метода на Lowry, използвайки като стандарт телешки серумен албумин (V фракция) или чрез определяне абсорбцията при 280 nm (Lowry, O. H. 1951).

Ефект на специфичните реагенти

Водно-разтворимият карбодимид (СМС) бе използван за модифициране на карбоксилни групи чрез инкубация на реагента (1-70 mM крайна концентрация) с пречистените ксиланази (0.08 mg/ml) в 0.05M MES / NaON буфер (pH 6.0) при 25°C за 60 min (Bray, M.R., 1990, Robinson, S. 1998). На определени интервали от време бяха вземани аликвоти и прибавяни към 90 µl 0.05 M NaOAc (pH 4.8) за прекъсване на ензимната реакция. Запазената ензимна активност бе определена при стандартни условия с ксилан като субстрат и изразена като процент от контрола (ензимна проба без реагент).

Превръщането на хистидиловите остатъци в ендоксилазаите в N-карбоетокси деривати бе извършено чрез третиране с DEPC а окислението на триптофанови остатъци чрез NBS по следната процедура: аликвоти (10 µl) от прясно приготвен DEPC (0.1 M в етанол) или NBS (0.5 mM в бидестилирана вода) бяха прибавяни последователно към ензимната проба (0.08 mg/ml) в 0.05 M MES / NaON буфер (pH 6.0) за DEPC или в 0.05 M NaOAc (pH 4.8) за NBS директно в кварцова кювета. След всяко прибавяне, повишението в абсорбцията при 242 nm (при DEPC) или понижението на абсорбцията при 280 nm (при NBS) бе регистрирано и бе определена остатъчната активност. Броят на модифицираните хисти-

динови или триптофанови остатъци бяха определени използвайки моларния абсорбционен коефициент 3200.M⁻¹.cm⁻¹ за карбоетоксилирания хистидин и 5500 M⁻¹.cm⁻¹ за триптофан (Chauthaiwale, J, 1994).

Ендоксилазаите (0.08 mg/ml в 0.05M натриево-фосфатен буфер, pH 7.8) бяха модифицирани с IAA (5-50 mM) при 37°C за 60 min за определяне на каталитично отговорните тиолови групи (Wen, L, 1999). Броят на свободните тиолови групи бе определен чрез титруване на ензимите (20 µM) в 5 M урея /50 mM Трис буфер (pH 8.0) с DTNB (1 mM крайна концентрация). Промяната в абсорбцията при 412 nm бе непрекъснато регистрирана и броят на тиоловите групи бе изчислено, използвайки абсорбционния коефициент 1.36.10⁻⁴.M⁻¹.cm⁻¹ за освободената 5-тио-2-нитробензоена киселина при 412 nm (Bray, M.R., 1990, Wen, L, 1999).

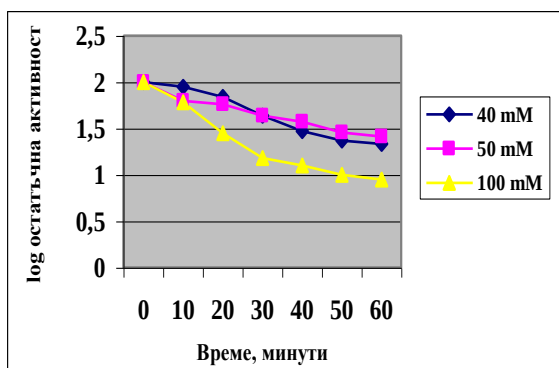
При всички реакции на химично модификации, способността на субстрата да предпази ендоксилазаите от инактивация бе извършено чрез инкубация на ензимите с модифициращите реагенти в присъствие на различни концентрации на субстрата при същите експериментални условия.

Резултати и обсъждане

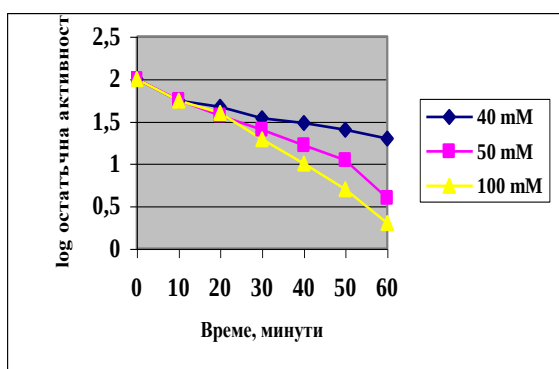
Пречистените ксиланази в концентрации 0.08 mg/ml в 0.05M MES/NaON буфер (pH 6.0) бяха инактивирани от специфичния за карбоксилните групи модифициращ агент СМС. Установено бе, че концентрации от 40 mM довеждат до 50% загуба на активността за период от 30 min, което показва включването на карбоксилни групи в ензимната реакция.

Полулогаритмичните криви за остатъчната активност като функция от времето за различни концентрации на СМС бяха линейни, което показва, че процесът на инактивация протича като реакция от псевдо първи порядък, доказано и за редица други хидролази (фиг.1, фиг.2) (Bray, M. R., 1990, Wen, L, 1999).

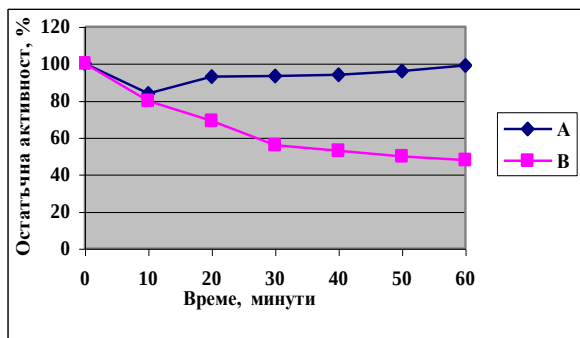
За да докажем дали карбоксилните групи, модифицирани от СМС са разположени в активния център, модифицирането бе извършено в присъствието на субстрат ксилан. Прибавянето на 0.8% към реакционната смес дава 100 % защита срещу 20 mM и 40 mM концентрации съответно на модифициращия реагент (фиг. 3).



Фиг. 1. Полулогаритмични криви за модифициране на хомогенна ксиланаза от дивия щам RMB с различни концентрации на СМС



Фиг. 2. Полулогаритмични криви за модифициране на хомогенна ксиланаза от мутантния щам $M_{1,2}$ с различни концентрации на СМС.

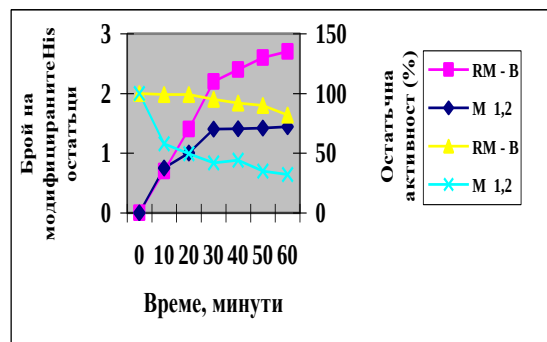


Фиг. 3. Протекция на ксиланаза със субстрат ксилан от инактивация на СМС; **А**-в присъствие на субстрат; **В**- в отсъствие на субстрат

Тъй като СМС модифицира също фенолни и тиолови групи при леко кисели условия, пречистените ензими бяха титрувани с DTNB и йодацетамид. Модифицирането на ензимите с 2 mM DTNB в присъствие на 1 % SDS при pH 6.0 за един период от 3 часа не освободи 5-меркапто-2-нитробензоена киселина като продукт (промяна в абсорбцията при 412

nm). Този резултат бе потвърден при ксиланазите от термофилния щам чрез реакция с 20 mM йодацетамид (специфичен модифициращ реагент за цистеинови остатъци) при pH 6.0 за продължителен период на инкубация. Това предполага отсъствие на цистеинови остатъци в катализираната от ензимите реакция.

DEPC в концентрация от 25 mM бе установено да модифицира 2.71 и 1.42 хистиридилови остатъци, съответно за ксиланазите от дивия и мутантния термофилен щам (фиг.4).

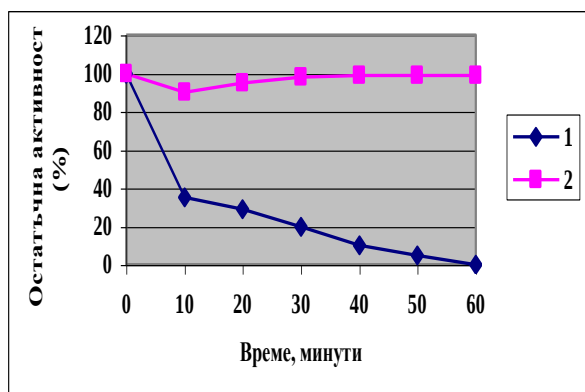


Фиг. 4. Модифициране на молекулно-хомогенни ксиланози с DEPC;

Модифицирането бе съпроводено със загуба на ензимна активност след 60 min инкубация. Превръщането на хистиридиловите остатъци в N-епокси-карбамоил хистидин бе определено при абсорбционен коефициент ($\lambda=242$ nm) $3.2 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$. (Tabosa-Voz, S., 2011)

Включването на триптофан в активния център на ксиланазите (Kluepfel, D., 1990, Kolev, D., 1988) е необходимо за субстратното свързване в повечето гликозид-хидролази и играе доминираща роля като донор на протон в двойно-измествания механизъм на действие. Изследваните от нас ксиланози бяха инкубирани с ниски концентрации на NBS, специфичен модифициращ реагент за триптофанови остатъци.

При ксиланазите от *T. lanuginosus* концентрации на реагента от 10-100 μM доведе до загуба на ензимна активност, като при [100 μM] на NBS инактивацията бе пълна. В присъствие на субстрат ксилан само при ксиланазата от дивия щам бе запазена активността 100% дори и след 24 часа инкубация (фиг.5).



Фиг. 5. Протекция на ксиланаза- див щам със субстрат ксилан от инактивация с NBS: 1- в отсъствие на субстрат; 2- в присъствие на субстрат .

Протекцията на субстрата показва присъствието на триптофанови остатъци в активния център (фиг.5).

Модифицираните ензими мигрираха като единични белтъчни ивици върху SDS-PAAG и притежаваха молекулни маси, идентични на немодифицираните, което означава, че инактивацията не пречиства късане или агрегиране на ензимните молекули при триптофановите остатъци.

Изводи

Изследвани са каталитичните групи в активния център на молекулно-хомогенните ксиланази от *T.Lanuginosus* (RMB, M_{1,2}). Установено е участието на карбоксилни и хистидинови остатъци и при двата ензима. Триптофановите остатъци участват само при ксиланазата от дивия щам - RMB.

Литература

1. Bakalova N., S. Petrova, A. Ateva et al. 2002 Biochemical and catalytic properties of xylanases from *Thermomyces lanuginosus* RMB 44008 (wild and mutant strain), *Biotechnol. Lett.* 24: 1167-1172.
2. Bastawde KB. 1992. Xylan structure: microbial xylanases and their mode of action. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 8: 353-68.
3. Bray, M., R. A. J. Clarke. 1990. Essential carboxyl groups in xylanase A. *Biochem. J.*, 270: 91- 96.

4. Beg Q.K, Kapoor M, Mahajan L, et al. 2001. Microbial xylanases and their industrial applications: A review. *Appl Microbiol Biotechnol.*, 56: 326-38.
5. Collins T, Hoyer A, Dutron et al. 2006. Use of glycoside hydrolase family 8 xylanases in baking. *Journal of Cereal Science*, 43: 79-84.
6. Dhiman S, Sharma J, Battan B. 2008. Industrial Applications and Future prospects of Microbial Xylanases: A review. *Bioresources*. 3: 1377-1402.
7. Jiang ZQ, Yang SQ, Tan SS, Li LT, Li, XT. 2005. Characterization of a xylanase from the newly isolated thermophilic *Thermomyces lanuginosus* CAU44 and its application in bread making. *Lett Appl Microbiol*, 41: 69-76.
8. Kanda, T., K. Wakabayashi, K. Nisizawa 1976. Xylanase Activity of an Endo-Cellulase of Carboxymethyl-Cellulase Type from *Irpex lacteus* (*Polyporus tulipiferae*). *J. Biochem.*, 79, 5: 989-995
9. Kluepfel, D., S. Vatsvehta, F. Aumont, F. et al. 1990. Purification and characterization of a new xylanase (xylanase B) produced by *Streptomyces lividans* 66. *Biochem. J.*, 267: 45 - 50
10. Kolev, D. 1988. *Enzymology*. Publishing house "Nauka i izkustvo", Sofia
11. Lowry, N.O., N.G. Rosenbrough, et al. 1951 Protein measurement with the Folin phenol reagent, *J. Biol. Chem.* 193: 265 - 275.
12. Miller, G. L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar, *Analytical Chemistry*, 31, 3: 426-428.
13. Sharma M, A. Kumar. 2013. Xylanases: An overview, *British Biotechnol. J.* 3, 1: 1-28
14. Wen, L., Miao, Z.W., Qing, W.P. 1999. Chemical modification of xylanase from *Trichospora Cutaneum* shows presence of carboxyl groups and cysteine residues essential for enzyme activity, *J. Protein Chem.* 18, 6: 677-688.
15. Tabosa-Vaz, S., A. Kumar, et al., 2011. Purification and biochemical characterization of a xylanase purified from a crude extract for the determination active site residues, *African J. of Biochem. Research*, 5, 2: 43-56.

Доц. д-р Надка Бакалова
 Университет "Проф. д-р Асен Златаров"
 Бургас
 Медицински колеж, катедра Фармация
 e-mail: nbakalova44@gmail.com



УСТРОЙСТВО ЗА ИЗВЛИЧАНЕ НА ЕНЕРГИЯ ОТ БАВНО ТЕЧАЩИ ВОДИ

Пламен Райков

LINEAR DEVICE FOR EXTRACTING ENERGY OF SLOW FLOWING WATER

Plamen Raykov

ABSTRACT: This paper aim is to describe the main relationships during designing linear chain devices for energy obtaining from slow flowing water. A review of existing typical patents is presented.

The main dependencies ensuring maximum energy of this type of devices are drawn. Comparison between conventional and proposed a new device for extracting energy from river and tidal currents is made. A comparison is made of a chain with a turbine and straight relative to the water flow blades. The optimal relationship between velocity of streaming water and velocity of a chain with blades is described. The ratio between power characteristics of the extracted energy for different speeds of blades and for several constant speeds of the inlet stream of the water is shown, too. Calculations of output revolutions and extracted power are presented. On the basis of the theoretical results a new prototype with inclined blades was developed.

Keywords: water power system, blade-chain devices, linear turbines

Introduction

Much of the energy we use is produced in large power plants. Those plants extract it from various sources, such as coal, natural gas, petroleum etc., and then convert it into energy of choice, usually electricity since later this electrical energy can be easy transported where it is needed.

In 2011, total U.S. generation of electricity was 4 138.4 billion kilowatt hours [1]. The amount of electricity produced from each source of energy is as follows: coal – 42.24%, natural gas - 25.03%, nuclear – 19.25%, hydroelectric – 7.92%, wind – 2.92%, petroleum – 0.69%, wood – 0.9%, biomass - 0.48%, geothermal – 0.41%, solar – 0.04%.

Recently, in relation to day-to-day rising of fuel prices and the global pollution of the environment caused by carbon dioxide, one new trend for extraction of energy from renewable sources of energy occurs. One of these sources is waterfalls and water currents.

The most common method of energy using from water is hydro-electric power plant built to dams, where the water is flowing down and thus way rotates a turbine which captures energy to run a generator. An advantage of this method is that these hydro-electric power plants can work almost through the whole year even if the water

freezes at some places. The theory of this type hydro- electrical-power stations is widely described [2], [3], [4].

Construction of linear turbines to extract energy from the slow waters is based on researches in [5]. There are also chain-blade type devices that extract energy from slow-fluent water and tidal currents. There are papers of Studying of Gear Ratio in Wind and Tidal Current Power Generation Systems are presented for Darrieus-type turbine in [6].

A study of completely submerged linear turbine based of analogy of wind turbine as is presented in [7].

This type hydraulic power generating systems are designed to minimize equipment costs by simplifying the configuration and therefore to maximize efficiency of power generation by reducing the loss in hydraulic power and to allow an economical and convenient maintenance of the system.

The minimum current required to operate such devices is water speed around 1-2 m/s, but it can be even down to 0.5 m/s, depending on the particular technology approach. It is accepted that the optimal currents are in the 1.5-5 m/s range.

In general, chain-blade type devices are constructed on the basis of two or more rotating wheels, joined to chains, on which a system of blades is mounted. The blades, respectively the

chains, are moving with a speed lower than the speed of water flow, and this difference is converted to electricity by a generator.

Such devices are known from the mid-20s and with small differences they correspond to the basic principle of placing the different shapes and form blades or fluid foils (US Pat. No. 6,809,430 B2, 2004), one after another in order to obtain more power. As typical representatives of this class water power system (WPS) can be listed the following patents:

- WPS with a horizontal axis of gears – Pat.RU 2341679, kl. F03B17/0612, 2006;
- WPS conveyor assembly with the disposal of underwater spatial cassette type blades – Pat. RU 2227227/2002;
- WPS with Parachutes-US Patent No. 3 887 817,1973 [11], US Pat. 8,102, 069,2012;
- WPS with folding "pockets", type concertina - US Pat. No. 4, 054, 031, 1977;
- WPS with folding "wings" - US Patent No. 5,134,305 B2, 1992;
- WPS which uses accelerator facilities (confuzor-diffuser) with different types of wheels or the turbine-type converters - US Pat. No. 4,868,408 B2, 1989;
- Hydroelectric generator with the blades in the shape of rakes - US Patent No. 7,329,963 B2, 2008, US Pat. No. 7,213,398 and baskets-US Pat. 2,0130,187 B2, 2007;
- Hydroelectric-generating system with pulleys - US Pat. No 7,033,111 B2, 2006;
- Conveyor-type fluid energy-harnessing apparatus - US Pat.No 6,809,430 B2, 2004].

A major flaw in all these devices is that the blades (in particular drawers) are located one behind the other. In such a way the first blade as well as the each following one reduces the flow rate and the force of the water on all deployed behind blades. Acceleration channels are provided for some WPS which concentrate more energy on the first blade. Despite this the efficiency is still small due to shielding of the blades located one after the other. Another major drawback of most of these devices designed to be used for river's currents is the necessity to fix them with respect to the river flow with special stands. Amongst a variety of these patents, there are other systems which, in one way or another, are copied from one another and logically have a portion or all of the disadvantages of the aforementioned systems. as shown in Fig. 1.

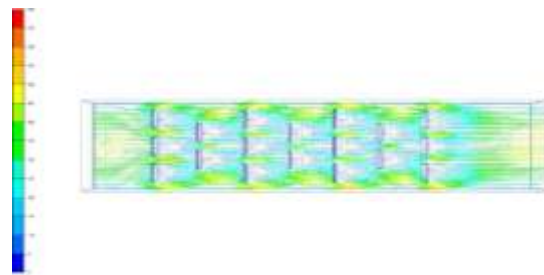


Fig.1.Water flow between blades arranged alternately staggered.

There exist a chain gravitation basket device published from N.M. Duy [8] where particular equations are given, but they not described the common principle of horizontal chain blade extracting devices. Currently an orderly theory for construction of such devices is very insufficient. Parts of it can be found in [9] and [10]. Therefore the aim of this paper is to describe the main relationships and rules for construction of new class of chain blade water WPS operating at low speeds of water flows avoiding the above described disadvantages.

Dynamics of the device

Let us assume that L is the length of device resp. the working chain and R is the radius or the chain wheels, in general case $L > 2R$, which gives an opportunity for increasing of the number of blades, or for increasing their areas. We can also tilting blades at angle α from water stree; to reduce the overall length of the device without shielding from the previous rows. Because $S = \text{const} > 0$ the equation for calculating the force F , which is acting on the one blade because of the water stream is $F = \Delta P / \Delta t$, where $\Delta P = P_1 - P_2$ is the change in the pulses caused from the water by the strike on the blade for small period of time Δt .

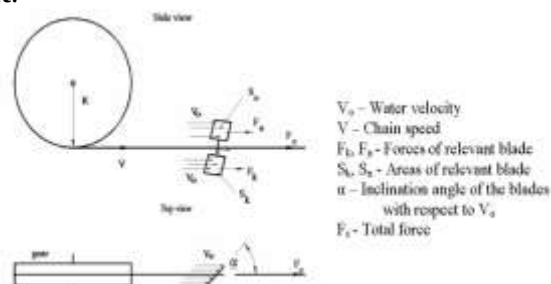


Fig.2.Schematic diagram of the acting forces.

