

UOT 644.02.54: 586.413.2

**(TlGaSe<sub>2</sub>)<sub>1-x</sub>(TlInS<sub>2</sub>)<sub>x</sub> (x=0,1; 0,2) BƏRK MƏHLULLARINDA ATOMLARIN RƏQSİNİN QEYRİ-HARMONİKLİK DƏRƏCƏSİ VƏ ENTROPIYA DƏYİŞMƏSİ****QURBANOV MEHDİ MƏHƏMMƏD oğlu***Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent***QOCAYEV MURĞUZ MUĞAN oğlu***Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent***ZEYNALOV HAMLET İXTİYAR oğlu***Sumqayıt Dövlət Universiteti, baş müəllim***MƏHƏRRƏMOV ƏKBƏR BƏHRAM oğlu***AMEA-nın Fizika İnstitutu, baş elmi işçi**e-mail: sdu.elmihisse@mail.ru*

**Açar sözlər:** Bərk məhlul, istidən genişlənmə əmsalı, izotermik sıxılma əmsalı, qeyri-harmoniklik dərəcəsi, entropiya.

*Məqalədə (TlGaSe<sub>2</sub>)<sub>1-x</sub>(TlInS<sub>2</sub>)<sub>x</sub> (x=0,1; 0,2) bərk məhlullarının istidən genişlənmə və izotermik sıxılma əmsallarının eksperimental qiymətləri əsasında atomların rəqsinin qeyri-harmoniklik dərəcəsinin harmoniklik dərəcəsinin kvadratına olan nisbəti ( $\gamma\beta^2$ ), eləcə də entropiya dəyişməsinin temperatur asılılığı  $[S_T-S_0]$  hesablanmışdır.*

(TlGaSe<sub>2</sub>)<sub>1-x</sub>(TlInS<sub>2</sub>)<sub>x</sub> (x=0,1; 0,2) bərk məhlulları laylı və zəncirvari quruluşda kristallaşan yarımkeçiricilər qrupuna aiddir. Bu tip yarımkeçiricilər praktik tətbiq baxımından maraqlı materiallar olmaqla bərabər, istilik və elastiklik parametrlərinin temperatur asılılıqlarına aid mövcud nəzəri modellərin yoxlanılması baxımından da maraqlıdır.

Bu işdə (TlGaSe<sub>2</sub>)<sub>1-x</sub>(TlInS<sub>2</sub>)<sub>x</sub> (x=0,1; 0,2) bərk məhlullarının istidən genişlənmə və hərtərəfli sıxılma əmsallarının eksperimental qiymətləri əsasında mövcud nəzəri modellərin nə dərəcədə ödənilməsi yoxlanmışdır.

(TlGaSe<sub>2</sub>)<sub>1-x</sub>(TlInS<sub>2</sub>)<sub>x</sub> (x=0,1; 0,2) bərk məhlulları ədəbiyyatdan mövcud olan metod əsasında sintez edilmişdir [1]. Sintez üçün istifadə edilən ilkin komponentlər yüksək təmizlik dərəcəsinə malik olmuşdur.

Rentgenoqrafik üsulla sintez olunmuş tərkiblərin kristallik quruluşu öyrənilmiş və qəfəs parametrləri təyin edilmişdir. Bütün tərkiblər monoklin quruluşda kristallaşırlar. (TlGaSe<sub>2</sub>)<sub>0,9</sub>(TlInS<sub>2</sub>)<sub>0,1</sub> (x=0,1; 0,2) tərkibi üçün a=10,512(2)Å, b=10,578(2)Å, c=15,030(2)Å, β=100,6(3). (TlGaSe<sub>2</sub>)<sub>0,8</sub>(TlInS<sub>2</sub>)<sub>0,2</sub> tərkibi üçün isə a=10,531 (2)Å, b=10,528(2)Å, c=15,630 (2)Å olmuşdur. Müqayisə göstərir ki, tədqiq olunan bərk məhlulların tərkibində TlInS<sub>2</sub>-birləşməsinin çəki nisbəti artdıqca qəfəs parametrlərinin qiymətində qismən dəyişiklik baş verir. Belə dəyişikliyin atomlararası kimyəvi rəqəbin qiymətinə, tərkibdə mümkün ola biləcək faza keçidinə, eləcə də istilik parametrlərinə təsirini müəyyənləşdirmək üçün (TlGaSe<sub>2</sub>)<sub>1-x</sub>(TlInS<sub>2</sub>)<sub>x</sub> (x=0,1; 0,2) bərk məhlullarının istidən genişlənmə (α) və izotermik sıxılma əmsalları (χT) ölçülmüşdür. Ölçmələr üçün sintez olunmuş tərkiblərdən diametri 5·10<sup>-3</sup> m, hündürlüyü 3·10<sup>-2</sup> m olan silindrik formalı nümunələr hazırlanmışdır. Ölçmələr ədəbiyyatdan mövcud olan metodika əsasında aparılmışdır [2]. Təcrübənin nisbi xətası 0,5% təşkil etmişdir. Təcrübə nəticəsində α və χT-üçün alınan qiymətlər cədvəl şəklində verilmişdir (cədvəl 1.).

Cədvəl 1.

| T, K | (TlGaSe <sub>2</sub> ) <sub>0,9</sub> (TlInS <sub>2</sub> ) <sub>0,1</sub> |                          | (TlGaSe <sub>2</sub> ) <sub>0,8</sub> (TlInS <sub>2</sub> ) <sub>0,2</sub> |                          |
|------|--|--------------------------|--|--------------------------|
|      | $\alpha, 10^{-6} 1/K$  | $\chi_T, 10^{-12} m^2/N$ | $\alpha, 10^{-6} 1/K$  | $\chi_T, 10^{-12} m^2/N$ |
| 90   | 4,96   | 6,37                     | 4,95   | 6,32                     |
| 100  | 7,65   | 6,46                     | 7,62   | 6,45                     |
| 130  | 8,29   | 6,48                     | 8,24   | 6,46                     |
| 140  | 7,45   | 6,59                     | 7,43   | 6,54                     |
| 160  | 7,81   | 6,68                     | 7,79   | 6,63                     |
| 180  | 8,25   | 6,70                     | 8,21   | 6,65                     |
| 200  | 10,12  | 6,72                     | 10,07  | 6,70                     |
| 250  | 11,02  | 6,73                     | 10,95  | 6,68                     |
| 300  | 11,28  | 6,78                     | 11,24  | 6,71                     |