Let's assume that the speed of the water flow is V_0 (speed after the acceleration of the water flow into the channel and before the contact with the device), and that the blades are fixed.

Then the total force F_c is the sum of the forces acting on all blades and S_c is the total area of all blades

Let the speed of the water jet is V_0 . Assuming the blade is moving at a speed V , then the amount of water that will meet the blade for a small period of time Δt is located in an imaginary prism formed by the area S of the blade and the length of the flow, which is $(V_0 - V) \cdot \Delta t$. The mass of water that is:

$$\Delta m_k = \rho_0 \cdot S_k \cdot (V_0 - V) \Delta t_p$$

It is assumed that at the strike point the water will lose part of its speed. Then:

$$P_1 = k_B \cdot \Delta m_k \cdot V_0 = k_B \cdot \Delta m (V_0 - V) = \rho_0 S_k (V_0 - V)^2 \Delta t.$$

Therefore,

$$F_c = \frac{\Delta P_1}{\Delta t} = k_B \rho_0 S_c V_0^2$$

Where k_B is a coefficients described by Betz <http://en.wikipedia.org/wiki/Betz%27>. Betz formulated this coefficient ($k_B=0,593$) for the maximum possible energy that can be derived from blade groups because of fluid action on them.

Betz considered a one-dimensional model for a plane turbine positioned in an incompressible fluid with rectilinear streams of constant velocity across any section of the current. In reality, the fluid streams are deflected from the rectilinear direction near the barrier, changing their motion to curvilinear trajectories and reducing their pressure on the turbine [11].

Because the blade moves with constant speed V (chain working speed) it should be taking into account in the above formula the relative speed that is $\Delta V = V_0 - V$. The difference between these two speeds gives us the power which can be maximal theoretically extracted from the water flow (according to Betz), namely:

$$F_c = \frac{\Delta P}{\Delta t} = k_B \rho_0 S_c (V_0 - V)^2.$$

Respectively the theoretical torque that is creates is: $M = F_c \cdot R$, where:

$$M = k_B \rho_0 \cdot S_c \cdot R (V_0 - V)^2.$$

Another factor which can be taken is the inclinations of the blades relative to the direction of water flow. For instance, if the turbine blades are rotated at an angle of 45 degrees in the formula for the blade area S_c a new multiplier $k_a=0,71$ has to be added, which reflects the reduced area. Third factor is the friction which is a result from the rotation of the sliding parts of the device as well as efficient and the friction in

of gearboxes and generator, accompanying the device ($k_A, \dots, k_i, \dots, k_n$). All these coefficients we denotes by k .

$$k = \prod_{i=1}^n k_i$$

If the k denotes the influence of all these factors, the formula for the torque looks like this:

$$M = F_c R = k \cdot \rho_0 \cdot S_c \cdot R (V_0 - V)^2.$$

From here, the power extracted on the output shaft of the unit would be:

$$P = M \cdot \omega = M \cdot \frac{V}{R} = k \rho_0 \cdot S_c V (V_0 - V)^2.$$

For optimal performance of the device we can find a relation between V_0 and V in order to achieve the maximum energy P .

Assuming that the extracted water from the power $P(V) = \text{const}$, and that all factors are also constant, then we can find the maximum of the function by the derivative:

$$\frac{dP}{dV} = k \rho_0 S_c (3V^2 - 4VV_0 + V_0^2).$$

First, it is clear that when V is zero the power is also zero, that is, $P(0) = 0$. Secondly, when $V_0 = V$, also $P(V_0) = 0$ and because $P(V)$ is a continuous function, therefore in the interval $(0, V_0)$ there will be a maximum. The graphics of the dependence of P from V for different values of V_0 is shown in Fig.3.

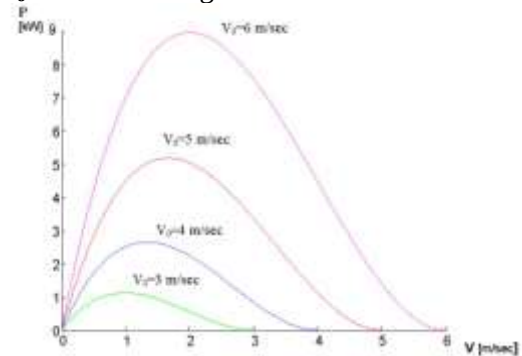


Fig.3. Power characteristics for different chain speed.

Analyzing the Fig.3 it can be seen that the water flow will give maximum power when the speed of the blades is $\sim 1/3$ of the speed of the flow and when the speed of the blades is larger and closer to the speed of the water in the channel accelerator system input supplied power will quickly converge to 0. This result is similar to the studies of [12], which is reach experimentally the dependence of the speed of compressible fluid (air flow) and wind turbine to obtain maximum power.

Therefore, the parameters of the device must be adjusted so that the blades have a speed close to $V_0/3$. Maximum (optimum) power will be

$$P_{\max} = P\left(V = \frac{V_0}{3}\right) = \frac{4}{9} k \rho_0 S_c V_0^2$$

Because k, S_c, ρ_0, R and F_c are constant parameters of the device, the speed of the blades V could be adjusted by changing the radius of the wheels R or with the inclining angle of attack of the blades α , so that V to be close to $V_0/3$.

Results

Based on the above research and design expertise a CAD-based project of chain-blade turbine with inclined vanes was developed.

The mechanical part consists two couples' dual bearing to the base wheels. On these wheels are mounted four chains, one above another with series of blades. Blades, fixed on the chains, actively interact with flowing water. The blades are inclined relative to the direction of flow of the water and allow a better use of the energy obtained of running water.

We divide the blades of small pieces to investigate S- effect the water between to neighbor group of blades as it is shown on the Figure 4.

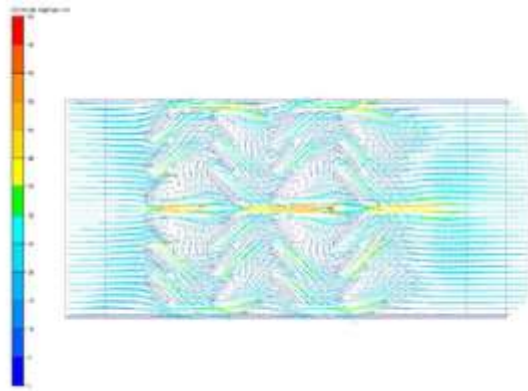


Fig.4. Fluid simulation of system with blades inclined at 45° to the flow (CAD model).

By the separation and inclining of the blades it appears S-shaped traffic flow owing to the action of secondary Bernoulli Effect between two adjacent rows of blades. In the simulation studies have shown that the velocity of the water increases. Visibly more even distribution of power between the rows of blades. This is due to the angle of orientation of the blades relative to the flow.

The fluid simulation of Figure 4 represents the behavior of the set of blades when they are

oriented at an angle of 45 ° relative to the water flow. There is a more uniform operation of the blades relative the embodiment of Figure 1. In other words, the effectiveness of the arrangement of the blades showing the position is higher. Moreover, this arrangement of the blades allows to reduce the overall size of the harvesting devise, because of the smaller size may fit a greater number of blades.

The angle of orientation of the blades can be varied, in order to avoid any increase in the shielding next of rows of blades. It depends on the desired output power and the overall dimensions of the devise. This allows flexibility in the design of the particular decision. Simulation at various angles of the blades has shown that such a device at a given angle can be obtained up to 25% more energy compared to this, as shown in Figure 1.

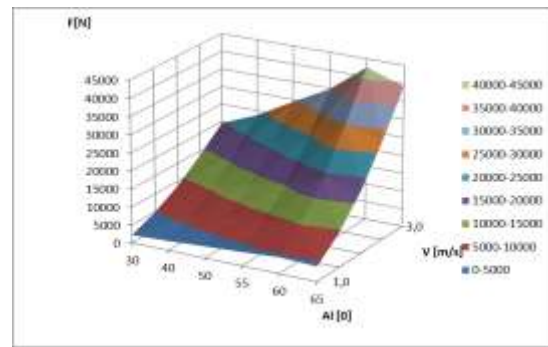


Fig.5. The graphics of the resultant force at different angles and speed on the water

Prototype and necessary equipment for tests was developed and manufactured by engineers from the Central Laboratory of Mechatronics – Bulgarian Academy of Sciences.

The documentation creation, development of a conversion device model and other supplying systems would contribute for development of these type devices as the robotized systems, working with human less technology.

Conclusion

The aim of the paper includes researching key of harvesting system dependencies of related, submerged in water blades, inclined at an angle relative to the water flow. The optimal parameters of the conversion device were investigated. Graphical presentation of the power characteristic is shown.

The advantage of this type of building power plants is the longest period of possible using of the equipment and the low cost of production and

maintenance. Another advantage is that they can run almost all year round, even in partial icing of the water flow.

The angle of orientation of the blades can be varied, in order to avoid any increase in the shielding next of rows of blades. It depends on the desired output power and the overall dimensions of the device. This allows flexibility in the design of the particular decision. Simulation at various angles of the blades has shown that such a device at a given angle we obtain the opportunity to be harvested up to 30% more energy compared to this, as shown in Figure 1.

Such similar devices with accelerate systems (confuser, working channel and diffuser) can be put on the pontoons in the rivers. The particular prototype of the device can be used for harvesting energy of tidal currents and irrigation channels. Some of such devices can be joint in power plants with different power in to dependence of energy needs.

Acknowledgements

The research was conducted as part of the project "increasing the efficiency and the quality of training of scientific potential in the field of Systematic engineering and Robotics" No-3.3.06 BG051PO001-0002, which is realized with the financial support of the operational program "human resources development", co-funded by the European Social Fund of the European Union – invest in your future!

References

1. *Electric Power Monthly*. 2013. Table 1.1, 1.1; U.S. EIA; February.
2. Rabie M. 2009. *Fluid Power Engineering*. McGraw Hill Professional.
3. Mobley, R. K. 2000. *Fluid Power Dynamics*, Butterworth-Heinemann.
4. Casey B. 2007. *How to Solve and Prevent Hydraulic Problems*. Copyright © Brendan Casey.

5. Lalander, E., M. Grabbe, M. Leijon. 2013. On the velocity distribution for hydro-kinetic energy conversion from tidal currents and rivers (Conference Paper). *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, Volume 5, Issue 2.

6. Kazuhisa N., M. Shiono, K. Suzuki. 2011. Study of Gear Ratio in Tidal Current Power Generation System. *Proceedings of the Twenty-first (2011) International Offshore and Polar Engineering Conference*, Maui, Hawaii, USA.

7. Ishida K., M.J. Service. Theoretical Conditions Related To An Open Channel Flow Linear Turbine.

http://www.frenchriverland.com/theoretical_conditions_related_to_an_open_channel_flow_linear_turbine-ishida_&_service.htm

8. Duy N.M. Micro Hydroelectric Power Plant with Chain Turbine.

<http://www.frenchriverland.com/final%20-%20Report%20Hydroelectric%20power%20plan.t.ppt>

9. M.J. Khan, G. Bhuyan, M.T. Iqbal et al. 2009. Hydrokinetic energy conversion systems and assessment of horizontal and vertical axis turbines for river and tidal applications: A technology status review. *Journal of Applied Energy*, vol. 86, issue 10, pages 1823-1835.

10. Lalander, E., Grabbe, M., Leijon, M. 2013. On the velocity distribution for hydro-kinetic energy conversion from tidal currents and rivers. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, Volume 5, Issue 2.

11. Gorban A., A. Gorlov, V. Silantyev. 2001. Limits of the Turbine Efficiency for Free Fluid Flow. *ASME Journal of Energy Resources Technology*, Vol. 123, pp.311-317.

12. Muler. G., Jentsch. M., Stoddart E. 2009. Vertical axis resistance type turbines for use in buildings. *J. Renewable Energy*. Volume 5, p.1407-1412.

Plamen Raykov

Institute of System Engineering and Robotics,
Bulgarian Academy of Sciences (ISIR-BAS)
Acad. G. Bonchev Str., bl.1, 1113 Sofia, Bulgaria
E-mail: plamen.raykov@abv.bg



РОБОТИЗИРАНА СИСТЕМА ЗА ОТСТРАНЯВАНЕ НА ПЛЕВЕЛИ ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА СЕНЗОРНА ИНФОРМАЦИЯ

Роман Захариев

ROBOTIZED SYSTEM FOR AGRICULTURAL WEEDING THROUGH THE USAGE OF SENSORS INFORMATION

Roman Zahariev

ABSTRACT: In the present report a High Technology for Robotized Weeding through the usage of sensors information, collected during the process of recognition of cultural plants, is described. This Technology is connected to the possibility for Ecologically "Clean" production of agricultural green stuff. Herewith are described the results of such type of robot, named **HortiBot**, developed in Denmark. Similar project is currently developed by the Institute of System Engineering and Robotics at Bulgarian Academy of Sciences. Despite its early stage of development we could already predict a positive results and good practical implementation based on the received results, which are also described in this report.

Keywords: Autonomous mobile robot, mechanical weed control, robotized weeding, image recognition, GPS navigation.

Въведение

Проектите за създаване на роботи за плевелоотстраняване без използването на химически вещества предполагат да се изследва точността и възможните ограничения при механичното отстраняване на плевелите при използването на сензорна информация от вградени телевизионни камери и GPS спътникова навигация. Компактните, устойчиви и с висока проходимост конструкции на тези роботи и тяхната повишена интелигентност могат да ги превърнат в една ключова технология за стабилно селскостопанско производство [1]. Развитието в компютърните и сензорните технологии поставя въпроса дали могат тези технологии да се приложат в селското стопанство, където напоследък се предявяват високи изисквания към качеството на продукцията, още повече по отношение на използваните химически вещества, например пестициди [2].

Както е известно съществуващите методи, най-вече ръчното плевене, водят до монотонна и изморителна тежка физическа работа. По данни на Датската организация на градинарите, в зависимост от интензивността на плевелите, се използват от 50 – 300 часа/хектар за отстраняването им [3]. Това време, отнесено към общото количество време, изразходвано

за производство на единица селскостопанска продукция, се явява твърде голяма процент, като заедно с това представлява тежък изморителен и монотонен труд.

Досегашният натрупан опит от съществуващите експерименти с роботизирани системи показва, че работата на оператора на работа при този процес се подобрява значително, от гледна точка на съкращаване на напрежението и подобряване качеството на работата [4].

Предварителните проучвания показват, че системите за роботизирано плевене имат потенциал да конкурират досега съществуващите методи, при снижаване на себестойността на разходите и дори при съвременните завишени изисквания към продукцията [5]. Това е и изискване на европейска директива – EU 178/2002 за повишаване производителността и безопасността на труда в селскостопанските производства.

В настоящия доклад се разглежда датската разработка **HortiBot** [6], експериментален прототип, реализиран през 2007 г., за високотехнологично отстраняване на плевели. Показани са и постигнатите резултати в Института по системно инженерство и роботика – БАН (ИСИР-БАН). Тази разработка засега е в начален стадий, но показаните резултати от изпитанията дават основание да се смята, че

усъвършенстването и реализацията ѝ в реални условия, е предстояща [7].

Робота **HortiBot** е способен да разпознава културните растения на няколко засети редове едновременно с помощта на вградени видеокамери [8]. Едновременно с това се използва и **GPS** модул, с който се отчитат координатите на положението на робота. Данните от сензорните системи са достъпни за оператора "online", в реално време, чрез **Internet** достъп.

По отношение на икономическата ефективност на механизираното отстраняване на плевели, специално с **HortiBot**, датските специалисти са изчислили, че инвестиция от \$32 000 - \$113 000, в зависимост от интензивността на плевелната маса и вграждането на допълнителни устройства, в условията на 100% отстраняемост е икономически оправдана [9].

Описание на конструкцията на робота **HortiBot**

Конструкцията на робота **HortiBot** е създадена на база на предшестваш модел **Spider ILD01**, робот, предназначен за работа в пресечени селскостопански райони. Той може да преодолява наклони до 40° и е изработен във фирмата **Dvořák Machine Division, Czech Republic**. Задвижването на 4-те колела се осъществява от централен хидравличен привод, а въртенето около осите им – с постояннотокowi двигатели [10].



Фиг. 1. Външен изглед на **HortiBot**

осъществява от паралелното завъртане на 4-те колела. Външният вид на новата разработка на робота **HortiBot** (усъвършенстваният модел) е показан на Фиг. 1:

Апаратни средства на робота **HortiBot**

Новото, отличаващо робота **HortiBot** от предишната разработка **Spider ILD01** е индивидуалното управление на всеки отделен колесен модул. Всеки колесен модул се състои от хидравличен привод за задвижването, постояннотокowi двигател за осово завъртане, сензори за скоростта и за ъгъла на завъртане и отделен самостоятелен контролер. Основният двигател представлява двигател с вътрешно горене, който работи в стационарен икономичен режим и задейства хидравлична помпа, създаваща налягане в хидравличната система, свързана със задействането на колелата, както и алтернатор, зареждащ акумулаторна система, която се грижи за захранването на постояннотокowi двигатели на управлението на отделните модули и механичната ръка, на която са разположени серия инструменти, в зависимост от обработката и плевелоотстраняването, което ще се извършва.

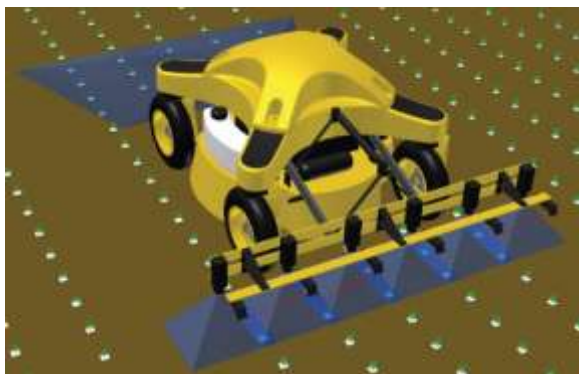
Софтуер – операционната система на НСС е базирана на Linux, iComLinux, разработка на Cetus, Дания. iComLinux установява Compact Flash card в състояние read-only, и в течение на изпълнението на командите, всички записи се извършват на RAM-памятта. Това дава предимство с оглед повишаване на сигурността, за да не се допуснат системни файлови грешки.

От гледна точка за сигурност и стабилност на мобилния робот **HortiBot**, както и с оглед на адаптируемостта към бъдещи изменения и подобрения, конструкторите използват големия опит, натрупан от автомобилната индустрия – по отношение предимствата на модулните конструкции. А те са: - всеки функционален модул има собствено управление и индивидуални функции; - всеки модул се тества независимо един от друг от централния компютър; - модулите са лесно приспособими към бъдещи приложения; - възможно е чрез апаратни средства да се реализират отделни функции.

Връзката между всички устройства на управлението се осъществява чрез високоскоростен CAN bus и сериен интерфейс RS 232. Общият управляващ модул е на база 32-битов микропроцесор, CPU модул, CANbus модул, сериен интерфейс модул.

Модулът за зрение, на фирма Eco-Dan A/S, Denmark [11], е нова стерео система с цветно зрение и с 3D информация на налични градински и селскостопански посевни насажде-

ния. Мощен цифрово-сигнален процесор (DSP) анализира постъпващите данни от изображенията. Чрез елиминиране на основния посевен материал, процесорът анализира наличието на плевели, разпознавайки ги по контур, цвят, височина, индивидуална листна маса и пр. Връзката между НСС и модулът за зрение Eco-Dan се осъществява чрез CAN bus. Схема на работа на модула за зрение е показана на фиг. 3:



Фиг. 3. Модулът за зрение Eco-Dan A/S на HortiBot. Отпред видеонаблюдението следи 5 посевни реда, отзад (на преден план) е показана механичната ръка, с прикрепени към нея инструменти за плевелоотстраняване

Управляващ модул за завъртане на колелата (кормилното управление)

Както беше отбелязано по-горе, 4-те колела са самостоятелни и всяко от тях е управлявано със собствен функционален модул. Основната задача на модулите е да управляват направлението на колелата и да измерват скоростта на завъртане. Модулът не може да управлява скоростта на задвижване (хидравличното налягане), но установява състоянието on/off на вентила (в случай на забуксуване на колелата). Генералното наблюдение и управление на завъртането и задвижването на колелата се извършва от НСС (Hortibot Control Computer).

Ръчен управляващ модул – стандартният трансмитер на Spider ILD01 е използван като remote control при HortiBot, но с известни изменения. Устройството се явява усъвършенствана и модифицирана версия на Transmitter NANO-L на фирма NBB Controls & Components AG, Германия, заложено при Spider ILD01, а в робота е вградено CANbus Receiver-R-CAN NANO-L/A2, устройство, позволяващо НСС да получава бързи директиви

от оператора чрез високоскоростен собствен CAN bus.

Проект на Института по системно инженерство и роботика – БАН (ИСИР-БАН)

Преди три години в ИСИР-БАН започна активна дейност по проучване на технологията за роботизирано плевене при отглеждането на селскостопанска продукция и по-специално на зеленчуци. Предимствата на тази технология са очевидни, които бяха споменати, във връзка с проекта **HortiBot**. За разлика от този проект, конструкцията на мобилния робот с висока проходимост, създаден в ИСИР-БАН предвижда ходова част на основата на триъгълни верижни комплекси от колела, както е показано на Фиг.4. При среща с препятствие предното колело на триъгълната конструкция се превръща в център на ротация, генерира се момент спрямо центъра на триъгълника и цялата конструкция се претъркава през това препятствие. Задвижването е реализирано с постоянноходови двигатели. Завиването се осъществява чрез прилагане на различен двигателен момент съответно на ляво или на дясно, с което робота завива.



Фиг.4. Мобилен робот с висока проходимост, създаден в ИСИР-БАН.

Всеки колесен модул се състои от постоянноходов двигател за задвижването, сензори за скоростта и отделен самостоятелен контролер. И 4-те верижни комплекси от колела са двигателни. Също така основният двигател представлява двигател с вътрешно горене, който работи в стационарен икономичен режим и задейства за разлика от предишния проект, само алтернатор, зареждащ акумула-

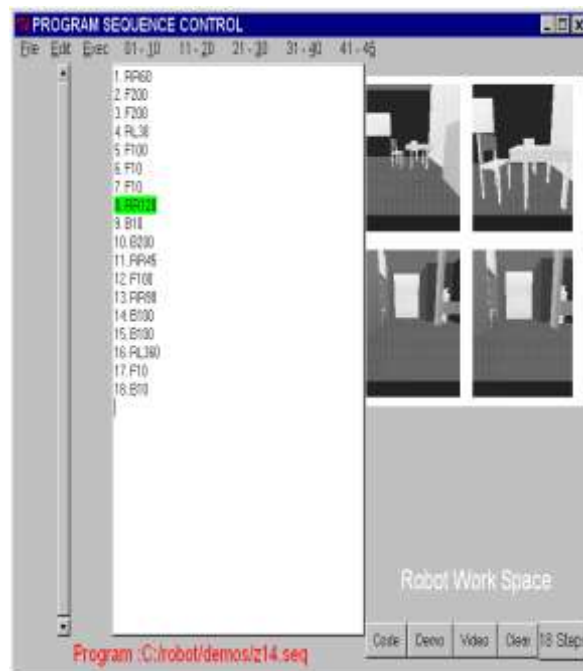
торна система, която се грижи за захранването на постояннотоковите двигатели на задвижването на отделните модули и механичната ръка, на която са разположени серия инструменти, в зависимост от обработката и плевело-отстраняването, което ще се извършва. При среща с препятствие и значително увеличение на съпротивителния момент тук има възможност да се използва т.нар. „Супер кондензатор”, който е в състояние за кратко време да осигури значителна допълнителна енергия, която да послужи при преодоляване на препятствието. По този начин управлението на робота е значително опростено, липсва скъпата и сложна хидравлична система и се постигат възможности за преодоляване на значителни по размер препятствия.

Апаратна част на системата за управление

И тук връзката между всички устройства на управлението се осъществява чрез сериен интерфейс RS 232. Общият управляващ модул е на база 32-битов микропроцесор, CPU модул, сериен интерфейс модул, както и GPS модул за навигация и GPRS за Internet комуникация. И тук е предвидено да се използва **Модул за зрение**, но за разлика от този на фирма Eco-Dan A/S, Denmark се използва 3D информация на налични градински и селскостопански културни посевни насаждения. Стратегията на използвания алгоритъм е тези растения да се запазят а всички останали да бъдат унищожени. Културното растение се разпознава по контур, цвят, височина, индивидуална листна маса и пр. Този алгоритъм значително опростява дейността на системата защото се разпознава само културното растение, а не многообразието от най-различни видове плевели.

Създаден е и Графичен интерфейс на потребителя (Graphical User Interface). На екрана на управляващия компютър на супервайзора се показват подходящо оформени „прозорци”, чрез които удобно и лесно се програмира робота. Този Графичен интерфейс е създаден чрез използването на езика TCL/TK и представлява мощен инструмент за програмиране на робота. Примерен екран е показан на Фиг. 5, като в дясната част се виждат изображенията на видеосистемата, както това което се наблюдава в момента, така и процеса на разпознаване. В лявата част на екрана се вижда

пореждата от стъпки на изпълняваната програма от робота.



Фиг. 5. Графичен интерфейс на потребителя

Класификация на физическите методи за унищожаване на плевели

Независимо от това, кой от физическите методи за унищожение на плевели ще се приложи, важно предварително условие е да има точно разпознаване и определяне на положението на засетия посев, независимо, дали този процес ще се осъществи от GPS, навигацията или ще се определи на място от системата за машинно зрение. Точното определяне на редовете, междуредията и разстоянията между отделните растения по протежение на редовете са предпоставка за правилното подвеждане на плевело-отстраняващите инструменти и успешно реализиране на този процес [12].

Физически методи за плевелоотстраняване

1. Инжекция със сгъстен въздух, перпендикулярно на горния слой на почвата, чрез клапани за превключване на въздушния поток. (**Air jet**).
2. Инжекция със сгъстен въздух, с добавен абразивен материал, насочена към листната маса на плевела, перпендикулярно, чрез серия от микросопла. (**Air jet with abrasive material**).

3.Ротационни иглено-стоманени четки с малък диаметър, работещи в и извън редовете. Имат и дълбочинно вкопаване. Монтирани са на манипулатор в задната част на HortiBot. Сравнително сложно управление. (**Brush weeder**).

4.Палцов плевелоотстранител, с вкопаващо действие. Състои се от два палеца, които извършват сложно въртеливо, вкопаващо-изваждащо и въртеливо движение, при което, при вкопаване, палците са събират един към друг, с цел подкопаване и изваждане на кореновата система на плевела. Палцовата фреза работи в и между редовете и се управлява от манипулатор, вграден в задната част на HortiBot и управляван от НСС. (**Finger weeder**).

5.Горелки, тип “Sievert”, с газ пропан, разположени перпендикулярно на редовете, унищожават листната маса на плевелите. (**Flame weeder**).

6.Гъвкави зъбци. Разравят повърхностно почвата. Манипулатор за трансверзално (напречно) движение в общия случай не се прилага, освен когато се изисква завишено вкопаване от зъбите в междуредиата. (**Flex tines**).

7.Захващащо въртеливо изтегляне на коренната система на плевела. Дълбочинно ротационно вкопаване, захващане и въртеливо изтегляне. Монтира се на роботизирана ръка с 3 управляеми оси. (**Grasp and twist weeder**).

8.Разряд с високо напрежение (14 kV), йонизиращ водата в листната клетъчна маса на плевела и съответното му унищожение. Задължително необходимо заземление. (**High voltage electrode**).

9.Нагрята вода (90 °C), съчетана с биоактивна пяна, разпръсквана от серия сопла, разположени отгоре и перпендикулярно на редовете. (**Hot water or hot water with foam**).

10.Индиректно третиране с топлина, подавана от 2 нагрети керамични екрана (плочки) с малки размери – 5 см. Използва се манипулатор, който извършва трансверзално и височинно направляване, и върти двете излъчващи плочки около листната маса на плевела. (**Infra-red**).

11.Лазери, от посочените типове – CO₂, ниодимови, диодни и пр. нагряват и изпаряват водата от тъкътната маса на плевела. Лазерните огледала се управляват от актуатори, тъй като е важно точното отстояние до плевела. (**Laser (CO₂, Nd:YAG, etc.), thermal**).

12.Лазери от посочените типове, но с по-голяма излъчваща мощност, които прогарят **Apical meristems** (семеделният лист) на плевела. (**Laser (CO₂, Nd:YAG, etc.), cutting**).

13.Третиране с течни азот или CO₂. Унищожаване на тъкътната маса на плевела чрез студ. (**Liquid N₂ or CO₂**).

14.Електромагнитно излъчване (2.45 GHz), провеждано през пирамидален вълновод, покриващо площ с размери 20x20 см, загрява водата в тъканите на плевела и води до молекулярно триене и унищожение; (**Magnetron (Microwaves)**).

15.Система от 2 малки подрязващи дискове, с диаметър 10 см., обработващи листната маса на плевела. Работят на 2 см над почвата. Необходимо трансверзално (напречно) движение и височинна настройка, както взаимното завъртане и ножово обхождане на плевела, се осъществява от манипулатор. (**Mower**).

16.Наторяване (пръскане) с биологичен материал, насочван чрез шлангове в зоната на плевела. Шланговете са свързани с манипулатор, осъществяващ точно позициониране на разтвора, за да не се засегне културното растение. (**Mulching with biological material**).

17.Ротиращи стоманени раздвижни брани. Брануват в горния слой на почвата около коренната система на плевела. Използват се с механизъм за вкопаване и за събиране на отделните зъбци при вкопаването за изкореняването на плевела. (**Rotating steel rods**)

18.Ротиращи вертикални ножове – система от 2 ножови глави. Прорязват горния слой на почвата. Съоръжени с манипулатор, осъществяващ трансверзално движение и дълбочинно вкопаване. Въртеливо движение на ножовите глави около плевела. (**Rotating vertical blades**).

19.Третиране с пара. Група от сопла, насочени надолу и перпендикулярно на плевела, въвеж-

дат пара с температура 175 °C. Системи от клапани, включващи и изключващи системата. (**Steam**).

20.Прочистващи мотики. Могат да бъдат влачещи и ротационни. Хоризонтално и вертикално управление – при влачещите. При ротационните – манипулатор, осъществяващ въртене около плевела. (**Sweep hoes**).

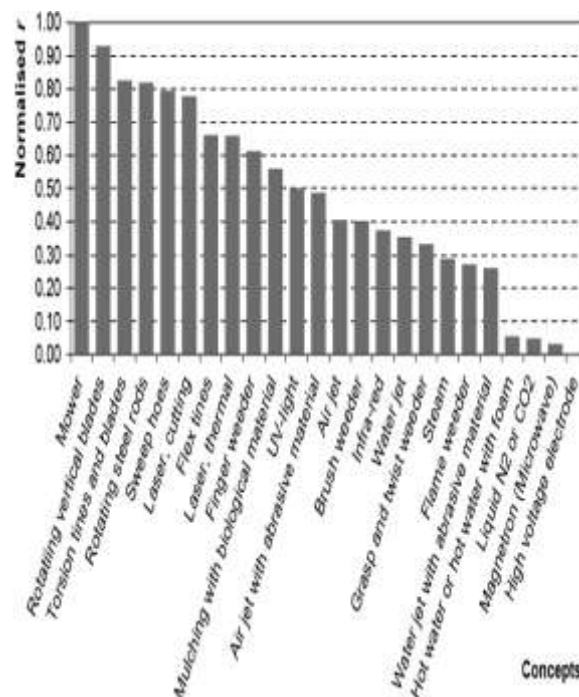
21.Усукуващи зъбци и ножове. Разравят повърхностно почвата и изкореняват плевела вътре в редовете. Задължително са прикачени към манипулатор, предвид сложните движения и за точно позициониране и незасягане на културното растение. (**Torsion tines and blades**).

22.Третиране на плевела с мощно UV-лъчение с енергия – 17 kJ, предизвикващо нагряване на тъканната маса. Осъществява се от система с 2 лампи, с трансверзално и въртливо около плевела движение, управлявано от манипулатор. (**UV-light**).

23.Водно-реактивна инжекция. Подаване на вода с високо налягане през дюзи. Работят в реда. система от 2 двойки дюзи, разположени под наклон и симетрично на реда, работещи близо до почвата и подаващи водни импулси в зоната на кореновата система. Клапани за включване/изключване на водата. Задължително е височинно регулиране. (**Water jet**).

24.Водно-реактивна инжекция, с абразивен материал, кварцов пясък. Работят в реда. система от сопла, разположени надолу и перпендикулярно на редовете. Клапани за бързо превключване на подавания абразив, за да не се засегне културното растение. (**Water jet with Abrasive material**).

На Фиг.1 са показани гореизброените методи за плевелоотстраняване, по данни на Датския Научно-технически изследователски съвет (STVF) и на Датския селскостопански Научно-изследователски съвет (SJVF), след извършени многократни тестове, височинно подредени по ефективност. По ординатата е показана стойност 1.00 = 100% отстраняемост на плевелите [13], а по абсисата са показани различните методи за механизизирано плевене.



Фиг.6. Методи за механизизирано плевене, приложими с HortiBot. Височинно представяне по перспективност.

Заклучение

Идеята за въвеждане на селскостопански работи в реални земеделски площи, въз основа на европейска директива – EU 178/2002, както и показаните добри резултати от полевите тестове на **HortiBot**, а също и от тестовете на други роботизирани плевелоотделящи системи – неразгледани в този доклад, а именно: **Green Trac**, **RTK-AutoSteer** и други [14], са предпоставка за внимателно вглеждане в проблема от страна на българските фермери, но също и от специалистите по мехатроника, тъй като всъщност тези работи са една мехатронна система и предвид натрупания вече литературен материал и знания, разработения проект и наличния потенциал на специалистите от ИСИР - БАН, е възможно, при съответно финансиране, да се премине на един следващ етап – опитни разработки на български роботизирани плевелоотстраняващи системи.

Литература

1. Bak, T., and H. Jacobsen. 2004. Agricultural Robotic Platform with Four Wheel Steering for Weed Detection. *Biosystems Engineering*. 87(2):pp. 125-136; Callaghan, V.,

- P. Chernett, M. Colley, T. Lawson, J. Standeven, M. C. West and M. Ragget 1997. Automating agricultural vehicles. *Industrial Robots* 4(5): pp.364-369; Edan, Y and A. Bechar. 1998. Multi-purpose agricultural robot. In: *Proceeding of The Sixth IASTED International Conference, Robotics And Manufacturing*, pp.205-212. Banff, Canada; Kassler, M. 2001. Agricultural Automation in the new Millennium. *Computers and Electronics in Agriculture*. 30(1-3): pp.237-240.
2. Jørgensen, R. N. 2005. Præcisionsjordbrug – hvor svært kan det være?. In: *Plantekongres 2005*, , ISBN 87-984996-6-1. (In Danish), pp.74-75; Nørremark, M., C. G. Sørensen, R. N. Jørgensen 2006. Hortibot: Comparison of present and future phyto-technologies for weed control. 2006 ASABE Annual International Meeting, Portland Convention Center, Portland, Oregon, 9 - 12 July 2006.
 3. Blackmore, S. 2004. From precision farming to phytotechnology. In: *Mechatronics & Robotics '04, Aachen - Germany, September 13 - September 15, 2004*, pp.1187-1189; Nørremark, M., C.G. Sørensen, R.N. Jørgensen, op. cit.
 4. Bak, T., and H. Jacobsen, op. cit.; Callaghan, V., P. Chernett, M. Colley, T. Lawson, J. Standeven, M. C. West and M. Ragget, op. cit.; Edan, Y and A. Bechar, op. cit.
 5. Bak, T., and H. Jacobsen, op.cit.; Jørgensen, R. N., op. cit.
 6. Nørremark, M., C. G. Sørensen, R. N. Jørgensen, op. cit.
 7. Sørensen, C. G., R. N. Jørgensen, J.M. Pedersen, M. Nørremark 2006. Hortibot: Application of Quality Function Deployment (QFD) Method for Horticultural Robotic Tool Carrier Design Planning - Part II. 2006 ASABE Annual International Meeting, Portland Convention Center, Portland, Oregon, 9 - 12 July 2006; T. Hague, J. A. Marchant, and N. D. Tillett. 1997. Autonomous robot navigation for precision horticulture. In: *IEEE Int. Conf. On Robotics and Automation*.Albuquerque,New Mexico, pp. 1880-1885.
 8. Åstrand, B. and A. J. Baerveldt. An agricultural mobile robot with vision-based perception for mechanical weed control. *Autonomous Robots* 13(1): pp. 21-35.
 9. Bak, T. and H. Jacobsen, op. cit.; Blackmore, S., op. cit.; Nørremark, M., C. G. Sørensen, R. N. Jørgensen, op.cit.
 10. Bak, T., and H. Jacobsen, op.cit.
 11. Åstrand, B. and A. J. Baerveldt, op.cit.
 12. Jørgensen, R. N., op.cit.; Melander B, and G. Rasmussen. 2001. Effects of cultural methods and physical weed control on intrarow weed numbers, manual weeding and marketable yield in direct-sown leek and bulb onion. *Weed Research*, 41: pp.491-508; Sørensen, C.G., H.J. Olsen, A.P. Ravn, and P. Makowski. 2002. Planning and Operation of an Autonomous Vehicle for Weed Inspection. In: *ASAE Ann. Int. Meeting/CIGR XVth World Cong., Chicago, Illinois, USA, 2002*. ASAE paper 021177; Sørensen, C.G., R.N. Jørgensen, J.M. Pedersen, M. Nørremark 2006, op.cit.
 13. Melander B, and G. Rasmussen, op.cit.; Sørensen, M., and T. Frederiksen. 2002, op.cit.; Sørensen, C. G., R. N. Jørgensen, J. M. Pedersen, M. Nørremark 2006, op.cit.
 14. Bak, T., and H. Jacobsen, op.cit.; Nørremark, M., C.G. Sørensen, R.N. Jørgensen, op.cit.; Sørensen, M., and T. Frederiksen. 2002, op.cit.

Acknowledgements

The research was conducted as part of the project "Increasing the efficiency and the quality of training of scientific potential in the field of System engineering and Robotics" No-3.3.06 BG051PO001-0002, which is realized with the financial support of the operational program "Human resources development", co-funded by the European Social Fund of the European Union – "Invest in your future!"

Roman Zahariev, Assoc. prof., PhD., Eng., Dpt. Director,
Institute of System Engineering and Robotics,
Bulgarian Academy of Sciences
Address: Acad. G. Bonchev Str., bl.1, 1113 Sofia,
Bulgaria, E-mail: roman.zahariev@abv.bg



ONE APPROACH IN ANALYZING THE DATA COLLECTED BY PORTABLE ECG DEVICE USING THE POWERPIVOT FOR EXCEL

Siniša S. Ilić, Alempije Veljović, Aleksandar Žorić, Slobodan Obradović

ПОДХОД ЗА АНАЛИЗИРАНЕ НА ДАННИ СЪБРАНИ ОТ ПОРТАТИВЕН ECG DEVICE ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА POWERPIVOT ЗА EXCEL

Синиша С. Илич, Алемпије Вельович, Александър Зорич, Слободан Обрадович

ABSTRACT: *The use of virtual instruments in measuring of various variables is more common now. One of good feature in using them is that improvements in such devices can be achieved easily by modifying software of devices. We developed the ECG portable device using virtual instrumentation, connected it to the database and added some useful attributes in order to help users to get more benefit from the device. By collecting a lot of data from ECG signals taken from the patients and data entered by cardiologists we performed analysis of data stored in the database by using MS PowerPivot for Excel and show to cardiologists that every user can today very easy perform the own analysis from data he/she collected during the work and improve own knowledge.*

Keywords: Data analysis, virtual instruments, business intelligence

Introduction

It is obvious that the knowledge is continuously improving by experience. Based on observation and reasoning and using the current knowledge, some rules in making decisions can be obtained. Patient care and medical research are examples of areas in which human reasoning is pivotal. Such thinking essentially entails the interpretation of real-world observations or data with the help of knowledge that is provided by experts. In principle, both data and knowledge can be stored in computers (Van Bommel and Musen 1997).