Hər iki tərkib üçün istidən genişlənmə əmsalının cədvəldə verilən qiymətlərindən istifadə etməklə kristal qəfəsində atomların qeyri-harmoniklik dərəcəsinin harmoniklik dərəcəsinin kvadratına olan nisbəti ( $\gamma/\beta^2$ ) hesablanmışdır. Hesablama ədəbiyyatdan mövcud

$$\alpha = \frac{\gamma k}{a\beta^2} \quad (1)$$

düsturu əsasında aparılmışdır [3]. Burada  $a$ -qəfəs parametri,  $k$ -Bolsman sabitidir. Hesablamaların nəticəsi cədvəldə verilmişdir (Cədvəl 2.).

Cədvəl 2.

| T, K | (TlGaSe <sub>2</sub> ) <sub>0,9</sub> (TlInS <sub>2</sub> ) <sub>0,1</sub> |                           | (TlGaSe <sub>2</sub> ) <sub>0,8</sub> (TlInS <sub>2</sub> ) <sub>0,2</sub> |                           |
|------|--|---------------------------|--|---------------------------|
|      | $\gamma/\beta^2, 10^5 N^{-1}$  | $S_T - S_0 C/mol \cdot K$ | $\gamma/\beta^2, 10^5 N^{-1}$  | $S_T - S_0 C/mol \cdot K$ |
| 90   | 3782   | 0,34                      | 3785   | 0,21                      |
| 100  | 5829   | 0,89                      | 5814   | 0,56                      |
| 120  | 6317   | 1,26                      | 6287   | 0,79                      |
| 140  | 5677   | 1,17                      | 5669   | 0,74                      |
| 160  | 5951   | 1,45                      | 5943   | 0,92                      |
| 180  | 6286   | 1,81                      | 6264   | 1,1                       |
| 200  | 7711   | 3,02                      | 7683   | 1,9                       |
| 250  | 8327   | 4,47                      | 8354   | 2,8                       |
| 300  | 8595   | 5,57                      | 8576   | 3,6                       |

Ədəbiyyatda göstərilmişdir ki, cismə heç bir xarici qüvvə təsir etməyən halda da onun temperaturu dəyişirsə, sırf istidən genişlənmə hesabına da deformasiya baş verir. Bu zaman sərbəst enerji dəyişir və sərbəst enerjinin temperatura görə diferensialı əsasında tapılan entropiyanın qiymətində də dəyişiklik baş verməlidir.

Bu dəyişiklik belə düsturla müəyyən edilir [4]:

$$S_T = S_0 + \frac{\alpha U_{ii}}{\chi_T} \quad (2)$$

Burada  $S_0$ -cismin deformasiyaya uğramayan halına uyğun gələn temperaturda ( $T_0$ ) entropiyanın qiyməti,  $S_T$ -isə temperaturda  $T$  əlaqədar deformasiya baş verdiyi halda entropiyanın qiymətidir.  $\chi_T$  -izotermik sıxılma əmsalı,  $\alpha$ -istidən genişlənmə əmsalı,  $U_{ii}$ -həcmnin nisbi dəyişməsidir.

Ədəbiyyatda göstərdiyi kimi

$$U_{ii} = \alpha(T - T_0) \quad (3)$$

kimi yazıla bilər. Uii –nin (3) qiymətini (4) ifadəsində yazmaqda belə alarıq:

$$S_T - S_0 = \frac{\alpha^2 (T - T_0)}{\chi_T} \quad (4)$$

Bu ifadə temperatur hesabına yaranan deformasiya zamanı vahid həcmə düşən entropiya dəyişməsidir.

Tədqiq olunan tərkiblər üçün  $\alpha$  və  $\chi_T$ -nin cədvəldə verilən qiymətlərindən istifadə edərək  $S_T - S_0$  qiymətləri hesablanmışdır. Entropiya dəyişməsinin vahidinin C/mol·K olması üçün (4) ifadəsində bərabərliyin sağ tərəfindəki ifadə  $m/\rho$  ifadəsinə də vurulmuşdur ( $M$ -tərkibin molekullar kütləsi,  $\rho$ -sıxlıqdır).

$S_T - S_0$  üçün hesablanmış qiymətlər də cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəldən göründüyü kimi, (TlGaSe<sub>2</sub>)<sub>1-x</sub>(TlInS<sub>2</sub>)<sub>x</sub>-bərk məhlullarının tərkibində TlInS<sub>2</sub>-nin çəki nisbəti artdıqca  $\alpha$  və  $\chi_T$ -nin qiymətlərində baş verən dəyişikliyə analogi olaraq  $S_T - S_0$  fərqi də dəyişikliyə baş verir. Hər iki tərkibdə temperaturun artması ilə  $S_T - S_0$  fərqi də çoxalır.

Bu cür dəyişikliyi tədqiq edilən sistemdə temperaturun artması ilə, həm defektliyin, həm də nizamsızlıq dərəcəsinin artması ilə əlaqələndirmək olar [5,6].