By using the databases with a large amount of data being collected and stored, it is important to develop software tools to assist in extraction of "information" or "knowledge" from data (Han et al. 2011)

We have designed a portable ECG device (Žorić and Ilić. 2006) that consists of: 1. Acquisition hardware – device that acquires analog signal and transform it in the form suitable for reading by PC and 2. Computer with software application – device that reads digital data, process it and presents results.

When digital data is stored in a computer it can be used for different types of processing as many times as needed by using different or same software. At the beginning we were wondering whether to perform some automatic recognition

of key ECG parts of signal or to let cardiologist to do it by themselves.

The attempts for automated recognition of P wave, QRS complex and ST interval dates from 1976 (Obradović and Milosavljević. 1988). There are also some other methods for automated segmentation of ECG signal (Kunzmann et al. 2002; Marchesi and Paoletti, 2004), but the main characteristic of all methods is that neither one can perform 100% accurate segmentation. Some of these methods can get almost perfect recognition of some segments, but if the ECG signal is "normal", i.e. if it is the signal of (very) healthy patient. This is the reason why we have decided to perform segmentation of ECG manually.

We came to idea that user (cardiologist) can mark points of the signal when he or she recognizes peaks of Q, R and S spikes. Also, the intervals (QRS, P-R, Q-T etc.) can be selected and labelled. In order to store markers and labels that user has manually created, software of ECG-device would offer two options: to save single point (marker) of signal or to save signal interval by saving start and end point (marker) of signal selection (Ilić et al. 2011).

The idea was that each marker should have three attributes that would be stored: marker identification number (MarkerId), marker type (single point, interval start or interval end) and marker label (peaks: Q, R, S and intervals: QRS, P-R, Q-T, R-R, etc.). Marker type and marker

label should be coded. The software would also offer the possibility for user to define new marker labels.

Because the signal is recorded in digital form, and the sampling frequency and voltages are known, we can measure the voltages of spikes and time interval of signal part selected.

By using stored ECG signal data with demographic patient data (like: age, sex) and data entered by cardiologist (diagnosis, signal part intervals), software users can always process stored data by creating queries like: what is the percentage of treated patients whose Q-T interval is less than 0.4 seconds and diagnosis is not tachycardia, or what is the minimal, average and maximal duration of QRS complex in D1 at patients with Left Bundle Branch Block. Sometimes cardiologist will try to compare durations of marked intervals for several visits of the same patient. In this way this software can serve in improving the knowledge of cardiologists by statistical processing of data they collected from their patients.

The ECG device properties

The proposed virtual electrocardiograph is created upon the user requirements suggested by cardiologists. The main user requirements were the following functional and control system performances:

- selection of one of twelve leads for real time monitoring and recording by the descriptive and intuitive GUI,
- recording of waveforms for each of twelve leads during a time interval of 6 seconds. The

software should enable recording of the ECG waveform 6 seconds prior or after the command is issued,

- database connection,
- printed report generation (waveforms of 12 leads and cardiologist diagnosis),
- easily portable and no additional power supply (plug into PC and use),
- 100 % patient's body insulation and negligible influence of inter-electrodes currents on heart bio-potentials.

The hardware part of the system is designed by using Microchip 8-bit microcontroller PIC16F876 and USB communication port of a PC is selected as interface for bilateral communication between hardware and a PC. The ECG signal is sampled with sampling rate of 960Hz. The design of software part of the instrument is based on the traditional style of ECG paper plots with additional overlay displays and other features such as: zoom, filter, database support etc. based upon proposals of cardiologists.

A sample screen is shown in Figure 1, with a description of the icons and dialogs. Monitoring of ECG waveform starts by clicking on the "start" icon. If a user chooses to record a waveform, the dialog for adding a new patient order appears. Then a user can either select a patient from the existing patients' database or add a new one. The database automatically creates a unique name and path of the file where recorded waveforms are going to be saved.

The ECG device is used the City institute for emergency medicine of Belgrade, Serbia.

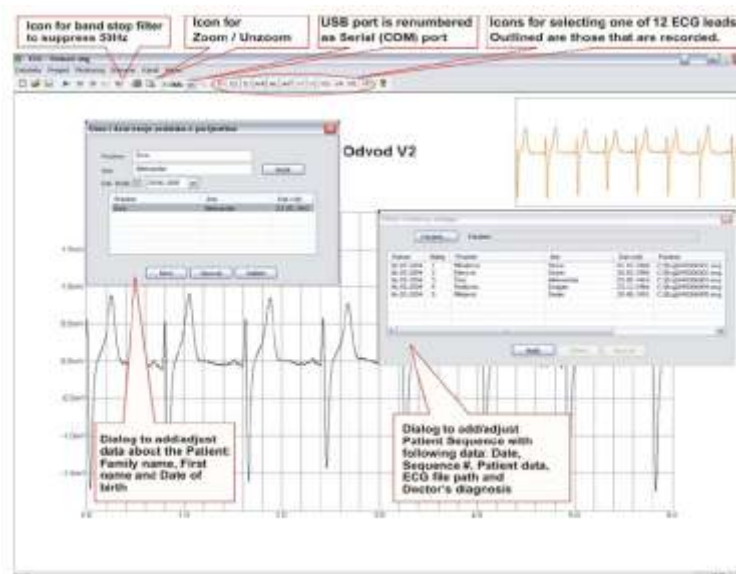


Fig. 1. Screen shot of the ECG screen with descriptions of functions

The database layout

The layout of the database used to store data on: patient records, ECG samples and markers is shown in the Figure 2. The administrative data about a patient is stored in the table **Patient**. Samples of 12 leads ECG signal per each diagnostic session are stored in one ECG file and the path of that file is stored in the table **Orders** together with doctor's comment, objective reading of the signal, diagnose, the flag on therapy taken by patient before ECG samples are taken and the flag if all ECG leads are saved.

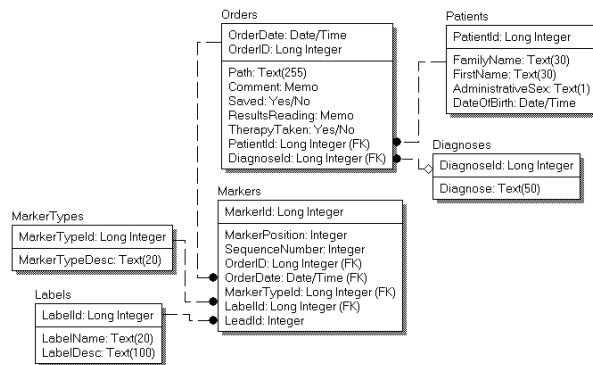


Fig. 2. The database layout

The marker positions with their properties (type, label and sequence number) are stored in the table **Markers**. In the figure 2 are also shown

code tables: **Diagnoses**, **MarkerTypes** and **Labels**. Some records of code tables mentioned are:

- Single point, Start of interval and End of interval in MarkerTypes;
- Left Branch Bundle Block, Acute Myocard Infarction and Arrhythmia in Diagnoses and;
- ST segment, QRS complex and PQ interval in Labels.

Labeling markers

Like mentioned before, there are two ways how user can label markers: 1) to label the single point in the ECG signal or 2) to label the signal range (time interval).

Any click on the main window where the ECG signal is drawn will cause text cursor (caret) to blink. By selecting shortcut in the menu Markers->Save Marker, the dialog will appear with the list of labels to be selected for this particular marker.

But, if the user hold down shift key and selects another point in the main window of ECG signal, the area of signal selected will be shown with inverted colors. By selecting shortcut from the menu: Markers->Save interval, the dialog window will be opened like presented in the figure 3. It can be seen in the figure that for each selected area user can see start and end sample. By knowing the sample frequency, it can be calculated also the time interval of range selected.

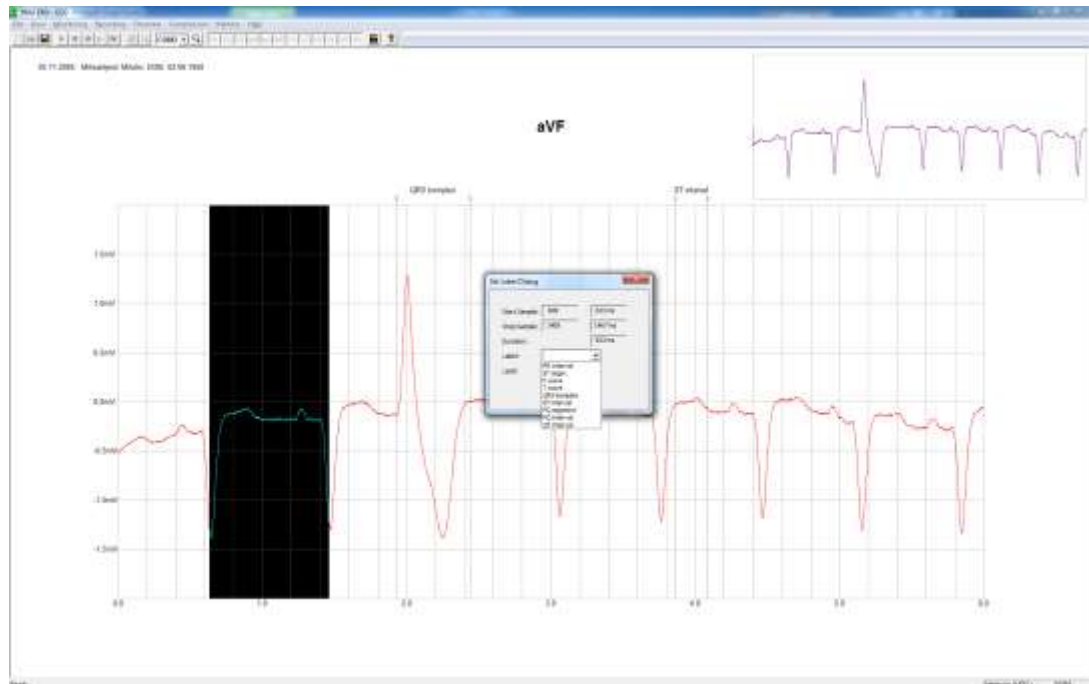


Fig. 3. Labeling "time interval" markers

It is clear from figure 3 that user can mark more than one area in the signal of one lead with the same label. For example, user can select: 1) RR interval from 0.63s to 1.47s in the aVF lead, and 2) RR interval from 3.07s to 3.74s again in the aVF lead. In this case the attribute “sequence number” in the table Markers will differentiate between first and second RR interval (in the first case sequence number will be equal to 1 and in the second case equal to 2). For each area two records will be stored in the database: selection start and selection end position markers.

For the clarity of interpretation of ECG signal for each patient, doctor can save in the database the “facts” – findings obtained from the signal (like: ST elevation in leads D1 and aVL up to 2mm, ST depression in D2 and D3 up to 3mm). In this way, anyone who reviews signals can read how diagnosis was obtained. In the figure 4 is shown the window dialog for entering: findings from the ECG signal, comments to be printed along with ECG signal, flag for therapy taken and diagnosis.

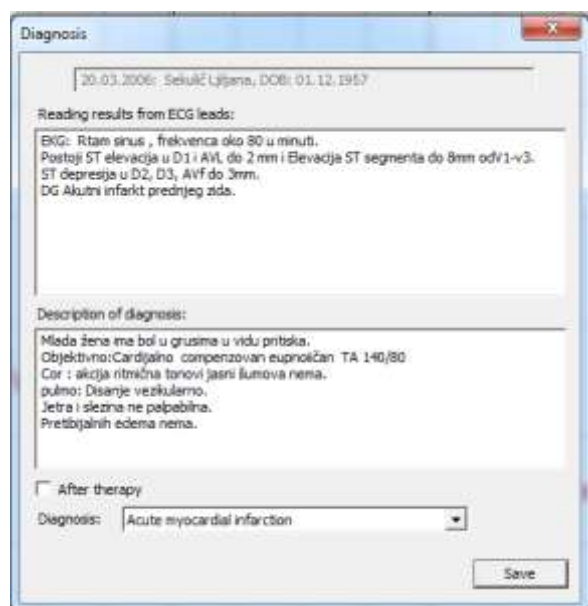


Fig. 4. Dialog window for saving diagnosis

Analysis of data recorded in database

The analysis of data recorded in large data bases is common process in forecasting trends in commercial business and in measuring the indicators in different areas of occupations. We found in the literature some of the similar examples: the measurement of the scholar performance of the pupils, correlated with the financial efforts from the scholar data warehouse (Păunică et al. 2010), analysis of surgical treatments (di-

agnosis, operation duration, therapy taken etc.) from the data warehouse in General Hospital in Vienna (Pühr 2002), measuring the student usage of e-learning resources (Sheehy et al. 2006) and others.

In the case we studied we tried to make an analysis of the markers of ECG signal that belong to signal areas – not to the single points. That is the reason why we created the pre-defined SQL query - in order to export data for analysis.

For each pair of Start and End position markers we calculated the number of samples between, and by knowing the sample frequency we calculated also the time duration of the signal limited by sample markers.

The result of the query is imported to the PowerPivot of MS Office Excel 2010 (PowerPivot is free add-in for Excel 2010) and creation of pivot charts is selected.

From the query result, the following data can be analyzed in the pivot: number of samples in selected signal area (width), time duration of signal selected (duration), diagnosis (diagnose), flag therapy taken (TherapyTaken), marker labels (LabelName), ECG lead (LeadId) etc. The set of data resulting from the query is not the final, because the PowerPivot allows creating of derived fields, particularly in time like: years, months, days (in the order date) or age groups (for example: from 1-18, from 19-30, 31-40, 41-50 etc.).

It is obvious that a number of analyses can be performed similar to:

- Distribution of most obtained diagnoses over the age groups and administrative sex;
- Distribution of most obtained diagnoses over the calendar years;
- Average time duration of time intervals for characteristic parts of ECG signal over the most frequent obtained diagnoses;
- The difference of average time duration of time intervals for characteristic parts of ECG signal over the most frequent obtained diagnoses before and after therapy taken;
- The average and extreme time duration (minimum and maximum) of time intervals for characteristic parts of ECG signal in pre-filtered (selected) patient over several patient visits etc.

The screen shot of results obtained after a few mouse clicks for Average duration of QRS complex (in milliseconds) over the most frequent diagnoses and administrative sex of patients is presented in the Figure 5.

One can see on the right side of excel window that Diagnose is selected to be presented on X

axis (in the part: Axis fields), Average of duration on Y axis (in the part: Σ Values), LabelName is pre-filtered (in the part: Report Filter) - we chose from the filter one label: QRS complex and the AdministrativeSex is presented by Legend (in the part: Legend Fields).

Creating of the charts or aggregated cross tables with using different dimensions to be put on X or Y axis (or in columns or rows in the case of presenting tables) and filtering is very easy to be done (Ruso 2011). So, it enables very easy manipulation in analysis of data collected during the normal work to average users (in this case cardiologists).

Conclusion

The advantage of virtual instrument is that, once the data appear at the input of digital device (PC, tablet, smartphone etc.) it can be stored and processed in different ways unlimited number of times. The quality of digital data never changes. Improving of features of such instrument is very easy – it is achieved by modifying the software according to the needs of user.

We developed the ECG portable device, connected it to the database and let users enter related data with ECG signal been recorded like:

DOB and sex of patient, diagnose of patient's health, lead of ECG signal where problem is detected, markers of regions analyzed etc. In this way a set of different data is stored in the database.

By exporting data from the database to MS Excel (we can say that Excel is nowadays part of commonly installed software on almost every PC) and analyzing it using pivot tables and charts in a few clicks of mouse button, we showed that any user can easily make a decent analysis of data he/she collected. The results of analysis will be again used in the standard medical cycle: observation, diagnosing and therapy and in this way the knowledge of cardiologist will be improved.

References

1. Han, J., M. Kamber, and Pei, J. 2011. *Data Mining: Concepts and Techniques*, 3rd ed. Morgan Kaufmann Publishers
2. Ilić, S.S., P. Spalević, A.Č. Žorić, M. Aleksić, N. Jančev, M. Petrović, and S. Obradović, 2011, Using of Pc-Based ECG Device in Collecting Data for Qualitative Research, *Međunarodna Konvencija o kvalitetu – JUSK, ICQ 2011*, Beograd,

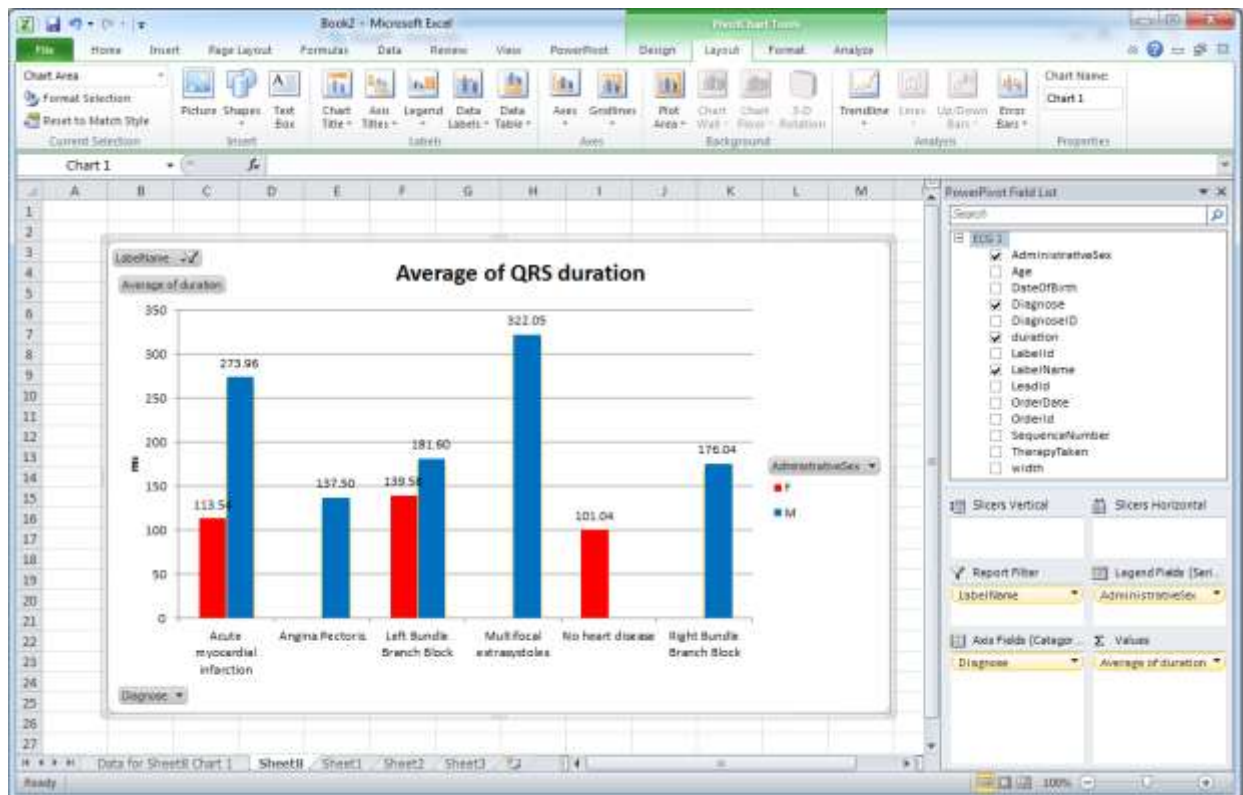


Fig. 5. The screenshot of ad-hoc analysis using PowerPivot for excel

3. Kunzmann, U., G. von Wagner, J. Schochlin, and A. Bolz, 2002. Parameter extraction of ECG signals in real-time, *Biomedizinische Technik*, vol. 47,

4. Marchesi, C and M. Paoletti, 2004. ECG processing algorithms for portable monitoring units, *The internet journal of Medical Technology*, ISSN 1559-4610, vol. 1, no. 2.

5. Obradović, M. and M. Milosavljević. 1988. *Digitalna Obrada Signala*, Beograd: Vojnoizdavački i novinski centar,

6. Păunică, M., M.L. Matic, A.L. Manole and C. Motofei, 2010. Measuring the Performance of Educational Entities With a Data Warehouse, *Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica*, 12(1),

7. Puhr, C. 2002. A thesis on the clinical data warehouse, Medical Information and Retrieval Systems, Medical University of Vienna, <http://cemsis.meduniwien.ac.at/mias/wf/publikationen/von-studierenden/>,

8. Russo, M., and A. Ferrari, 2011. *PowerPivot for Excel 2010, Give Your Data Meaning*, Microsoft Press,

9. Sheehy, P., G. Marcus, F. Costa and R. Taylor, 2006. Implementing e-learning across a faculty: Factors that encourage uptake, *Proceedings of the 23rd ASCILITE conference*, Sydney,

10. Van Bommel, J.H. and M.A. Musen, 1997. *Handbook of Medical Informatics*, Springer-Verlag

11. Žorić, A., and S. Ilić. 2005. PC-based system for electrocardiography and data acquisition, *Proc. of 7th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services TELSIKS, Niš, Serbia and Montenegro*.

Acknowledgement

This work has been done within the project „Optimal Software Quality Management Framework, supported in part by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia under Project No.TR-35026 and Project No III 044006.

Siniša, Ilić

Faculty of Technical Sciences, K. Mitrovica
Department for Computer Sciences and Informatics

Kneza Miloša 7, 38220 K. Mitrovica, Serbia
sinisa.ilic@pr.ac.rs

Alempije, Veljovic,

Faculty of Technical Sciences Čačak,
University of Kragujevac,
Svetog Save 65, 32000 Čačak, Serbia,
alempije@beotel.net.

Aleksandar Žorić,

Faculty of Technical Sciences, K. Mitrovica
Department for Electronics and Communications

Kneza Miloša 7, 38220 K. Mitrovica, Serbia
aleksandar.zoric@pr.ac.rs

Slobodan Obradović,

Serbian Academy of Sciences and Arts,
Institute for Mathematics
Knez Mihailova 35, 11000 Belgrade, Serbia
slobo.obradovic@gmail.com



ОБСЛЕДВАНЕ РАБОТАТА НА ИНСТАЛАЦИЯ КАТАЛИТИЧЕН РЕФОРМИНГ 1 В ЛУКОЙЛ НЕФТОХИМ БУРГАС С ЦЕЛ ОПТИМИЗИРАНЕ НА ПРОЦЕСА

Тодор Паличев, Красимир Жеков, Иван Чавдаров, Дичо Стратиев

INVESTIGATION OF THE CATALYTIC NAPHTHA REFORMING 1 IN LUKOIL NEFTOCHIM FOR INTENSIFICATION OF THE PROCESS

Todor Palichev, Krasimir Zhekov Ivan Chavdarov, Dicho Stratiev

ABSTRACT: This paper presents a survey of the installation of Catalytic Naphtha Reforming¹, conducted in Lukoil Neftochim in order to intensify the process. The investigations cover a period of one year (from March 2, 2012 to February 28, 2013). The change of parameters of the stationary reactors in the hybrid unit has been investigated. It was found that the value of the basic parameters depends mainly on the type of raw material processed, load of the unit, catalyst cycle life.

During the inspection of the installation the revelation between petroleum composition and unit mode was found. It was established that with higher content of naphthenes and arenas in the raw material the octane rating is achieved with lower temperatures in the reactors.

It was found that the plant has the best yield over 85,5% m/m on a load of 100 m³/h, allowing the accumulation of coke in 5-th reactor of 4.5% m/m.

A direct correlation between the liquid hourly space velocity (LHSV) and yields of reformat hydrogen, liquefied petroleum gas (LPG) was established. It was proved that with reducing the LHSV decreases the yields of reformat and hydrogen, but it increases the yield of LPG.

It was found that release of reflux liquid to atmospheric crude distillation unit reduced the yield of reformat. A direct proportional relationship between the vapor pressure of the stable reformat and his yield was established.

Keywords: catalytic naphtha reforming, catalyst, reformat.

Въведение

В днешно време нефтопреработващата промишленост е един от основните отрасли на световната икономика. В основата на всяка рафинерия са каталитичните процеси, от оптимална работа, на които зависи себестойността и конкурентоспособността на получаваните продукти [1]. В близко бъдеще за производството на моторни нефтени горива не се предвиждат сериозни конкуренти, въпреки все по-мощното навлизане на биогоривата и възобновяеми енергийни източници [2].

Подобрението на качествата на горивата и увеличаване на асортимента им е основна задача, с която нефтопреработващата промишленост трябва да се справи в условията на силна конкуренция и свити пазари [3]. Процента на сернистите, високосернистите и високопарафиновите видове нефт, предлагани на световните пазари непрекъснато нараства.

Това изисква пълноценното използването на вторичните процеси и особено каталитичните. Производството на горива, отговарящи на съвременните екологични изисквания и на изискванията на автомобилпроизводителите е невъзможно без използването на каталитичен реформинг, каталитичен крекинг, хидроочистка, алкилиране и изомеризация [4].

Процесът каталитичен реформинг (КР) използван за производство на високооктанов бензин, не е загубил своята актуалност през последните 45 години от своето промишлено приложение. Този процес заема ключова позиция в рафинериите, осигурявайки високооктанов компонент за бензиновия пул, водород за хидроочистващите инсталации, също така бензен, толуен, ксилен и други ароматни въглеводороди [5]. В момента каталитичният реформинг произвежда реформат с изследователско октаново число над 100. Рефор-

матът в състава на общия бензинов фонд е от 8% за Китай, 34% за САЩ, 48% за Западна Европа и до 54% за Русия.

Целта на настоящата работа е да се обследва работата на инсталация КР-1 в "ЛУКОЙЛ НЕФТОХИМ БУРГАС АД" в продължение на една година с цел оптимизиране на работата ѝ.

Описание на процеса

Инсталация КР1 се състои от няколко секции- „Хидрообезсерване и стрипинг“; „Платформинг“; „Непрекъсната регенерация на катализатора“; „Стабилизация“. Суровината за секция „Платформинг“ постъпва първоначално в секция „Хидрообезсерване и стрипинг“. В секцията суровината се подлага на почистване от органометални и хетеросъединения във водородна среда, при подходяща температура в присъствието на Al-Co-Mo катализатор.

Настоящата статия представя обследване на секция „Платформинг“. Тук нискооктановата суровина се преобразува във високооктанова. Основните реакции са дехидриране и дехидроизомеризация на нафтени; изомеризация на парафини; дехидроциклизация на парафини; хидрокрекинг и хидриране; образуване на кокс. Реакциите се извършват в четири реактора (P2,P3,P4,P5) в среда от водородосъдържащ газ и подходяща температура (табл. 1). Използваните катализатори в стационарните реактори са биметални Pt/Re. В P2,3 са тип RG-582 на фирма Prokatalys, а в P4 се използва тип R-56 на фирма UOP. В P5 използваният катализатор е еднометален за непрекъсната регенерация на фирма UOP тип R-134. Процесът е хибриден. Суровината преминава последователно през всички реактори. В полурегенеративен режим работят P2,3,4. За разлика от тях P5 работи в режим на непрекъсната регенерация на катализатора. Регенерацията на катализатора от P5 се извършва в секция „Непрекъсната регенерация на катализатора“ (НРК).

За циркулацията на водородосъдържащия газ (BCG) в обследваната секция се използва турбокомпресор (ЦК-1).

Влияние на отделните фактори върху процеса

Влияние на въглеводородния състав на суровината. Разпределението на парафини (P), олефини (O), нафтени (N) и ароматните

съединения (A) в бензиновата фракция определя богатството на суровината, което обикновено се изразява, чрез стойностите N+A или N+2A (характеристични индекси на суровината за реформинг).

Влияние на температурния интервал на кипене на суровината

Интервалът на кипене на суровината е ключов фактор в каталитичния реформинг. Началната и крайната точка на кипене на суровината не само определят разпределението на въглеводородите, но и значително влияят на условията на реакцията, върху добива на реформат, както и на степента на деактивиране на катализатора. Като суровина за процеса каталитичен реформинг се използва пряко дестилирана бензинова фракция кипяща в интервал 102 – 180 °C.

Влияние на температурата

Температурата, на която са подложени слоевете платформингов катализатор в реакторите е основен регулиращ параметър, който се използва за да се отговори на изискванията за качество на продукта. При увеличаване на температурата на реакцията, добива на катализат се понижава, но степента му на ароматизация нараства. Едновременно с това се повишава и октановото число на продукта.

Влияние на обемната скорост

Обемната скорост се дефинира като отношение на количеството суровина в m^3/h към обема на катализатора във всички реактори на секция "Платформинг" в m^3 . Обемната скорост(LHSV) оказва влияние върху добива и качеството на продукта. С увеличаване на скоростта на подаване на суровината се повишава и добива на реформат, но степента на ароматизацията му пада, което води до намаляване на сумарния добив на ароматни въглеводороди, спрямо изходната суровина. Това намаляване в определени граници може да се компенсира с повишаване на температурата на реакцията. При много ниска обемна скорост могат да възникнат термични реакции, които да намалят добивите на реформат и водород. Оптималните обемни скорости при ароматизация на нискооктанова бензинова фракция се движат в интервала от $1.0 \div 2.0 \text{ час}^{-1}$

Активност на катализатора. Терминът се използва за да се опише температурата, при която даден катализатор трябва да се експлоатира, за да даде продукт с определено качество, т.е. реформат със зададено октаново число. За проследяване на деактивирането на

катализатора е въведен терминът “ ΔT ” – това е разликата между температурата на входящия и изходящия поток на всеки реактор.

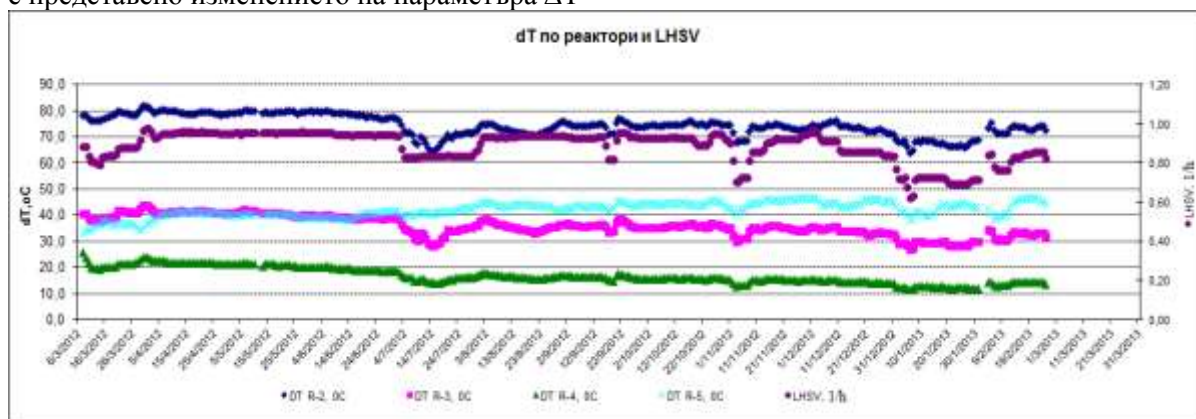
Таблица 1. Технологични параметри на секция „Платформинг“

№	Параметър	Единица	Стойност
1	Натоварване по суровина	m ³ /h	50-102
2	Кратност на циркулация на ВСГ	moll/moll	Над 3,5
3	Обемна скорост на подаваната суровина	h ⁻¹	До 1,1
4	Налягане на вход в реактор Р-2	MPa	1,6-1,7
5	Допустим перепад на налягането в реактор Р-2	kPa	200
6	Допустим перепад на налягането в реактор Р-3	kPa	200
7	Допустим перепад на налягането в реактор Р-4	kPa	90
8	Допустим перепад на налягането в реактор Р-5	kPa	25
9	Температура на вход в реактори Р-2,3,4	°C	480 - 511
10	Температура на вход в реактор Р-5	°C	527 ÷ 543
11	Поток на рециркулационния газ след ЦК-1	nm ³ /h	70000-100000
12	Налягане на рециркулационния газ след ЦК-1	MPa	1,6-1,7
13	Допустим перепад на налягането на секция “ Платформинг “-вход/ изход на компресор ЦК-1	MPa	0,608
14	Концентрация на Н ₂ в циркулиращия ВСГ	moll%	70-88
15	Влага в циркулиращия ВСГ	moll ppm	10 ÷ 30

Резултати от обследването

Обследването на процесите в инсталация КР1 обхваща период от една година (от 2 март 2012г. до 25 февруари 2013г.). На фиг. 1 е представено изменението на параметъра ΔT

за реакторите от секция платформинг и изменението на обемната скорост за обследвания период. На фиг. 2 са показани входящите температури на реактори Р2,3,4,5.



Фиг.1. Изменение на параметъра ΔT и обемната скорост.

След приключване на ремонтните работи и опресовка на апаратите се престъпва към пуск на инсталацията (1 март 2012г.). След 48 часа инсталацията е в режим (03 март 2012г.).

Стойността на параметъра $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ за Р2 е 78,3 ; Р3- 40,2 ; Р4- 26,4 и за Р5- 31 (фиг.1). Следващите 95 дни инсталацията е в стабилен режим. С натоварване от 103 m³/h, температури на Р2,3,4- 474[°]C и 535[°]C за Р5 (фиг.2).



Фиг.2. Температури на вход на реактори P2,3,4,5.

От 5 юли до 30 юли натоварването на инсталацията е 90 m³/h със температури на P2,3,4- 465°C и P5- 532°C. Стойността на параметъра ΔT(°C) за P2 е 71,9; P3- 36; P4- 16,5 и за P5- 43,3. Следващите 5 месеца от 1 август до 10 декември натоварването на инсталацията е 100 m³/h с температури на P2,3,4- 468°C и P5- 535°C. Стойността на параметъра ΔT(°C) за P2 е 74,8; P3- 35; P4- 16; P5-45,2. Изключение правят 3 дни от 17 септември. Тогава натоварването е 88 m³/h. Както и 5 дни от 3 ноември с натоварване 76 m³/h. От 10 декември до 31 януари натоварването на инсталацията е намалено на 75 m³/h, след което е възобновено на 90 m³/h. До края на обследвания период температурите на P2,3,4 са 468°C и на P5- 534°C. Стойността на параметъра ΔT(°C) за

P2 е 72; P3- 31,9; P4- 13,5; P5- 44. В сравнение с полугодieto при еднакво натоварване входящите температури на стационарните реактори в края на обследвания период са повишени с по 3°C за всеки реактор. С времето на експлоатация на катализатора активността на същия в P2,3,4 намалява. За да се компенсира намалената му активност се повишат температурите на вход на стационарните реактори.

На фиг.3 е представено изменението на добивите на реформат (отбор), водородосъдържащ газ (ВСГ), въгледороден газ (ВВГ), пропан- бутанова фракция (С3С4) и отделаната флегма към инсталация Атмосферно-вакуумна дестилация (АВД).



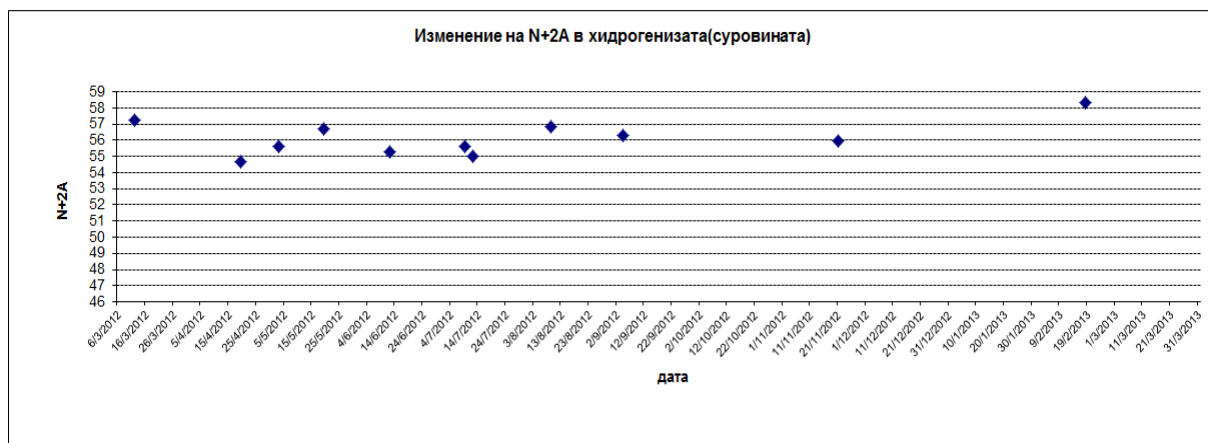
Фиг.3. Добиви на продукти.

Добивът на стабилен реформат е в граници 85-86% m/m през обследвания период (фиг.3) с изключение на 8 дни от месец юни (от 08 юни 2012г. до 16 юни 2012г.) стойността му е 84,2% m/m. Намалението на добива е поради производство на партида за износ със нисък парен натиск. Ниският парен натиск се пости-

га с отпарването на по-голямо количество леки въгледороди, които се отделят като въгледороден газ или втечнен пропан и бутан, при което добивът на стабилен реформат намалява. През месец юли за 6 дни (от 12 юли 2012г. до 18 юли 2012г.) отбора на стабилен реформат намалая до стойност 83,7% m/m до-

бивът на ВВГ се увеличава от 2,3%/m до 3,1%/m, а добива на пропан-бутан се увеличава от 1,6%/m до 2,5%/m (фиг. 3). Това се дължи на намалената обемна скорост, вследствие намаляне на натоварването на инсталацията по технологични причини от 100 m³/h на 90 m³/h. Намалената обемна скорост или намаленото количество суровина в m³/h към обема катализатор в m³ води до термични реакции в резултат на които добивите на стабилен реформат и водород намаляват. Това се обяснява с увеличаване на времето на контакт, което благоприятства преимуществено реакциите на хидрокрекинг, отколкото тези на дехидроциклизация. Намалява се също така и междурегенерационния период на инсталацията, поради натрупването на кокс в катализатора на стационарните реактори. Понисък добив имаме и през следващите дати. За 4 дни (от 10 август 2012г. до 14 август 2012г.) стойността му е 84,7%/m. За 10 дни (от 2 септември 2012г. до 12 септември

2012г.) намаля до 84,2%/m. За 6 дни (от 21 декември 2012г. до 27 декември 2012г.) стойността му достига 84,4%/m. За 7 дни (от 1 януари 2013г. до 8 януари 2013г.) отборът намалява до 84,3%/m. Това се дължи на съвкупност от фактори, включващи отделянето на флегма от стабилизационната колона на секция „Хидроочистка“ към инсталация АД, поради висок бензен в стабиления реформат; намалена обемна скорост водеща до коксуване на катализатора; прекъсване работата на секция НРК. За 14 дни през месец септември (от 16 септември 2012г. до 30 септември 2012г.); за 14 дни (от 21 ноември 2012г. до 5 декември 2012г.); за 11 дни (от 14 февруари 2013г. до 25 февруари 2013г.) отбора достига над 86%/m, което се обяснява основно с прекратяване отделянето на флегма към инсталация АД, увеличаване на обемната скорост (фиг.1) и промяна в характеристикния индекс на суровината (фиг.4).



Фиг.4. Характеристичен индекс на суровина за реформинг (N+2A).

Разпределението на парафини (P), олефини (O), нафтени (N) и ароматните съединения (A) в бензиновата фракция определя богатството на суровината. Високата концентрация на ароматни въглеводороди автоматично означава, че октановото число е доста високо. Нафтени се превръщат в арени с висока селективност, при което лесно се достига високо октаново число. Парафинова или парафино-олефинова суровина ще има ниско октаново число. Ще е необходим по-твърд режим на работа, което довежда до увеличаване на енергийните загуби и натрупване на кокс. Изменението на N+2A е в границите 54,7-58,3%v/v. и оказва пряко влияние с промени-

те по температурния режим на реакторите за целия обследван период (фиг.4).

Суровината за секция платформинг е хидрогенизата от секция хидроочистка. През по-голямата част от обследвания период с изключение на времето от 32 дни (от 24 юни 2012г. до 24 юли 2012г.) този състав е непроменен. През посочените периоди се наблюдава промяна в началото на кипене, което е от 90-118°C (фиг. 5). Началото на кипене оказва влияние върху октановото число и формирането на бензен в стабиления реформат, образуваш се основно вследствие на дехидриране и преобразуване на метилциклопентана и циклохексана при използваните катализатори.



Фиг.5. Изменение на фракционния състав на водорогенната.