Qeyd etmək lazımdır ki, hesablamalarda istifadə olunan düsturlar kubik quruluşda kristallaşan izotrop bərk cisimlərə aid nəzəri modellər əsasında çıxarılmışdır. Odur ki, həmin ifadələrin kəskin anizotropluğa malik mürəkkəb yarımkeçiricilərə tətbiqi zamanı istilik parametrlərinin polikristal maddələr üçün ölçülmüş qiymətlərindən istifadə edilmişdir. Hesablama nəticəsində alınan qiymətlər gələcəkdə bu tip birləşmələrin istilik parametrlərinin temperatur asılılıqlarını əks etdirən yeni nəzəri modellərin işlənməsi üçün gərəqli ola bilər.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Годжаев М.М., Гусейнов Т.Д., Керимова Э.М. Ширина запрещенной зоны твердых растворов (TlGaSe<sub>2</sub>)<sub>1-x</sub>(TlInS<sub>2</sub>)<sub>x</sub>, Неорг.матер.1987, м.23, №12; с.2087-2089.
2. Курбанов М.М. Тепловое расширение и изотермическая сжимаемость TlGaSe<sub>2</sub>, Неорган.матер. 2001, т.37, №12, с.1447-1448.
3. Ансельм А.Н.. Введение в теорию полупроводников. М.-Л.: Госатомиздат, 1962, 167 с.
4. Ландау Л.Д., Лифиниц Е.М. Теория упругости. Москва: Наука, 1965, с.27-29.
5. Qurbanov M.M., Qocayev M.M., Əhmədova A.M. (TlGaSe<sub>2</sub>)<sub>0,9</sub>(TlInS<sub>2</sub>)<sub>0,1</sub> birləşməsində istidən genişlənmə və optik udulma arasında qarşılıqlı əlaqə. Fizikanın müasir problemləri, IV Respublika Konfransının Materialları 24-25 dekabr, Bakı: 2012, s.185-187.
6. Курбанов М.М., Годжаев М.М., Мамедов С.Д., Магераммов А.Б., Мамедов Е.Г. Корреляция между тепловым расширением, изотермической сжимаемостью и фотопроводимостью в твердых растворах (TlGaSe<sub>2</sub>)<sub>1-x</sub> (TlInS<sub>2</sub>)<sub>x</sub>(x=0,1; 0,2) Изв. РАН «Неорганические материалы». Том 48, №7. М: 2012, с. 1-3.

**РЕЗЮМЕ**

**СТЕПЕНЬ АНГАРМОНИЧНОСТИ КОЛЕБАНИЙ АТОМОВ И ИЗМЕНЕНИЕ ЭНТРОПИИ В ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ  $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$  ( $x=0,1; 0,2$ )**

*Курбанов М.М., Годжаев М.М., Зейналов Г.И., Магеррамов А.Б.*

*Ключевые слова: твердый раствор, коэффициент теплового расширения, коэффициент изотермического сжатия, степень ангармоничности, энтропия.*

В статье на основании экспериментальных значений коэффициентов теплового расширения и коэффициента изотермического сжатия твердых растворов  $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$  ( $x=0,1; 0,2$ ) рассчитано отношение степени ангармоничности колебаний атомов к квадрату степени гармоничности ( $\gamma/\beta^2$ ), а также изменение энтропии с температурой  $[S_T-S_0]$ .

**SUMMARY**

**THE DEGREE OF ANHARMONICITY OF ATOMIC VIBRATIONS AND THE CHANGE OF THE ENTROPY IN SOLIDSOLUTION OF**

**$(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$  ( $x=0,1; 0,2$ )**

*Gurbanov M.M., Gocayev M.M., Zeynalov H.I., Maherramov A.B.*

*Key words: solid solution, coefficient of thermal expansion, coefficient of isothermal compressibility, degree of anharmonicity, entropy.*

In the article on the basis of experimental values of the coefficients of thermal expansion and isothermal compressibility of  $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$  ( $x=0,1; 0,2$ ) solid solutions the ratio of the degree of anharmonicity of atomic vibrations to the square of the degree of anharmonicity ( $\gamma/\beta^2$ ), as well as the change of the entropy with temperature  $[S_T-S_0]$  have been calculated.

Daxil olma tarixi: Ilkin variant 08.02.2016  
Son variant 01.06.2016

УДК 546.682.561'231

**ВЛИЯНИЕ ОТЖИГА НА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ  
ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ  $TlInSe_2$  -  $TlNdSe_2$** **ЗАРБАЛИЕВ МАХАМЕДАЛИ МАЗАГИР оглу,***Сумгаитский государственный университет, профессор***АЛИЕВ ФАРЗАЛИ ФАЗИЛЬ оглу,***Институт физики НАН Азербайджана, старший научный сотрудник***АГАЕВА УЛЬКЕР МАХАМЕДАЛИ гызы,***Сумгаитский государственный университет, ассистент***ГУРБАНОВА СИМА АЙЮБ гызы,***Сумгаитский государственный университет, ассистент**e-mail: [zarbalievmm51@mail.ru](mailto:zarbalievmm51@mail.ru)*

**Ключевые слова:** ширина запрещенной зоны, эффективная масса, приведенный химический потенциал, дифференциальная термо-э.д.с..

*В работе исследовано влияние отжига в вакууме на электропроводность, подвижность носителей заряда и термо-э. д.с. кристаллов твердых растворов системы  $TlInSe_2$  -  $TlNdSe_2$  ( $0,01 \leq x \leq 0,10$ ) выращенных вертикальным методом Бриджмена. Наблюдаемые особенности на температурных зависимостях электропроводности  $\sigma(T)$  и термо-э.д.с  $\alpha(T)$  интерпретированы в рамках модели с двумя типами носителей заряда.*

Сочетание высоких температур плавления и термической стойкости с низким коэффициентом теплопроводности и высокой величиной термо – э.д.с. обуславливает интерес к термоэлектрическим свойствам твердых растворов систем  $TlInS_2$  ( $Se_2$ ,  $Te_2$ ) -  $TlLnS_2$  ( $Se_2$ ,  $Te_2$ ) [1-7].

В [1-4] показано, что в системе  $TlInSe_2$  -  $TlNdSe_2$  наблюдается область растворимости при комнатной температуре на основе  $TlInSe_2$  до 11 мол.%  $TlNdSe_2$  и проведено исследование электропроводности, теплопроводности в зависимости от температуры и состава твердых растворов  $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$ . Однако количество опубликованных работ по вопросам оптимизации физических параметров этих материалов невелико, что и вызывает интерес к дополнительным исследованиям в данном направлении.

В настоящей работе приводятся результаты влияния отжига на электропроводность и термо – э.д.с. кристаллов твердых растворов  $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$  дырочного типа.