Нискооктановата бензинова фракция с ниска начална температура на кипене, обикновено съдържа значително количество C_{5+} въглеводороди, които не могат да бъдат превърнати в ароматни въглеводороди и преминават през системата изомеризирани и/или крекирани до леки крайни продукти, което довежда до по-нисък добив на реформат. За обследваният период края на кипене на водорогенната е в граници до 180°C с изключение на 23 дни (от 11април 2012г. до 3 май 2012г.), достигайки до $205,1^{\circ}\text{C}$; на 62 дни (от 25 юни 2012г. до 19 август 2012г.), където достига до $190,4^{\circ}\text{C}$; от 28 дни (от 05 декември 2012г. до 02 януари 2013г.), където е със стойности до $196,5^{\circ}\text{C}$. Високата крайна температура на кипене води до по-голяма скорост на коксуване на катализатора, а от там и до скъсяване на междурегенерационния му

пробег. Освен това в хода на процеса някои от по-високо кипящите съединения се превръщат във високо молекулни съединения които водят до по-висок край на кипене на реформата в сравнение с установения за автомобилите бензини.

Съдържанието на кокс в катализатора на P5 се движи в граници 2,5-6% m/m . Като при съдържание на кокс под 3% m/m секция „Непрекъсната регенерация на катализатора“ (НРК) се спира. Това води до натрупване на кокс в катализатора и влошаване на добива на целевия продукт (стабилен реформат). Оптималното съдържание на кокс в катализатора от P5 (фиг.6) е 4,5 % m/m . Това позволява непрестанна работа на секция НРК и добив на стабилен реформат над 85,5 % m/m . За целта натоварването на инсталацията трябва да от порядъка на $100 \text{ m}^3/\text{h}$.



Фиг.6. Съдържание на кокс в катализатора от P5.

Изводи

1. Направено е обследване на работата на инсталация КР1, от състава на нефтена рафинерия “ ЛУКОЙЛ Нефтохим Бургас АД “ за

период от една година (от 2 март 2012г. до 28 февруари 2013г.).

2. Обследвани са промяната на параметрите на стационарните реактори в хибридна инсталация. Установено е, че стойността на основните параметри зависи основно от вида

на преработваната суровина, натоварването на инсталацията и времето на експлоатация на катализатора.

3. Установена е зависимост между промяната на състава на преработвания нефт върху режима на инсталацията. При по-високо съдържание на нафтени и арени в суровината зададеното октаново число се постига с по-ниски температури в реакторния блок.

4. Установено е, че инсталацията има най-добър отбор над 85,5% m/m при товар от 100 m^3/h , позволяващ натрупване на кокс в P5 от 4,5% m/m .

5. Установена е пряка зависимост между обемната скорост на суровината и добивите на реформат, водород, пропан и бутан. При по-ниска обемна скорост се намаля добива на реформат и водород, но се увеличава добива на пропан и бутан.

6. Установена е, че отделянето на флегма за инсталацията АВД води до намаляне на отбора на стабилен реформат.

7. Установена е правопрпорционална зависимост между парният натиск на стабиления реформат и отборът му.

Литература

1. Карпов, С. А. Повышение экологических и антидетонационных характеристик автомобильных бензинов введением многофункциональных присадок, *Нефтепереработка и нефтехимия*, 2006, №1, 23-26; Снытникова, Г. П., В. Г. Степанов, К. И. Юне. Цеоформинг эффективный процесс производства неэтилированных высокооктановых бензинов. *Тезисы докладов „Международной конференции Проблемы катализа 21 века“*, 12-15 июня, 2000, Казахстан, Алматы; Bell, L. Worldwide refining. *Oil Gas J.*, 2001, Dec. 20, 46; Clause, O., C. Dupraz, J. Frank. Continuing innovation in catalytic reforming. In *NPRA Annual Meeting*, March 1998, San Antonio, Texas.

2. Cataluca, R., R. Silva, E. Menezes, R. Ivanov. Specific consumption of liquid biofuels in gasoline fuelled engines, *Fuel*, 2008, 87, 3362–3368; Chen L., R. Stone, D. Richardson. A study of mixture preparation and PM emissions

using a direct injection engine fuelled with stoichiometric gasoline/ethanol blends. *Fuel*, 2012, 96,120-130; Eyidogan, M., A. Ozsezen, M. Canakci, A. Turkcan. Impact of alcohol–gasoline fuel blends on the performance and combustion characteristics of an SI engine, *Fuel*, 2010, 89, 2713–2720.

3. Карпов, С. А. *цит. съч.*, с. 23-26.

4. Dachos, N., A. Kelly, D. Felch, E. Reis. UOP platforming process. In *Handbook of Petroleum Refining Processes*. Meyers, R. ed., McGraw-Hill: New York, 2nd ed., 1997, p. 4.3; Godwin, G., M. Moser, G. Marr, R. Gautam. In Latest Developments in CCR Platforming Catalyst Technology, *40th International Petroleum Conference*, Bratislava, September 2001.

5. Le Goff, P., M. Pike. Increasing semi-regenerative reformer performance through catalytic solutions. In *3rd European Catalyst Technology Conference*, Amsterdam, February 2002; Parera, J.M., N. S. Figoli. In Catalytic Naphtha Reforming, 1st Ed., *Chemical Industries*, 1995, Vol. 61, Marcel Dekker: New York; Speight, J.G. *The Chemistry and Technology of Petroleum*, 1999, Vol. 3, Marcel Dekker: New York.

Доц. д-р. Тодор Василев Паличев,
Университет „Проф. д-р Асен Златаров”
Катедра „Индустриални технологии и мениджмънт”
Бургас, 8010, бул. „проф. Якимов” №1,
E-mail: tovpal@abv.bg

Инж. Иван Стоянов Чавдаров, докторант,
Университет „Проф. д-р Асен Златаров”
Катедра „Индустриални технологии и мениджмънт”
Бургас, 8010, бул. „проф. Якимов” №1,
E-mail: stoianov_chavdarov@abv.bg

Инж. Красимир Йорданов Жеков
„ЛУКОЙЛ Нефтохим АД”, производство
„Каталитична обработка на горивата 1”
Бургас, 8104
E-mail: krazimir@gmail.com



РЕАЛИЗАЦИЯ НА ТРИМЕРЕН БЛОКОВ ШИФЪР С ГЕНЕРАТОР НА ПСЕВДОСЛУЧАЙНИ ЧИСЛА

Юлий Барзов

REALIZATION OF TRIPPLE BLOCK CIPHER WITH PSEUDORANDOM NUMBER GENERATOR

Yuliy Barzov

ABSTRACT: This paper presents a block cipher with a pseudorandom number generator and a corresponding software implementation in Java programming language. The three-dimensional block cipher, proposed here, is similar to the one in the Advanced Encryption Standard (AES). The idea is to improve the information security by implementing the cipher with three-dimensional arrays, as opposed to the two-dimensional-array implementation in AES, and thus to make the ciphertext cryptanalysis as difficult as possible.

Key words: block cipher, three-dimensional, cryptography, Java, pseudorandom number generator

Въведение

Блоките шифри в днешно време са важно средство за обезпечаване на сигурността на информацията. С навлизането на компютърните и комуникационните системи в най-различни отрасли, защитата на информацията в електронна форма се явява проблем, за чието решаване спомагат блоковите шифри. Блокният шифър е функция, която преобразува n -битов открит текст в n -битов шифротекст [1]. Функцията се характеризира с k -битов ключ K , който взима стойност от подмножеството A на множеството на всички k -битови вектори V_k . Обикновено се приема, че ключът е избран произволно. За всеки n -битов открит текст, n -битов шифротекст и фиксиран ключ K [2], криптиращата функция представлява пермутация (биективно изображение), като се предполага, че всеки един ключ определя различна биекция.

Обикновено криптоустойчивостта на един шифър е свързана с неговото свойство да генерира псевдослучайни последователности от числа в голям диапазон и с голям период на повторение. Генераторът на псевдослучайни числа (ГПСЧ) е устройство или програмен алгоритъм, който извежда последователности от статистически несвързани едни с други двоични числа. Разработката на хардуерно устройство или

софтуерна програма, които създават последователности от битове без грешки и корелации е сложна задача. Освен това генераторът не трябва да бъде обект на наблюдение или манипулация от страна на неоторизирани лица [3]. Колкото е по-добър ГПСЧ, толкова по-устойчив на атаки ще бъде ключът K .

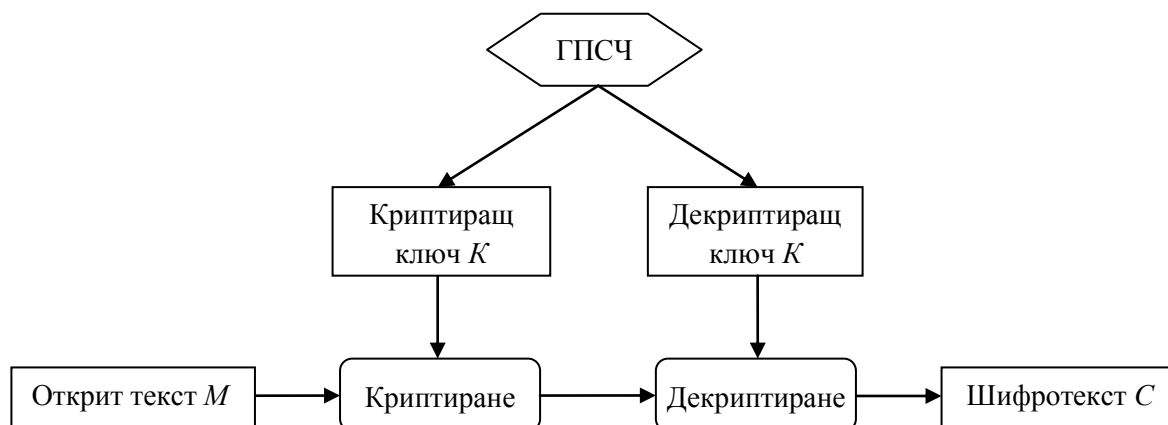
Най-разпространеният алгоритъм за ГПСЧ е линейният конгруентен алгоритъм, за който членовете в поредицата се определят от едно цяло число x_0 според следната рекурсивна връзка:

$$x_{n+1} = (ax_n + c) \bmod m \quad (1)$$

Където числата $m > 0$, $a > 0$ и $c \geq 0$ са цели числа наричани съответно модулус, множител и адитивна константа. Тук операцията $\bmod$ връща остатъка от делението [4].

Минималното изискване за един двоичен ГПСЧ е дължината на ключа k при произволно гамиране да бъде достатъчно голяма, че търсене над 2^k елемента (общият брой на възможните ключове) да бъде неосъществимо за евентуален противник.

На фиг. 1. е представена едноключова криптографска система с използване на ГПСЧ за генериране на криптиращ и декриптиращ ключ.



Фиг. 1. Примерна схема на блоков шифър с използване на ГПСЧ.

В практиката вече съществуват двумерни блокови шифри като AES (*Advanced Encryption Standard*), който работи с двумерни матрици с фиксиран размер 4x4 (вж. фиг. 2).

$a_{0,0}$	$a_{0,1}$	$a_{0,2}$	$a_{0,3}$
$a_{1,0}$	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	$a_{1,3}$
$a_{2,0}$	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	$a_{2,3}$
$a_{3,0}$	$a_{3,1}$	$a_{3,2}$	$a_{3,3}$

Фиг. 2. Двумерна матрица с размер 4x4.

Това предполага ограничен брой рундове, като при AES те са от 10 до 14 в зависимост от дължината на ключа (вж. табл. 1). За разлика от двумерните, тримерните шифри могат да работят с многократно повече рундове като по този начин се увеличава тяхната криптоустойчивост.

Табл. 1. Зависимост между броя рундове и дължината на ключа на шифъра AES.

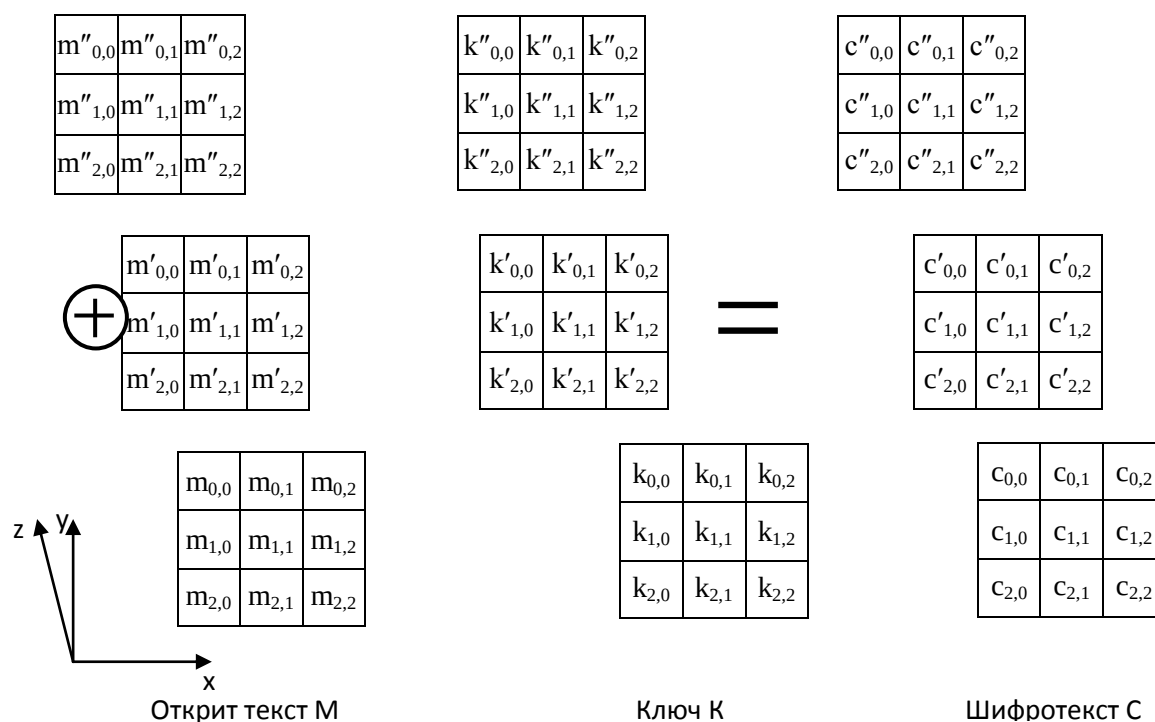
Брой рундове	Дължина на ключа (бита)
10	128
12	192
14	256

Целите на настоящата публикация са:

- Представяне на тримерен блоков шифър с генератор на псевдослучайни числа;
- Софтуерна реализация с Java на тримерен блоков шифър с генератор на псевдослучайни числа;
- Тестване на разработената програма;
- Анализ на получените резултати.

Тримерен блоков шифър с висока криптоустойчивост

Предложеният блоков шифър (вж. фиг. 3) е тримерен, като идеята е чрез използване на тримерен масив и ГПСЧ да се постигне висока криптоустойчивост. Алгоритъмът представя открития текст M , ключът K и шифротекста C като блокове във вид на тримерни масиви с размер 3x3x3. Всяка една матрица се нарича още state. След като бъде зададено съобщение, то се сумира с ключът, който е генериран от ГПСЧ, като се използва операцията сума по модул 2. Полученият резултат е шифротекстът, който може да се декриптира като се сумира по модул 2 със същия ключ.



Фиг. 3. Изглед на states във вид на 3x3x3 масиви.

Програмна реализация

По-долу е поместен сорс кодът на програмата, която реализира блоковия шифър. Програмата е написана на езика Java и е използвана платформата Eclipse SDK, версия 3.6.1. Програмният алгоритъм включва един тримерен масив, стойностите на който се въвеждат ръчно от конзолата. Масивът M представлява открития текст, а масивът K – ключа. След стартиране на програмата и въвеждането на стойностите на елементите на масива M , между масивите M и K се извършва операцията сума по модул 2 и резултатът се отпечатва на конзолата. Резултатът, който се отпечатва представлява шифротекста C . ГПСЧ е реализиран чрез модификация на метода `random` на класа `math` [5]. Методът `random` връща при извикване променлива от тип `double`, чиято стойност е по-голяма или равна на 0.0 и по-малка от 1.0. След това стойността между 0.0 и 1.0 се умножава по предварително зададено число, което в случая е 200. Това означава, че ГПСЧ ще генерира числа от 0 до 199 включително.

```
import java.util.Scanner;
public class
add_two_3d_arrays_from_console_4 {
```

```
/**
 * @param args
 */
public static void
main(String[] args) {
    // TODO Auto-generated
    method stub
    Scanner input = new
    Scanner(System.in);
    int[][][] M = new
    int[3][3][3];
    for (int x1 = 0; x1 < 3;
    x1++) {
        for (int y1 = 0;
        y1 < 3; y1++) {
            for (int
            z1 = 0; z1 < 3; z1++) {
                System.out.printf("matrix[%d,%d,%d]
                = ", x1, y1, z1);
                M[x1][y1][z1] = input.nextInt();
            }
        }
    }
    int[][][] K = new
    int[3][3][3];
    for (int x2 = 0; x2 < 3;
    x2++) {
        for (int y2 = 0;
        y2 < 3; y2++) {
```

```

                                for (int
z2 = 0; z2 < 3; z2++) {
K[x2][y2][z2] = (int) (Math.random
() * 200);

System.out.print(K[x2][y2][z2]+" ");
                                }

System.out.print("; ");
                                }

System.out.println();
                                }
                                int i,j,z;
                                int [][][] C=new
int[3][3][3];

                                for(i=0; i<3; i++) {
                                    for(j=0; j<3; j++) {
{
                                    for(z=0;
z<3; z++) {
C[i][j][z]=M[i][j][z]^K[i][j][z];
                                    }
                                }
                                }
                                for(i=0; i<3; i++) {
                                    for(j=0; j<3; j++) {
                                        for(z=0; z<3; z++)
{
System.out.print(C[i][j][z]+"
");
                                }

System.out.print("; ");
                                }

System.out.println();
                                }
                                }
}

```

Заклучение

В доклада е представен тримерен блоков шифър с генератор на псевдослучайни числа, както и софтуерната му реализация с Java. Предложеният шифър е замислен да бъде универсален, но програмният алгоритъм може да работи само с цели числа.

Недостатъците му са, че масивите му и числото, с което работи ГПСЧ са статични и не могат да се променят след стартирането на програмата.

Предимство на алгоритъма е, че той може да послужи като основа за разработка на множество други по-усъвършенствани алгоритми, като например алгоритъм, реализиращ тримерен блоков шифър с генератор на случайни числа (ГСЧ).

Произволните числа са важни за криптографията [6]. Те са онези числа, чиято стойност не може да бъде предсказана. За един човек е лесно да генерира произволно число, но това е далеч по-трудно за компютрите, които са създадени да бъдат методични и детерминистични. Поради тази причина компютрите използват ГПСЧ като източник на „случайни“ числа, които определят степента на защитеност на данните.

Литература

1. Menezes, A., P. Oorshot, S. Vanstone. 1996. Handbook of applied cryptography. CRC Press.
2. Tasheva, Z., B. Bedzhev, B. Stoyanov. 2005. Self-Shrinking p-adic Cryptographic Generator. ICEST 2005, pp. 7-10.
3. Simeonov S., Ts. Tswetanov. Securing a campus network. 2006. MIPRO 2006, Opatia, Croatia, ISBN 953-233-022-4, pp. 141-146.
4. <http://www.phys.uni-sofia.bg/~tank/NumericalMethods/CompPhys8.doc>, 27.03.2014.
5. <http://www.landofcode.com/java-tutorials/java-random-numbers.php>, 30.03.2014.
6. Knudsen, J. 1998. Java Cryptography. O'Reilly Media.

ас. инж. Юлий Петков Барзов
 Университет "Проф. д-р Асен Златаров" -
 град Бургас
 бул. "Проф. Яким Якимов" № 1
 бл.3, ет.10, стая 20
 e-mail: jbarzov@yahoo.com



РЕАЛИЗАЦИЯ НА ТРИМЕРЕН БЛОКОВ ШИФЪР С JAVA

Юлий Барзов

REALIZATION OF TRIPPLE BLOCK CIPHER WITH JAVA

Yuliy Barzov

ABSTRACT: This paper represents a block cipher, which is software implemented with JAVA. The block cipher, proposed here is three-dimensional in contrast to AES. The idea is with the implementation of more complicated cipher and processing more data to improve the security of the information and to make more difficult as much as possible the cryptanalysis of the ciphertext.