**Экспериментальная часть.** Синтез твердых растворов системы  $TlInSe_2$  -  $TlNdSe_2$  проводили сплавлением исходных компонентов, взятых в стехиометрическом соотношении. Для синтеза использовали материалы чистотой  $99,999 \div 99,992$  масс.%, согласно диаграмме состояния [8] незначительное отклонение от стехиометрии в ту или иную сторону может привести к получению гетерофазных образцов, поэтому в шихту добавляли до 0,05 масс.% селена сверх стехиометрии.

Синтез проводили в откаченных до  $10^{-2}$  Па и запаянных кварцевых ампулах в следующем режиме. Температуру нагревателя, содержащего кварцевые ампулы с веществом, со скоростью  $25 \div 30$  К/ч повышали до 800 К. При этой температуре образцы выдерживали в течение  $5 \div 6$  часов, а затем нагревали до 1200 К и выдерживали еще 4 часа. После гомогенизации в течение  $25 \div 30$  часов при 1300К ампулу перемещали через зону с температурным градиентом 50 К/см со скоростью 4 К/ч, после чего печь

выключали. В результате получены монокристаллы  $p$ -  $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$ .

Монокристаллы  $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$  выращивали как при горизонтальном, так и при вертикальном перемещении расплавленной зоны без затравки. Рост кристаллов происходил в откаченных до  $10^{-2}$  Па и запаянных кварцевых ампулах. Расплавленные зоны длиной от 5 до 10 мм перемещались со скоростью  $10 \div 15$  мм/ч, число проходов зоны варьировалось от 15 до 20. Полученные таким образом кристаллы  $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$  раскачивались по двум взаимно-перпендикулярным зеркальным плоскостям и приобретали форму прямоугольных параллелепипедов. Однако дальнейший анализ подтвердил, что плоскости указанных прямоугольных параллелепипедов не соответствуют основным боковым плоскостям тетрагональных решеток данного состава. Оказалось, что кристаллы скалываются диагональным плоскостям тетрагональных элементарных ячеек. Следовательно, параллельно расположенные к тетрагональной оси  $c$  естественные сколы соответствовали  $(110)$  и являлись плоскостями роста, а ориентация самой оси  $c$  в слитке зависела от конкретных условий роста: при аксиальной симметрии теплового потока ось  $c$  принимала направление параллельного перемещения зоны при горизонтальной зонной перекристаллизации и перпендикулярного при вертикальной. Однако в случае горизонтально направленной кристаллизации твердых растворов  $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$  со скоростью 3 мм/ч методом медленного охлаждения (5К/ч) при постоянном градиенте температур наблюдалась несколько иная ориентация. Кристаллографическая ось  $c$  была направлена по диаметру слитка, а одна из указанных выше двух плоскостей скалывания сохраняла неизменно горизонтальное положение и в данном случае.

Измерения проводили на образцах, вырезанных из средней части полученных слитков. Распределение селена по длине слитка было неоднородное – к концу слитка наблюдался избыток селена. Количество неодима оценивали из сопоставления электропроводности образцов с данными для поликристаллических образцов, в которых содержание иттербия близко к номинальному.

Электропроводность ( $\sigma$ ), коэффициент Холла ( $R_x$ ) и термо-эдс ( $\alpha$ ) образцов измеряли по стандартной методике при постоянном токе [8].

На рис.1 приведены температурные зависимости электропроводности трех образцов твердых растворов  $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$  ( $x=0,01$ ;  $x=0,03$  и  $x=0,05$ ) до и после отжига. Характерно, что  $\sigma$  сильно зависит от температуры, а энергии ионизации акцепторов во всех образцах соответствуют различным наклонам кривых  $\sigma = f(10^3/T)$ . Так, для исследуемых образцов после отжига зависимость электропроводности от обратной температуры дает энергию активации  $\sim 0,3$  эВ и  $\sim 0,6$  эВ, а до отжига выделяются несколько участков с разными наклонами, соответствующих энергиям активации 0,4 и 0,8 эВ. Остальные уровни также согласуются с литературными данными и обусловлены собственными дефектами [4-7].

Кристаллы исследуемых составов отжигали в откаченных до  $10^{-2}$  Па и запаянных кварцевых ампулах при температуре  $70 \div 80$  К в течение 50 ч. Изменение параметров наблюдалось во всех образцах. После отжига холловская подвижность носителей заряда ( $\mu_x = \sigma R_x$ ) увеличивается и максимум подвижности смещается в сторону более низких температур. В образце, соответствующему составу  $TlIn_{0,99}Nd_{0,01}Se_2$  с концентрацией дырок  $p = 1,5 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$  при 300К  $\mu = 2,14 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 / (\text{Вс})$  после отжига при 500К, подвижность возрастает всего в 1,2 раза. Это связано с изменением преобладающего механизма рассеяния, поскольку при  $T < 300$  К рассеяние на ионизированных примесях при гомогенизации образца уменьшается.

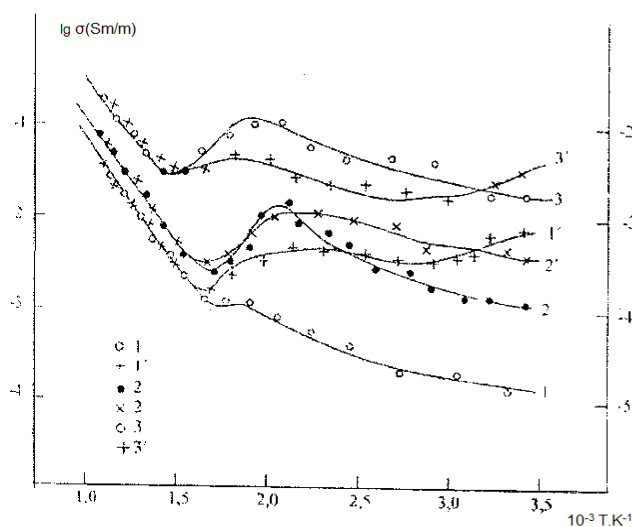


Рис.1. Температурные зависимости электропроводности кристаллов  $TlIn_{0,99}Nd_{0,01}Se_2$  до (кривые 1-3-левая шкала) и после (кривые 1'-3'-правая шкала) отжига. Составы:  $x=0,01$  – кривые 1, 1';  $x=0,03$ -2, 2';  $x=0,05$ -кривые 3, 3'

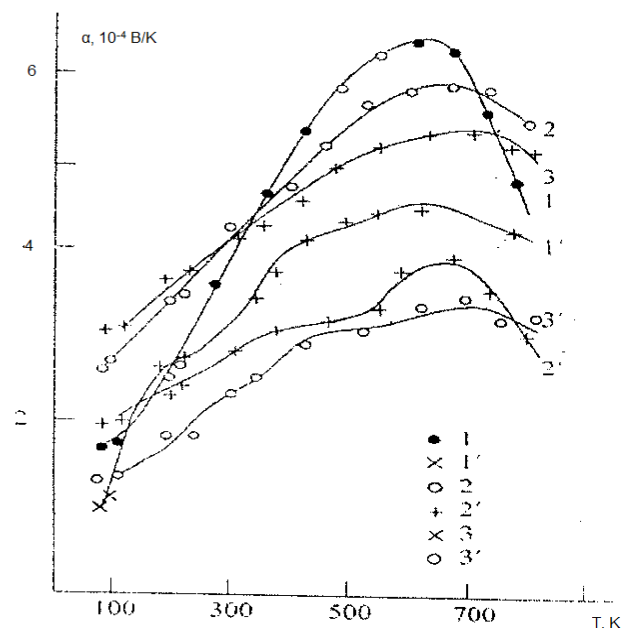


Рис.2. Температурные зависимости коэффициента термо-э.д.с. кристаллов  $TlIn_{0,99}Nd_{0,01}Se_2$  до (1-3) и после (1'-3') отжига. Составы:  $x=0,01$ -кривые 1, 1';  $x=0,03$ -кривые 2, 2';  $x=0,05$ -кривые 3, 3'

На рис.2 представлены кривые температурных зависимостей термо-э.д.с. исследованных образцов. Во всем исследованном температурном интервале  $\alpha$  имеет положительные значения и при данной температуре уменьшается с ростом содержания неодима в составе твердых растворов. Для сравнения с экспериментальными данными значения  $\alpha$  вычисляли в модели примесного полупроводника со смешанным механизмом рассеяния [8,9].

Как известно, при измерении термо-э.д.с.  $\alpha$  полупроводника надо взять термо-элемент, одну ветвь которого составляет металл (у которого  $\alpha$  очень мала), а другую – исследуемый полупроводник (в нашем случае твердые растворы  $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$ ). В этом случае вкладом металла в термо-э.д.с. можно пренебречь и измеряемая термо-э.д.с. даст нам термо-э.д.с. полупроводника, состоящую из двух частей: объемной, возникающей в полупроводнике за счет диффузии носителей от горячего конца к холодному и контактной, возникающей из-за температурной зависимости химического потенциала полупроводника.

При термодинамическом расчете термо-э.д.с. мы сразу можем учитывать обе части (объемную и контактную), если определим ее как коэффициент пропорциональности между отрицательным градиентом электрохимического потенциала и градиентом температуры,

$$E = -\nabla\left(\varphi_0 - \frac{\xi}{e}\right) = \alpha \nabla T \quad (1)$$

Согласно [8] термо-э.д.с. в магнитном поле

$$\alpha(H) = -\frac{D_2}{D_0}, \text{ где } D_0 = \begin{vmatrix} \sigma_{11} & -\sigma_{12} \\ \sigma_{12} & \sigma_{11} \end{vmatrix} \text{ и } D_0 = \begin{vmatrix} \sigma_{12} & \sigma_{11} \\ \beta_{11} & -\beta_{12} \end{vmatrix} \quad (2)$$

Тогда абсолютная дифференциальная термо-э.д.с. в отсутствии магнитного поля

$$\alpha(0) = \frac{\beta_{11}(0)}{\sigma_{11}(0)} \quad (3)$$

Для стандартной зоны время релаксации во всех случаях является степенной функцией от энергии носителя тока [ 8 ]

$$\tau(\varepsilon) = \tau_{or}(T) \left( \frac{\varepsilon}{k_0 T} \right)^{r-\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Когда одновременно действуют несколько механизмов релаксации, при их упругом характере эффективное время релаксации можно вычислить выражением

$$\frac{1}{\tau_{\varepsilon\phi}} = \sum_{ik'} W_i(k, k') (1 - \cos \theta) = \sum_i \frac{1}{\tau_i} \quad (5)$$

Таким образом, если одновременно действуют только два механизма рассеяния с параметрами  $r_1$  и  $r_2$ , эффективное время релаксации может быть представлено в виде

$$\tau_{\varepsilon\phi} = \frac{\tau_{or1}(T)\tau_{or2}(T)\left(\frac{\varepsilon}{k_0 T}\right)^{r_2-\frac{1}{2}}}{\tau_{or1}(T)+\tau_{or2}(T)\left(\frac{\varepsilon}{k_0 T}\right)^{r_2-r_1}} \quad (6)$$

Как видно из этой формулы, в случае смешанного механизма рассеяния эффективное время релаксации не является функцией от энергии носителей тока.

Поэтому, в этом случае для любой степени вырождения электронного газа в стандартной зоне термо-э.д.с. определяется выражением [9]

$$\alpha = -\frac{k_0}{e} \left[ \frac{F_{r+2}}{F_{r+2}} - \eta \right]$$

где  $F$  –однопараметрические интегралы Ферми,  $\eta$  –приведенный химпотенциал. При этом плотность состояний в валентной зоне определена по данным четырех кинетических коэффициентов [4]. Расчетная кривая для состава с  $x = 0,03$  при рассеянии на ионах примеси, оптических колебаниях кристаллической решетки и при фиксированном значении уровня Ферми такая же, как для образца с  $x = 0,05$ . Ее температурный ход близок к составу с  $x = 0,01$ , а в остальных случаях для объяснения эксперимента необходимы дополнительные допущения. В образце с  $x = 0,01$  по мере уменьшения температуры рост термо-э.д.с. можно объяснить со смешанными типами носителей заряда. В образцах с  $x = 0,03$  и  $x = 0,05$ . Значение термо- э.д.с. уменьшается боле резко. Полагая, что в этих образцах могут играть роль не только зонные носители заряда, но и дырки в примесной зоне, проведена оценка коэффициента термо-э.д.с., которая интерпретирована в рамках двухзонной модели:  $\alpha = \frac{\alpha_1\sigma_1+\alpha_2\sigma_2}{\sigma_1+\sigma_2}$ . Приближение к данным эксперимента наблюдается при следующем отношении подвижностей электронов к подвижностям дырок  $b = \mu_e/\mu_p \approx 8$ , в случае учета донорно –акцепторных комплексов расчетные значения  $\alpha$  уменьшаются и может измениться знак термо-э.д.с. с наступлением собственной проводимости.