Keywords: block cipher, three-dimensional, cryptography, Java

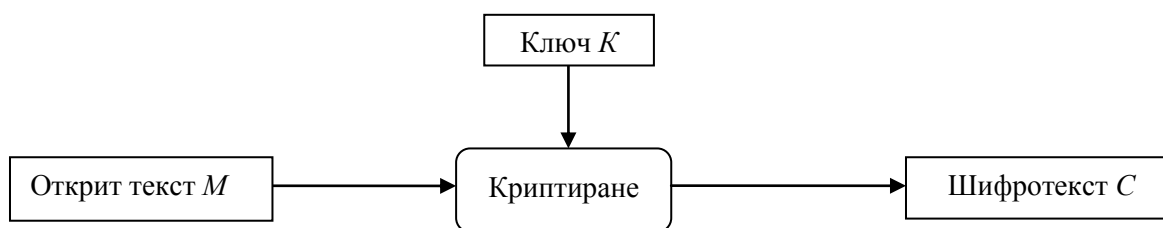
Въведение

Криптографията в днешно време е навлязла навсякъде, от уеб браузъри и програми за електронна поща до клетъчни телефони, коли и дори в медицинските импланти [1]. В близко бъдеще ще видим много нови приложения, изискващи криптиране на информация като комуникация между автомобили и други. Това е съществена промяна от миналото, когато криптографията е била ограничена до определени приложения като правителствени комуникации и банкови системи. В съвре-

менната криптография широко приложение намират поточните и блоковите шифри.

Както се подразбира от името им, блоковите шифри оперират с блокове от данни [2]. Такива блокове могат да бъдат с дължина от порядъка на 64 или 128 бита, като те се трансформират в блокове със същия размер под действието на секретен ключ. Блоковият шифър криптира блок от открития текст M в блок от шифротекст C под действието на секретен ключ K (вж. фиг. 1). Това се означава обикновено като:

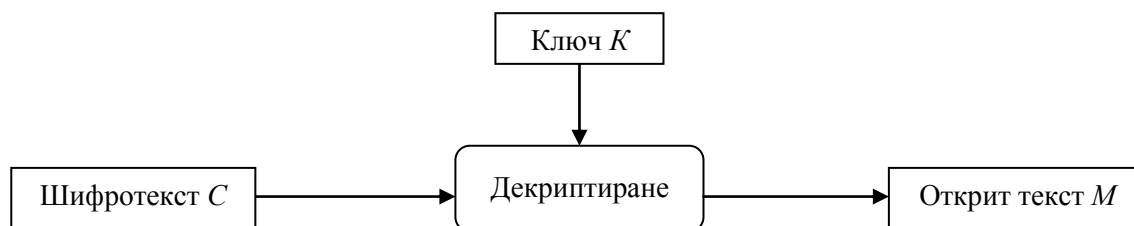
$$C = \text{Encr}K(M) \quad (1)$$



Фиг. 1. Примерна схема на блоков шифър при криптиране.

Обратният на криптирането процес се нарича декриптиране (вж. фиг. 2) и използва същия криптиращ ключ. Процесът на декриптиране ще бъде означен с:

$$M = \text{Decr}K(C) \quad (2)$$



Фиг. 2. Примерна схема на блоков шифър при декриптиране.

Криптоанализът е наука за анализиране на информационни системи с оглед изучаването на скритите аспекти на тези системи [3]. Криптоанализът се използва с цел пробив на криптографските системи за сигурност и получаване на достъп до съдържанието на криптирани съобщения, дори когато криптографският ключ е неизвестен. Защитата от криптографски атаки може да бъде превенция срещу изтичане или повреждане на информацията [4], [5]. Възможностите за противодействия на криптоанализа са подобряване на съществуващи шифри или разработка на нови.

Тримерните блокови шифри все още не се използват в практиката. За разлика от двумерните блокови шифри като AES (*Advanced Encryption Standard*), тримерните могат работят с много повече на брой рундове, което допринася за тяхната криптоустойчивост. На фиг. 3 е показана матрица с размер 4x4. С такива матрици работи шифърът AES, което означава че максималният брой рундове (пермутации), които могат да се извършат с различни елементи е 16!. На таблица 1 е показана зависимостта между броя рундове и дължината на ключа на шифъра AES.

$a_{0,0}$	$a_{0,1}$	$a_{0,2}$	$a_{0,3}$
$a_{1,0}$	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	$a_{1,3}$
$a_{2,0}$	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	$a_{2,3}$
$a_{3,0}$	$a_{3,1}$	$a_{3,2}$	$a_{3,3}$

Фиг. 3. Двумерна матрица с размер 4x4.

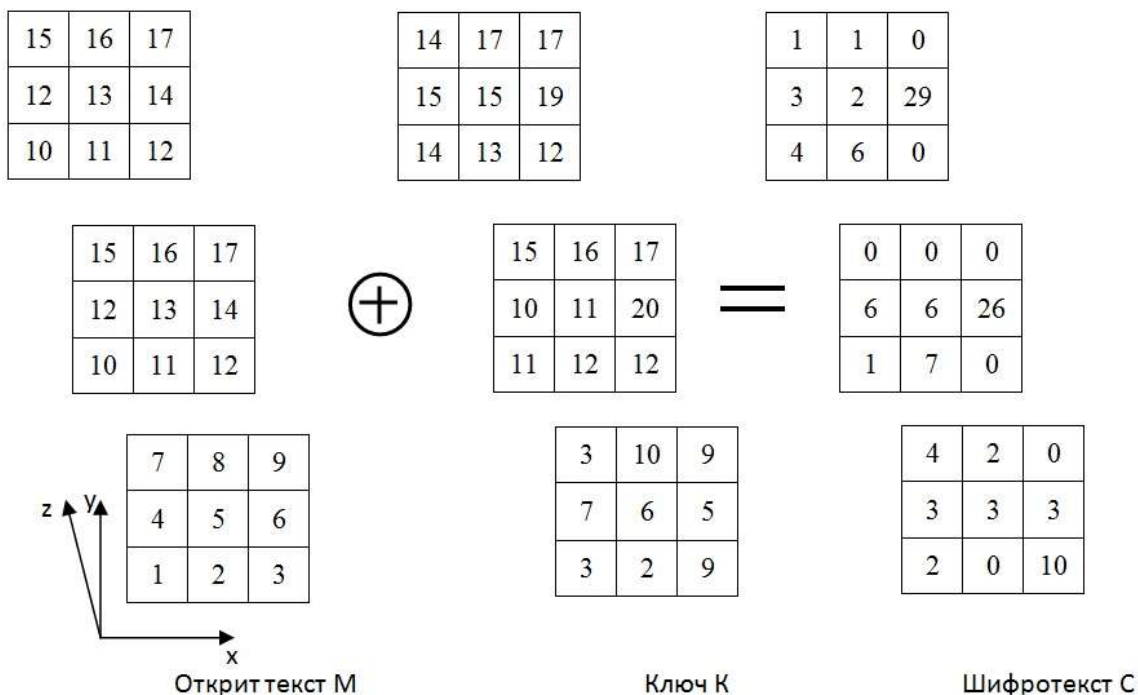
Таблица 1 . Зависимост между броя рундове и дължината на ключа на шифъра AES.

Брой рундове	Дължина на ключа (бита)
10	128
12	192
14	256

Целите на настоящата публикация са да се представят тримерен блоков шифър и неговата софтуерна реализация с Java.

Тримерен блоков шифър с висока криптоустойчивост

Предложеният блоков шифър (вж. фиг. 4) за разлика от шифъра AES [6] е тримерен. Идеята е чрез използване на тримерен масив вместо двумерен да се постигне по-висока криптоустойчивост. Алгоритъмът представя съобщението като блокове във вид на тримерен масив с размер 3x3x3, което означава, че максималният брой рундове, които могат да се извършат с различни елементи е 27!. Един такъв масив се нарича state. След като бъдат зададени съобщение и ключ, те се сумират като се използва операцията сума по модул 2. Полученият резултат е шифротекстът, който може да се декриптира като се сумира по модул 2 с ключа.



Фиг. 4. Изглед на states във вид на 3x3x3 масиви.

Програмна реализация

По-долу е поместен сорс кодът на програмата, която реализира блоковия шифър. Програмата е написана на езика Java и е използвана платформата Eclipse SDK, версия 3.6.1. Програмният алгоритъм включва два тримерни масива, чиито стойности са въведени ръчно. Масивът M представлява открития текст, а масивът K – ключа. След стартиране на програмата, между тях се извършва операцията сума по модул 2 и резултатът се отпечатва на конзолата. Резултатът, който се отпечатва представлява шифротекста C .

```
public class add_two_tripple_arrays2
{
    /**
     * @param args
     */
    public static void
main(String[] args) {
    // TODO Auto-generated
method stub
    int [][][] M={{1, 2,
3}, {4, 5, 6}, {7, 8, 9}}, {{10, 11,
12}, {12, 13, 14}, {15, 16, 17}},
{{10, 11, 12}, {12, 13, 14}, {15,
16, 17}}};
    int [][][] K={{3, 2,
9}, {7, 6, 5}, {3, 10, 9}}, {{11,
12, 12}, {10, 11, 20}, {15, 16,
```

```
17}}, {{14, 13, 12}, {15, 15, 19},
{14, 17, 17}}};
    int i,j,z;
    int [][][] C=new
int[3][3][3];
    int X=M.length;
    for(i=0; i<X; i++) {
        for(j=0; j<X; j++)
        {
            for(z=0;
z<X; z++) {
C[i][j][z]=M[i][j][z]^K[i][j][z];
            }
        }
    }
    for(i=0; i<X; i++) {
        for(j=0; j<X; j++) {
            for(z=0; z<X; z++)
            {
                System.out.print(C[i][j][z]+"
");
            }
            System.out.print("; ");
        }
    }
    System.out.println();
}
```

Заклучение

Информацията, която хората обменят помежду си може да бъде с огромен обем. От голямо значение е опазването на нейната сигурност. Съществуват много и различни криптографски шифри, но редом с тях се развиват и методите за криптоанализ. Повишаването на сложността на криптографските шифри предполага по-високата сигурност на информацията.

Предложеният тримерен блоков шифър има потенциал да се приложи в практиката, тъй като има висока криптоустойчивост и чрез него могат да се обработват голям обем от данни, което би затруднило евентуален криптоанализ.

Предложеният програмен алгоритъм може да работи само с цели числа. Недостатъкът му са, че стойностите на масивите M и K , както и техните размери са статични и не могат да се променят след стартирането на програмата.

Полученият резултат от действието на програмата е шифротекст с дължина 32 бита, което се дължи на използваните променливи от тип integer, които имат същата дължина.

Възможностите за софтуерни разработки на базата на този алгоритъм са много, като по-долу са изброени някои от тях:

- Алгоритмизация на тримерен блоков шифър с генератор на псевдослучайни числа;
- Алгоритмизация на тримерен блоков шифър с графичен потребителски интерфейс;
- Алгоритмизация на тримерен блоков шифър с въвеждане на съобщенията и ключа през конзолата;

- Реализация на тримерен ключ, който се променя на етапи (рундове);
- Алгоритмизация на тримерен блоков шифър с произволно задаване на размер на масивите.

Литература

1. Paar, C., J. Pelzl. *Understanding Cryptography. A Textbook for Students and Practitioners*. 1st ed. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 2010, 372 p. ISBN 978-3-642-04100-6.
2. Knudsen, L., M. Robshaw. *The Block Cipher Companion*. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag. 2011. 270 p. ISBN 978-3-642-17341-7.
3. <http://www.kamus.net/english/cryptanalysis> 14.02.2014.
4. Simeonov S., Ts. Tswetanov. *Securing a campus network*. 2006. MIPRO 2006, Opatia, Croatia, ISBN 953-233-022-4, pp. 141-146.
5. Simeonov S., Ts. Tswetanov. *Applying Pattern Detection Network Security against Denial-of-Service Attacks*. 2006. WMSCI06, Orlando, USA, ISBN 980-6560-92-2.
6. Daemen, J., V. Rijmen. *The Design of Rijndael. AES – The Advanced Encryption Standard*. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 2002, 238 p. ISBN 978-3-662-04722-4.

ас. инж. Юлий Петков Барзов
Университет "Проф. д-р Асен Златаров" -
град Бургас
бул. "Проф. Яким Якимов" № 1
бл.3, ет.10, стая 20
e-mail: jbarzov@yahoo.com



PERFORMANCE OF CLASSIFIER ENSEMBLES MODELS: BAGGING, BOOSTING AND MULTIBOOST

Jasmina Đ. Novakovic, Alempije Veljovic, Sinisa S. Ilic, Mica B. Jovanovic

ФУНКЦИОНИРАНЕ НА МОДЕЛИ ЗА ГРУПИ ОТ КЛАСИФИКАТОРИ: БАГИНГ, БУСТИНГ И МУЛТИБУСТ

Ясмина Новакович, Алемпие Вельович, Синиша Илич, Мика Йованович

ABSTRACT: In this paper, we suggest classifier ensembles that solve different type of classification problems. Classifier ensembles are used, instead of individual classifier, because in many fields, multiple classifier system is more accurate and robust than an excellent single classifier. A great deal of study has gone into designing multiple classifier systems that are commonly called classifier ensembles. In our research Bagging, Boosting and MultiBoost as approaches for constructing classifier ensembles are presented, which have been found to be accurate and computationally feasible across various data domains. For the purpose of this research all classifier ensembles use the base classifier J48. Fifteen real data sets and three artificial data sets were used for tests, taken from the UCI repository of machine learning databases. Consequences of choosing Bagging, Boosting and MultiBoost as classifiers are monitored. The goal of this research is to present and compare different algorithmic approaches for constructing and evaluating systems that learn from experience to make the decisions and predictions and minimize the expected number or proportion of mistakes. Experimental results demonstrate the effectiveness of using classifier ensembles in various types of classification problems. For almost all data sets, at least one classifier ensemble algorithm gives the same or higher classification accuracy instead of single J48 algorithm. For these data sets, maximum improvement of the classification accuracy was with Bagging as classifier ensemble method, compared to the others classifier ensemble methods. Time to build the model in the case of classifier ensemble was the same or higher for almost all data sets, compare with J48 algorithm. We can conclude that proper selection of algorithm can improve the accuracy of classification.

Keywords: Bagging, Boosting, classification accuracy, classifier ensembles, MultiBoost.

Introduction

In machine learning and pattern recognition, in many fields multiple classifier system is more accurate and robust than an excellent single classifier, because one single classification system cannot always provide high classification accuracy. Classifier combination is an active field of research for the reason that a lot of theoretical and practical studies present the advantages of the combination paradigm over the individual classifier models [Breiman 1996, pp 123-140; Dong et al. 2006; Freund and Schapire 1996; Kuncheva 2004, pp. 3-4; Rodriguez et al. 2006; Ting and Witten 1997; Melville and Mooney 2003; Webb 2000, pp. 159-39; Friedman et al. 2000]. A great deal of study has gone into designing multiple classifier systems that are commonly called classifier ensembles. Three approaches for constructing classifier ensembles are presented, which have been found to be accu-

rate and computationally feasible across various data domains.

The main aim of this paper was to experimentally verify the impact of classifier ensembles Bagging, Boosting and MultiBoost on classification accuracy. We use classifier ensembles, instead of individual classifier, because in many fields, multiple classifier system is more accurate and robust than an excellent single classifier.

The goal of this research is also to present and compare different algorithmic approaches for constructing and evaluating systems that learn from experience to make the decisions and predictions and minimize the expected number or proportion of mistakes.

The paper is organized as follows. In the next section we briefly described general issues concerning Bagging. Section 3 gives a brief overview of AdaBoost and section 4 described general issues concerning MultiBoost. Section 5 gives brief description of data sets. Section 6 discusses the results and investigates the perfor-

mance of the proposed technique. Finally, concluding remarks are discussed in section 7.

Bagging

The Bagging predictor, firstly was introduced in 1996 by Breiman [Breiman 1996, pp 123-140], who shows in his work that the Bagging predictors can push an unstable weak classifier to a significant step towards optimality. Bagging [Breiman 1996, pp 123-140] takes bootstrap samples of objects and trains a classifier on each sample. The classifier votes are combined by majority voting. In some implementations of Bagging, classifiers produce estimates of the posterior probabilities for the classes. Posterior probabilities are averaged across the classifiers and the most probable class is assigned, called “average” aggregation of the outputs.

Bagging with average aggregation is used in this experiment. Each individual classifier is trained on a bootstrap sample, which causes the data distribution seen during training is similar to the original distribution. Therefore, the individual classifiers in a bagging ensemble have relatively high classification accuracy. Only the proportion of different objects in the training samples encourages diversity between these classifiers. The bootstrap sampling appears to lead to ensembles of low diversity compared to other ensemble creating methods, even though the classifier models used in Bagging are sensitive to small changes in data. For that reason, Bagging requires larger ensemble sizes to perform well. Bagging algorithm is showed in Fig. 1.

For $k = 1, 2, \dots, K$ Do
 Draw $N_{(B)}$ samples randomly and with replacement from the X .
 And form the learning set $L_{(B)}$.
 Train classification $\varphi_k(L_{(B)})$ from the learning set $L_{(B)}$.
 Make a plurality vote for every φ_k of K classifications on the test set.
 The classification, which gets the most voting score, is the best one.

Fig. 1. Bagging algorithm [Dong et al. 2006]

A learning set consists of data $L = \{(y_n, x_n), n = 1, 2, \dots, N\}$, where $x_n \in X$ is the input and $y_n \in Y$ is the response from a predictor denoted by $\varphi(X, L)$. Suppose we are given k learning sets $\{L_k\}$ of N independent identical

distribution observation from the same distribution of L . An obvious procedure to use the average to get a better estimate of the classification:

$$\varphi_A(X) = E_L \varphi(X, L) \quad (1)$$

where E_L denotes the expectation over L . Generally, we only have one learning set L , so, one resolvable way is to take bootstrap samples $\{L_{(B)}\}$ of $N_{(B)}$ cases, randomly, but with replacement from L , and form predictor set $\{\varphi(X, L_{(B)})\}$. This procedure is called “bootstrap aggregating” and use the acronym Bagging. In that case, the predictor $\bar{\varphi}$, which gets most voting score of test set, is the best classification.

AdaBoost

Boosting is a family of methods for improving the performance of a “weak” classifier by using it within an ensemble structure, the most prominent member of which is AdaBoost. In Boosting methods, a set of weights is maintained across the objects in the data set, so that objects that have been difficult to classify acquire more weight, forcing subsequent classifiers to focus on them. Mechanism of these methods consist of repeatedly running a given weak learning algorithm on various distributions over the training data, and then combining the classifiers produced by the weak learner into a single composite classifier.

The Boosting algorithm takes as input a training set of m examples $S = \{(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)\}$ where x_i is an instance drawn from some space X , and $y_i \in Y$ is the class label associated with x_i . In this research, is assumed that the set of possible labels Y is of finite cardinality k . The Boosting algorithm calls weak learning algorithm repeatedly in a series of rounds. On round t , the booster provides weak learning algorithm with a distribution D_t over the training set S . Weak learning algorithm computes a classifier or hypothesis **hypothesis** $h_t: X \rightarrow Y$, which should misclassify a non trivial fraction of the training examples, relative to D_t . The goal of weak learner is to find a hypothesis h_t that minimizes the training error $\epsilon_t = Pr_{i \sim D_t}[h_t(x_i) \neq y_i]$. Training error is measured with respect to the distribution D_t that was provided to the weak learner. This process continues for T rounds. At last, the booster combines the weak hypotheses $h_1, \dots, h_T$ into a single final hypothesis h_{fin} . In the Boosting algo-

rithm the manner in which D_t is computed on each round, and how h_{fin} is computed are unspecified and these questions solve different Boosting schemes in different ways.

AdaBoost.M1 algorithm uses the simple rule present in Fig. 2, where the initial distribution D_1 is uniform over S so $D_1(i)=1/m$ for all i . In this algorithm to update distribution, the weight of example i is multiplied by some number $\beta_t \in [0,1]$ if h_t classifies x_i correctly, and otherwise the weight is left unchanged, and also divide by the normalization constant Z_t . Thus, “hard” examples, which tend often to be misclassified, get higher weight, and “easy” examples that are correctly classified by many of the previous weak hypotheses get lower weight. Accordingly, AdaBoost.M1 focuses the most weight on the examples that seem to be hardest for weak learning algorithm.

Input: sequence of m examples $\{(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)\}$ with labels $y_i \in Y = \{1, \dots, k\}$
weak learning algorithm
integer T specifying number of iterations
Initialize $D_1(i)=1/m$ for all i .
Do for $t = 1, 2, \dots, T$
1. Call weak learning algorithm, providing it with the distribution D_t .
2. Get back **hypothesis** $h_t: X \rightarrow Y$.
3. Calculate the error of h_t :

$$\epsilon_t = \sum_{i: h_t(x_i) \neq y_i} D_t(i)$$
. If $\epsilon_t > \frac{1}{2}$, then set $T = t - 1$ and abort loop.
4. Set $\beta_t = \epsilon_t / (1 - \epsilon_t)$.
5. Update distribution

$$D_{t+1}(i) = \frac{D_t(i)}{Z_t} \times \begin{cases} \beta_t & \text{if } h_t(x_i) = y_i \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$
where Z_t is a normalization constant (chosen so that D_{t+1} will be a distribution).
Output the final hypothesis:

$$h_{fin}(x) = \arg \max_{t: h_t(x)=y} \sum \frac{\log 1}{\beta_t}$$

Fig. 2. AdaBoost.M1 algorithm [Freund and Schapire 1996]

The number β_t is a function of ϵ_t and the final hypothesis h_{fin} is a weighted vote of the weak hypotheses. The weight of hypothesis h_t is defined to be $\ln \frac{1}{\beta_t}$ so that greater weight is given to hypotheses with lower error.

The success of AdaBoost algorithm has been explained, among others, with its diversity creating ability, which is an important property of a classifier ensemble [Kuncheva 2004, pp. 3-4]. This algorithm creates inaccurate classifiers by forcing them to concentrate on difficult objects and ignore the rest of the data, which led to large diversity that boosted the ensemble performance, often beyond that of Bagging. This leads us to the famous accuracy-diversity dilemma, because it seems that classifiers cannot be both very accurate and have very diverse outputs.

MultiBoost

MultiBoost is technique for combining Boosting and Wagging (which is in turn a variant of Bagging). Bagging and AdaBoost appear to operate by diverse mechanisms, have different effects, and both have greatest effect obtained from the first few committee members, which suggest that it might be possible to obtain benefit by combining them. Because the mechanisms are differing, their combination may out-perform either in isolation. AdaBoost reduces both bias and variance and Bagging mainly reduces variance, but more effective than AdaBoost at reducing variance. It is reason why their combination may be able to retain AdaBoost’s bias reduction while adding Bagging’s variance reduction to that already obtained by AdaBoost.

The resulting MultiBoost algorithm is presented in Fig. 3. This algorithm besides the bias and variance reduction properties that may inherit from each of its constituent committee learning algorithms, has the potential computational advantage over AdaBoost that the sub-committee may be learned in parallel, although this would require a change to the handling of early termination of learning a sub-committee. The AdaBoost process is inherently sequential, minimizing the potential for parallel computation, but each classifier learned with Wagging is independent of the rest, allowing parallel computation, a property that MultiBoost inherits at the sub-committee level.

Input:
 S , a sequence of m labeled examples $\{(x_i, y_i), \dots, (x_m, y_m)\}$ with labels $y_i \in Y$.
base learning algorithm **BaseLearn**.
integer T specifying the number of iterations.
vector of integers I_i specifying the iteration at which each subcommittee $i \geq 1$ should

terminate.
 $S' = S$ with instance weights assigned to be 1.
set $k = 1$.
For $t = 1$ to T {
 If $I_k = t$ then
 reset S' to random weights drawn from the continuous Poisson distribution.
 standardize S' to sum to n .
 increment k .
 $C_t = \text{BaseLearn}(S')$ (Step 8).

$$\varepsilon_t = \frac{\sum_{j \in S': C_t(x_j) \neq y_j} \text{weight}(x_j)}{m}$$
 [the weighted error on the training set]
 if $\varepsilon_t > 0.5$ then
 reset S' to random weights drawn from the continuous Poisson distribution.
 standardize S' to sum to n .
 increment k .
 go to Step 8.
 otherwise if $\varepsilon_t = 0$ then
 set β_t to 10^{-10}
 reset S' to random weights drawn from the continuous Poisson distribution.
 standardize S' to sum to n .
 increment k .
 otherwise,

$$\beta_t = \frac{\varepsilon_t}{1 - \varepsilon_t}.$$

 For each $x_j \in S'$,
 divide $\text{weight}(x_j)$ by $2\varepsilon_t$ if $C_t(x_j) \neq y_j$
 and $2(1 - \varepsilon_t)$ otherwise.
 if $\text{weight}(x_j) < 10^{-8}$, set $\text{weight}(x_j)$ to 10^{-8} .
}

Output the final classifier:

$$C^*(x) = \underset{y \in Y}{\operatorname{argmax}} \sum_{t: C_t(x) = y} \frac{\log 1}{\beta_t}.$$

Fig. 3. MultiBoost algorithm [Webb 2000, pp. 159–39]

Description of data sets

Fifteen real data sets and three artificial data sets were used for tests, taken from the UCI repository of machine learning databases [Frank and Asuncion 2010]. We used these data sets to compare results of classification accuracy with AdaBoost.M1, Boosting and MultiBoostAB. In the following, we provide the details for the benchmark data sets we have used from UCI repository of machine learning databases.

Breast cancer (bc): The task of this data set is to predict whether or not there is recurrence of

breast cancer. In this data set there is a single instance of the class 201 (no recurrence of breast cancer), and 85 instances of other classes (a recurrence of breast cancer).

Credit approval (ca): This set contains data relating to the use of credit cards. The data set for loan contains 690 instances, 15 attributes and two classes whose values are to approve the loan or not approved.

Statlog german credit data (cg): This dataset classifies people described by a set of features as good or bad credit risks. Dataset characteristics is multivariate, feature characteristics are categorical and integer. Number of instances is 1000, number of features is 20.

Cardiography (ct): This set of data consists of attribute measurement of fetal heart rate and uterine contractions attributes on ultrasound that are classified doctors [Ayres de Campos et al. 2000]. This data set contains 2126 instances and 23 attributes.

Hepatitis (he): The main aim of this data set is to predict whether hepatitis patients will die or not. In this data set, there are two classes: live (123 instances) and die (32 instances).

Liver (li): In this data set, the first five variables are all blood tests, which are thought to be sensitive to liver disorders that might arise from excessive alcohol consumption. Each row in this data set constitutes the record of a single male individual.

Lung cancer (lc): A set of data for the cancer of the lung contains data describing the three kinds of pathological forms of lung cancer. There are 32 instances and 56 attributes.

Mammographic mass (mm): The task is to predict the severity (benign or malignant) of a mammographic mass lesion from BI-RADS features and the patient's age [Elter et al. 2007].

Monk problems (Monk1 (m1), Monk2 (m2), Monk3 (m3)): These problems belong to the class of artificial (synthetic) domains, each of the three problems using the same representation of data for comparison of machine learning algorithms. These datasets have 432 instances and 7 attributes.

Mushrooms (mu): This dataset includes descriptions of hypothetical samples corresponding to 23 species of mushroom *Agaricus* and *Lepiota* family. Each species is identified as definitely edible, definitely poisonous, or of unknown composition and cooking is not recommended. This dataset has 8124 instances and 23 attributes.

Parkinson (pa): This data set consists of a range of biomedical voice measurements in 31 persons, 23 of them suffering from Parkinson's disease [Little et al. 2007]. Each column in the table is a distinctive feature of a person's voice, and each row corresponds to one of the 195 recordings of person's voice. The main goal of this dataset is to separate healthy people from those people who are suffering from Parkinson's.

Pima Indians diabetes (pi): In this data set [Smith et al. 1988] the diagnostic is whether the patient shows signs of diabetes according to World Health Organization criteria (i.e., if the 2 hour post-load plasma glucose was at least 200 mg/dl at any survey examination or if found during routine medical care).

Image segmentation (se): Cases were drawn randomly from a database of the external environment [Piater et al. 1999]. The images are manually segmented in order to perform the classification for each pixel. Each instance of a data set is 3x3 region. This data set has 210 data for training and 2100 test data.

Soybean (so): The task is to diagnose the disease in the plants of soybean. In this data set there are 307 specimens described with 35 categorical attributes. Attribute value is measured by observing the properties of the leaves and various plant abnormalities. In the data set there are 19 classes of soybean diseases.

Statlog Heart (sh): The task is to predict absence or presence of heart disease. This data set contains 13 features (which have been extracted from a larger set of 74).

Congressional voting records (vo): This data set includes votes for each of the U.S. House of Representatives Congressmen, on the 16 key votes identified by the CQA, and classify as Republican or Democrat. The CQA list consists of nine different types of votes: voted for, paired for, and announced for, voted against, paired against, and announced against, voted present, voted present to avoid conflict of interest, and did not vote or otherwise make a position known.

Experiment and results

In this section, we will investigate the impact on classification accuracy with different classifier ensembles. Consequences of choosing different classifier ensembles are monitored. Later on, comparisons of results of measuring the performance of classifiers are presented.

To achieve the goal of classifier ensemble to produce a model (based on the training data) which predicts the target values of the test data given only the test data features; the following procedure is used. It consists of transform data to the appropriate format, conduct simple scaling on the data, and use one of the classifier ensembles for classification. We set classifier ensembles in following way:

- AdaBoost.M1 algorithm is used, which use the base classifier J48; the number of iterations to be performed is set on 10; use reweighting instead of resampling; and weight threshold for weight pruning is set on 100.
- Bagging use the base classifier J48; size of each bag, as a percentage of the training set size is set on 100; the out-of-bag error is not calculated; the number of iterations to be performed is set on 10.
- MultiBoostAB use the base classifier J48; the number of iterations to be performed is set on 10; the number of subcommittees is set on 3; use reweighting instead of resampling; and weight threshold for weight pruning is set on 100.

We set J48 classifier in all cases (as base classifier in classifier esambly and also as single classifier) in following way:

- pruning is performed,
- do not use binary splits on nominal attributes when building the trees,
- the confidence factor used for pruning (smaller values incur more pruning) is set to 0.25,
- the minimum number of instances per leaf is se to 2,
- the amount of data used for reduced-error pruning is set to 3,
- it is used C.4.5 pruning instead of reduced-error pruning,
- it consider the subtree raising operation when pruning.

The classification accuracy is measured by applying different classifier ensembles. Classifier ensembles were used for the good performance shown by the preliminary study, the high classification accuracy and high speed operation.

Table 1. Classification accuracy of AdaBoost.M1, Bagging and MultiBoostAB

Data set	Accuracy			
	AdaBoost.M1	Bagging	MultiBoostAB	J.48
bc	69.58	73.43	71.33	75.52
ca	84.20	85.36	85.94	86.09
cg	69.60	74.00	73.80	70.5
ct	98.78	98.87	98.64	98.82
he	85.81	83.23	83.87	83.87
li	71.59	72.75	71.01	68.7
lc	68.75	78.13	68.75	78.13
ma	79.81	83.35	81.58	82.41
m1	99.64	100.00	99.46	98.74
m2	76.04	63.56	63.73	62.06
m3	97.65	98.92	98.38	98.92
mu	100.00	100.00	100.00	100
pa	84.10	86.67	87.18	80.51
pi	72.40	74.09	74.87	73.83
se	98.48	97.40	97.97	96.93
so	92.83	93.27	92.39	91.51
sh	80.37	80.00	81.85	76.67
vo	95.86	96.32	95.40	96.32

Our implementation is as follows. The training data is separated into 10 subsets of equal size in 10-fold cross-validation. Sequentially one fold is considered as the validation set and the rest are for training. The cross validation accuracy is the average of accuracy on predicting the validation sets. Results of classification accuracy, as a method for measuring the performance of AdaBoost.M1, Bagging and MultiBoostAB for eighteen data sets, are presented on Table 1, Table 2, Fig. 4 and Fig. 5. Selecting appropriate classifier ensemble for a given data set, the reliability of classification for most of data sets is increased.

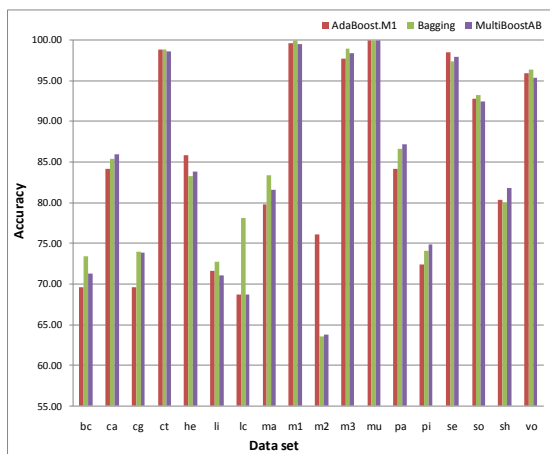


Fig. 4. The impact of selected classifier ensemble on classification accuracy

Table 2. Time to built model (seconds) for AdaBoost.M1, Bagging and MultiBoostAB

Data set	Time to build model			
	AdaBoost.M1	Bagging	MultiBoostAB	J.48
bc	0.02	0.02	0.03	0.05
ca	0.14	0.12	0.13	0.05
cg	0.23	0.17	0.23	0.02
ct	1.45	1.30	1.70	0.17
he	0.03	0.02	0.03	0
li	0.03	0.05	0.06	0.02
lc	0.00	0.02	0.02	0
ma	0.08	0.09	0.14	0.02
m1	0.02	0.02	0.00	0
m2	0.03	0.03	0.02	0.02
m3	0.02	0.00	0.02	0
mu	0.05	0.19	0.03	0.03
pa	0.03	0.08	0.08	0
pi	0.22	0.16	0.20	0.02
se	1.36	1.01	1.31	0.11
so	0.16	0.13	0.17	0
sh	0.06	0.05	0.06	0
vo	0.03	0.02	0.03	0.02

As we can see on Table 1, for 16 data sets at least one classifier ensemble algorithm gives the same or higher classification accuracy instead of single J48 algorithm. Only for two data sets (bc, ca) we get better results for J48 algorithm compare with AdaBoost.M1, Bagging and MultiBoostAB. Experimental results demonstrate the effectiveness of using different classifier ensemble methods. In most cases, 10 of 18 cases, the same or greatest classification accuracy were achieved with Bagging (Fig. 4). AdaBoost.M1 achieved the same or better results for 4 data sets, and also MultiBoostAB.

We can conclude that for these data sets, maximum improvement of the classification accuracy was with Bagging as classifier ensemble method, compared to the others classifier ensemble methods. Proper selection of algorithm can improve the accuracy of classification.

Time to build the model in the case of classifier ensemble was the same or higher for all data sets, except one data set (bc) compare with J48 algorithm, as shown in Table 2 and Fig. 5. For some data sets the time taken to build model with classifier ensemble is more than 10 times larger compare with J48. Compare the time taken to build model with different classifier ensemble methods, in our experiment the best results we have with Bagging. In 11 cases, the same or lowest time to build model was achieved with Bagging.

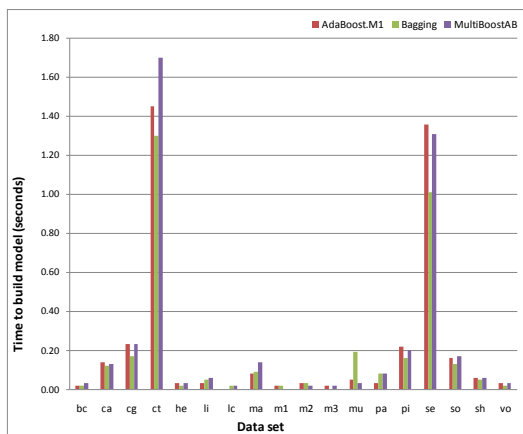


Fig. 5. The impact of selected classifier ensemble on time to build model

Conclusions

This paper investigates the impact on classification accuracy with different classifier ensembles. AdaBoost.M1, Bagging and MultiBoostAB as classifier ensembles methods have been used on fifteen real and three artificial data sets and these results evaluated and compared. Experimental results demonstrate the effectiveness of using classifier ensembles, in our experiment especially Bagging as classifier ensemble method.

Acknowledgements

The authors are grateful to the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia for the support (project TR 34009).

References

1. Ayres de Campos, D., et al. 2000. SisPorto 2.0 A Program for automated analysis of cardiocograms, *J Matern Fetal Med* 5:311-318.
2. Breiman, L., 1996. Bagging Predictors, *Machine Learning*, vol. 24, no. 2, 123-140.
3. Dong, L., Yuan, Y., Cai, Y., 2006. Using Bagging Classifier to Predict Protein Domain Structural Class, *Journal of Biomolecular Structure & Dynamics*, Volume 24, Issue Number 3.
4. Elter, M., Schulz-Wendtland, R., Wittenberg, T., 2007. The prediction of breast cancer biopsy outcomes using two CAD approaches that both emphasize an intelligible decision process, *Medical Physics* 34(11), pp. 4164-4172.
5. Frank, A., Asuncion, A., 2010. UCI Machine Learning Repository, Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science, [http://archive.ics.uci.edu/ml].
6. Freund, Y., Schapire, R.E., 1996. Experiments with a New Boosting Algorithm, Proceedings of the Thirteenth International Conference (ICML 1996), pp. 148-156.

7. Friedman, J., Hastie, T., Tibshirani, R., 2000. Additive logistic regression: A statistical view of Boosting, *The Annals of Statistics*, 28, (2), 337-407.
8. Kuncheva, L., 2004. Diversity in Multiple Classifier Systems (editorial), *Information Fusion*, vol. 6, no. 1, 3-4.
9. Little, M.A., McSharry, P.E., Roberts, S.J., Costello, D.A.E., Moroz, I.M., 2007. Exploiting nonlinear recurrence and fractal scaling properties for voice disorder detection, *BioMedical Engineering OnLine*, 6:23.
10. Melville, P., Mooney, R.J., 2003. Constructing Diverse Classifier Ensembles using Artificial Training Examples, Proceedings of the IJCAI 2003, pp. 505-510, Acapulco, Mexico.
11. Piater, J.H., Riseman, E.M., Utgoff, P.E., 1999. Interactively training pixel classifiers, Published in the *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence* 13(2).
12. Rodriguez, J.J., Kuncheva, L.I., Alonso, C.J., 2006. Rotation Forest: A New Classifier Ensemble Method, In: *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, vol. 28, no. 10.
13. Smith, J.W., Everhart, J.E., Dickson, W.C., Knowler, W.C., Johannes, R.S., 1988. Using the ADAP learning algorithm to forecast the onset of diabetes mellitus, In Proceedings of the Symposium on Computer Applications and Medical Care, pp. 261-265, IEEE Computer Society Press.
14. Ting, K.M., Witten, I.H., 1997. Stacking Bagged and Dagged Models, In: Fourteenth international Conference on Machine Learning, San Francisco, CA, 367-375.
15. Webb, G.I., 2000. MultiBoosting: A Technique for Combining Boosting and Wagging, *Machine Learning*, 40, 159-39, Kluwer Academic Publishers, Boston.

dr. Jasmina Đ. Novakovic, associate professor,
Belgrade business school,
Higher education institution for applied science,
Kraljice Marije 73, 11000 Belgrade, Serbia,
jnovakovic@sbb.rs.

dr. Alempije Veljovic, full professor,
Faculty of technical science Cacak,
University of Kragujevac, Svetog Save 65, 32000
Cacak, Serbia,
alempije@beotel.net.

dr. Sinisa S. Ilic, associate professor,
Faculty of technical science in Kosovska Mitrovica,
University of Pristina, Kneza Milosa 7, 38220 Kosovska Mitrovica, Serbia,
sinisa.ilic@pr.ac.rs

dr Mica Jovanovic, associate professor, University of Belgrade, Faculty of Technology and Metallurgy, 11000 Belgrade, Serbia, mica@tmf.bg.ac.rs



ИНДУСТРИАЛНИ ТЕХНОЛОГИИ

Технически редактор

Иван Димитров

Пенка Пеева

Художник на корицата

Красимир Николов

Издателство

Университет „Проф. д-р Асен Златаров”

Печатни коли – 8,75

Формат – 206 / 290

Дадена за печат – 10 юни 2014

Излязла от печат – 22 юни 2014



INDUSTRIAL TECHNOLOGIES

Technical Editor

Ivan Dimitrov

Penka Peeva

Cover Design

Krasimir Nikolov

House Press

Prof. Dr Assen Zlatarov University

Sheet – 8,75

Format – 206 / 290

Submitted for setting – 10 June 2014

Published – 22 June 2014