Отклонение  $\alpha$  от расчетной кривой в меньшую сторону при  $T < 1000K$  можно объяснить влиянием донорного уровня с соответствующей энергией ионизации. При более высоких температурах экспериментальные кривые проходят выше расчетных, и на долю добавочной термо-э.д.с. приходится не менее 40мкВ/К при комнатной температуре. Это объясняется «ловушечным» действием барьеров на межзеренных границах поликристалла, которое ведет к уменьшению не усредненной концентрации носителей заряда и влияет на ход  $\sigma(T)$ . После отжига в вакууме остаточная термо-э.д.с. уменьшается, тогда как отжиг на воздухе активизирует процессы на границах и ведет к росту термо-э.д.с..



**Выводы.** Рассмотрено влияние отжига в вакууме при  $700 \div 900K$  на электропроводность, подвижность носителей заряда и термо-э.д.с. кристаллов твердых растворов  $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$  при  $0 < x \leq 0,05$ , выращенных вертикальным методом Бриджмена. Полученные данные о  $\sigma(T)$  и  $\alpha(T)$  интерпретированы в рамках двухзонной модели.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зарбалиев М.М. Твердые растворы замещения в системе  $TlInTe_2 - TlYbTe_2$ . Российская АН. Неорганич. Материалы, 35 (1999) 560-565
2. Зарбалиев М.М. Твердые растворы  $TlIn_{1-x}Yb_xS_2$ . Российская АН. Неорганич. Материалы, 36 (2000) 619-624.
3. Aliev F.F., Yuzbashov E.R., Agayeva U.M., Zarbaliyev M.M. Electrical and Thermoelectrical Properties of  $TlIn_{1-x}Yb_xTe_2$  ( $0 \leq x \leq 0,10$ ) Solid Solutions in the Temperature Range of 80-1000K, Acta Physica Polonica A. Vol. 129 (2016). №1. P.69-74.
4. Зарбалиев М.М., Ахмедова А.М., Зарбалиева У.М. Термоэлементы на основе твердых растворов  $TlIn_{1-x}Yb_xTe_2$ , Вестник Бакинского гос.унив., 1, 1435, 2011. с.176-181
5. Aliev F.F., Eminova V.I., Agayeva U.M. Determination of effective masses of electrons and holes in  $TlIn_{1-x}Yb_xTe_2$  solid solutions from the measurement of the kinetic coefficients in weak magnetic fields, The Reports of National Academy of Sciences of Azerbaijan, 2015, vol.LXXI. №1. P.26-30.
6. Алиев Ф.Ф., Эминова В.И., Агаева У.М., Зарбалиев М.М., Юсифова Т.Ф. О температурной зависимости кинетических коэффициентов в твердых растворах  $TlIn_{1-x}Yb_xTe_2$  при  $0 \leq x \leq 0,10$ . АМЕА-nın xəbərləri, Fizika-texnika və riyaziyyat elmlər seriyası, fizika və astronomiya, 2015, №2, s.82-88.
7. Алиев Ф.Ф., Дамиров Г.М., Агаева У.М., Зарбалиев М.М. Электрические и термоэлектрические свойства твердых растворах  $TlIn_{1-x}Yb_xTe_2$ , SDU, Elmi xəbərlər, Təbiət və texniki elmlər bölməsi. Cild15, №3, 2015, s.18-22
8. Б.М.Аскеров, Кинетические эффекты в полупроводниках, Ленинград: Наука, 1970, 304 с.
9. П.С.Кириев, Физика полупроводников, Москва: Высшая школа, 1975, с.291-302

#### XÜLASƏ

#### $TlInSe_2 - TlNdSe_2$ SİSTEMİNİN BƏRK MƏHLULLARININ KRİSTALLARININ ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİNƏ TABLAMANIN TƏSİRİ

*Zərbəliyev M.M., Əliyev F.F., Ağayeva Ü.M., Qurbanova S.A.*

**Açar sözlər:** qadağan zonanın eni, bərk məhlullar, yarımkəçirici, monokristal, konsentrasiya, elektrik xassələri

İşdə  $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$  ( $0,01 \leq x \leq 0,10$ ) tərkibli bərk məhlulların vertikal Brijmen üsulu ilə yetişdirilmiş kristallarının elektrik keçiriciliyi, termo-e.h.q., yükdaşıyıcılarının yürüklüyünün temperatur asılılıqları vakuumda tablamanın təsiri altında tədqiq edilmişdir. Alınan nəticələr iki zonalı model əsasında təhlil olunmuşdur.

**SUMMARY**

**THE INFLUENCE OF THE ANNEALING ON THE ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF THE CRYSTALS OF HARD SOLUTIONS  $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$**

*Zarbaliyev M.M., Aliyev F.F., Agayeva U.M., Gurbanova S.A.*

**Key words:** *band gap, solid solutions, semiconductor, single crystal, concentrationelectric properties*

The influence of the annealing in the vacuum on the electrical conductivity, charge mobility and thermo power crystals of hard solid solutions  $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$  ( $0,01 \leq x \leq 0,10$ ) grown by vertical method of the Bridjman has been investigated in this work. Obtained experimental data have been analyzed within the model framework of the two types of charge carrier.

|                    |               |            |
|--------------------|---------------|------------|
| Daxil olma tarixi: | Ilkin variant | 09.02.2016 |
|                    | Son variant   | 01.06.2016 |

УДК 519.95

## ОБ ОДНОЙ МОДИФИКАЦИИ МЕТОДА ПИТЕРСОНА-ГОРЕНСТЕЙНА-ЦИРЛЕРА ДЛЯ ДВОИЧНЫХ КОДОВ БОУЗА-ЧОУДХУРИ-ХОКВИНГЕМА

**ФЕЙЗИЕВ ФИКРАТ ГЮЛЬАЛИ** оглу

*Сумгаитский государственный университет, профессор*

**МЕХТИЕВА МАРАЛ РЗАБАЛА** гызы

*Бакинский государственный университет, доцент*

**РАМАЗАНОВА ЛИДИЯ МАМЕДШАХ** гызы

*Сумгаитский государственный университет, ст. препод*

*e-mail: Feyziyevfg@mail.ru*

**Ключевые слова:** коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема, метод Питерсона-Горенштейна-Цирлера, синдром, локатор ошибок, матрицы в треугольном виде, конечное поле, примитивный элемент

*На основе приведения матрицы к треугольному виду разработана модификация метода Питерсона-Горенштейна-Цирлера, позволяющая ускорить обнаружение и исправление ошибок в двоичных кодах Боуза-Чоудхури-Хоквингема.*

**Введение.** В настоящее время с целью защиты данных в компьютерных системах и сетях широко распространены методы теории кодирования, криптографии и т.д. [1-3]. Одним из эффективных помехоустойчивых кодов являются коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема (БЧХ) [1,3,4]. Для декодирования кодов БЧХ, т.е. обнаружения ошибки в принятых сообщениях, их исправления и выделения из них информационных сообщений, используются различные методы и алгоритмы. К ним относится и алгоритм Питерсона-Горенштейна-Цирлера (ПГЦ). Алгоритм ПГЦ основывается на решении специальной системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) относительно неизвестных локаторов ошибок с применением метода обращения матрицы. В работе [5] для ускорения обнаружения и исправления ошибок в двоичных кодах БЧХ предложена модификация алгоритма ПГЦ, в которой вместо метода обращения матрицы применяется метод Гаусса.

**1. Постановка задачи.** Пусть  $\alpha$  - примитивный элемент поля  $GF(2^m)$  [4], т.е., элемент порядка  $n = 2^m - 1$ , где  $m$  заданное натуральное число. Для натурального числа  $\ell$  код БЧХ, исправляющий максимум  $\ell$  ошибок, является циклическим кодом длины  $n$  с порождающим многочленом  $g(x) = \text{НОК}[f_1(x), f_2(x), \dots, f_\ell(x)]$ , где  $f_\rho(x)$  есть минимальный многочлен элемента  $\alpha^\beta \in GF(2^m)$ ,  $\beta = \overline{1, 2\ell}$ . Пусть  $k = n - \deg g(x)$  и  $i = (i_0, i_1, \dots, i_{k-1})$  есть  $k$ -мерный произвольный информационный вектор над полем  $GF(2)$ . Тогда информационный вектор  $i$  может быть закодирован посредством операции  $c(x) = i(x) \cdot g(x)$  в кодовый многочлен  $c(x) = c_{n-1}x^{n-1} + \dots + c_1x + c_0$ , где  $i(x) = i_{k-1}x^{k-1} + \dots + i_1x + i_0$ . Отметим, что для чисел  $n$ ,  $k$  и  $\ell$  должно быть удовлетворено соотношение  $2\ell \leq n - k$  [4].

Пусть по каналу связи передан многочлен  $c(x)$ , а на другом конце принят многочлен  $v(x) = v_{n-1}x^{n-1} + \dots + v_1x + v_0$ . Пусть  $e(x) = e_{n-1}x^{n-1} + \dots + e_1x + e_0$  есть многочлен ошибок, т.е.  $e(x) = v(x) + c(x)$ ,  $GF(2)$ , и не более  $\ell$  коэффициентов равны 1. Предположим, что в данный момент произошло  $\nu$  ошибок, где  $0 \leq \nu \leq \ell$ , и что этим ошибкам соответствуют

неизвестные позиции  $p_1, p_2, \dots, p_\nu$ . В этом случае многочлен ошибок  $e(x)$  можно записать в виде  $e(x) = x^{p_1} + \dots + x^{p_\nu}$ . В этих соотношениях показатели степеней  $p_1, p_2, \dots, p_\nu$  и число  $\nu$  неизвестны. Для обнаружения и исправления ошибок необходимо найти все эти неизвестные. Для нахождения значений  $\nu$  и  $p_1, p_2, \dots, p_\nu$  в [1] предлагается использовать компоненты синдрома  $S_\beta, \beta = \overline{1, 2\ell}$ , где  $S_\beta = \nu(\alpha^\beta)$ . Поскольку  $c(x) = i(x) \cdot g(x)$  и  $\alpha^\beta, \beta = \overline{1, 2\ell}$  есть корни порождающего многочлена  $g(x)$ , то  $c(\alpha^\beta) = 0, \beta = \overline{1, 2\ell}$ . Учитывая эти факты в формуле определения  $S_\beta, \beta = \overline{1, 2\ell}$ , получим:

$$\begin{aligned} S_\beta = \nu(\alpha^\beta) &= c(\alpha^\beta) + e(\alpha^\beta) = e(\alpha^\beta) = (\alpha^\beta)^{p_1} + (\alpha^\beta)^{p_2} + \dots + (\alpha^\beta)^{p_\nu} = \\ &= (\alpha^{p_1})^\beta + (\alpha^{p_2})^\beta + \dots + (\alpha^{p_\nu})^\beta. \end{aligned} \quad (1)$$

Примитивный многочлен над полем  $GF(2)$  степени  $m$ , с помощью которого построено поле  $GF(2^m)$ , обозначим через  $P(x)$ . Отметим, что в поле  $GF(2^m)$  примитивному элементу  $\alpha$  соответствует многочлен  $x$  [1]. Поэтому вместо  $P(x)$  можно использовать  $P(\alpha)$ .

Вычисления  $S_\beta$  по формуле (1) проводятся над полем  $GF(2^m)$ . Это означает, что после выполнения операций, указанных в правой части равенства, полученный результат делится на многочлен  $P(\alpha)$  и берется остаточный многочлен.

Из формулы (1) видно, что если  $S_\beta = 0, \beta = \overline{1, 2\ell}$ , то в принятом сообщении нет ошибок, а в противном случае – есть ошибки (искажения).

Пусть  $X_j = \alpha^{p_j}$  (локаторы ошибок)  $j = 1, \dots, \nu$ . Так как порядок элемента  $\alpha$  равен  $n$ , то все локаторы рассматриваемой конфигурации ошибок различны. Для каждого  $\beta \in \{1, \dots, 2\ell\}$  из формулы (1) имеем:  $S_\beta = \nu(\alpha^\beta) = X_1^\beta + X_2^\beta + \dots + X_\nu^\beta$ . Таким образом, получается следующая система из  $2\ell$  уравнений относительно неизвестных локаторов ошибок  $X_1, \dots, X_\nu$ :

$$S_\beta = X_1^\beta + X_2^\beta + \dots + X_\nu^\beta, \beta = \overline{1, 2\ell}. \quad (2)$$

Систему нелинейных уравнений (2) решают косвенным путем [1]. Для этого используется многочлен локаторов ошибок  $\Lambda(x) = \Lambda_\nu x^\nu + \dots + \Lambda_1 x + 1$ , корнями которого являются  $X_\ell^{-1}, \ell = 1, \dots, \nu$ . Если коэффициенты многочлена  $\Lambda(x)$  известны, то для вычисления локаторов ошибок необходимо найти его корни. В [1] получены СЛАУ, связывающие компоненты синдрома с коэффициентами многочлена  $\Lambda(x)$ . Эта СЛАУ имеет следующий матричный вид

$$A \cdot \text{col}(\Lambda_\nu, \Lambda_{\nu-1}, \dots, \Lambda_1) = \text{col}(S_{\nu+1}, S_{\nu+2}, \dots, S_{2\nu}). \quad (3)$$

Здесь  $A = (a_{\rho, \beta}), \rho = \overline{1, \nu}, \beta = \overline{1, \nu}$ , где  $a_{\rho, \beta} = S_{\rho-1+\beta}$ . Известно [1], что если матрица  $A$  невырожденная, то эта система имеет единственное решение относительно  $\Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_\nu$ . Доказано [1], что: Если  $M = (S_{\rho-1+\beta}), \rho = \overline{1, \mu}, \beta = \overline{1, \mu}$  и если  $\mu$  равно числу  $\nu$  произошедших ошибок, то матрица  $M$  невырожденная, а если  $\mu$  больше  $\nu$ , то матрица  $M$  вырождена. На основе этих фактов в [1] построен метод декодирования ПГЦ, при котором СЛАУ (3) решается обращением матрицы  $A$ . А в работе [5] для ускорения обнаружения и исправления ошибок в двоичных кодах БЧХ предложена модификация метода ПГЦ, в которой вместо метода обращения матрицы применяется метод Гаусса. Для обнаружения и исправления ошибок по модификации метода ПГЦ сначала находится число прои-

зошедших ошибок. Затем уточняются координаты ошибок, т.е. находятся номера компонентов принятого слова, которые подверглись ошибке, и они корректируются. В модификации метода ПГЦ, как и самого метода ПГЦ, нахождение числа произошедших ошибок осуществляется следующим образом: Сначала число ошибок берется равным  $\ell$  – максимально возможному числу ошибок. Строится матрица (это матрица имеет порядок равный выбранному числу ошибок) и соответствующая ей СЛАУ приводится к треугольному виду. Если существует хотя бы один элемент на диагонали матрицы, равный нулю, то число ошибок уменьшается на 1. Снова строится матрица системы и соответствующая ей СЛАУ приводится к треугольному виду. Если опять существует хотя бы один элемент на диагонали, равный нулю, то число ошибок уменьшается на 1 и т.д. Это повторяется до тех пор, пока все элементы, находящиеся на диагонали матрицы, будут отличны от нуля. В данной работе предлагается модификация метода ПГЦ, в которой нахождение числа ошибок осуществляется без последовательного выбора и проверки числа ошибок. Строится матрица порядка  $\ell$  и в процессе приведения ее к треугольному виду уточняется число произошедших ошибок.

**2. Модификация метода Питерсона-Горенштейна-Цирлера.** По определению справедливо:  $S_\beta = v_0 + v_1\alpha^\beta + v_2\alpha^{2\beta} + \dots + v_{n-2}\alpha^{(n-2)\beta} + v_{n-1}\alpha^{(n-1)\beta}$ . Тогда по схеме Горнера получим  $S_\beta = (\dots((v_{n-1}\alpha^\beta + v_{n-2})\alpha^\beta + v_{n-3})\alpha^\beta + \dots + v_1)\alpha^\beta + v_0$ . Поэтому для нахождения  $S_\beta$ ,  $\beta = 1, \dots, 2\ell$ , можно использовать следующий алгоритм:

**Шаг 0.**  $S_\beta := R_{P(\alpha)}[v_{n-1}\alpha^\beta + v_{n-2}]$ ,  $\gamma = 1$ .

**Шаг 1.**  $S_\beta := R_{P(\alpha)}[S_\beta\alpha^\beta + v_{n-2-\gamma}]$ .

**Шаг 2.**  $\gamma := \gamma + 1$ . Если  $n - 2 - \gamma \geq 0$ , то перейти к шагу 1, иначе – к шагу 3.

**Шаг 3.** Стоп.

В этом алгоритме оператор  $R_{P(\alpha)}[\varphi(\alpha)]$  используется для нахождения многочлена остатка от деления многочлена  $\varphi(\alpha)$  на многочлен  $P(\alpha)$ .

Модификацию алгоритма Питерсона-Горенштейна-Цирлера можно описать следующим образом:

**Шаг 0.** На основе принятого  $v(x)$  вычислить  $S_\beta = v(\alpha^\beta)$ ,  $\beta = \overline{1, 2\ell}$ , по формуле (1). Если все числа  $S_1, S_2, \dots, S_{2\ell}$  равны нулю, то перейти к шагу 10, иначе – к шагу 1.

**Шаг 1.** Построить матрицу  $A = (a_{\rho\beta})$ ,  $\rho = \overline{1, \ell}$ ,  $\beta = \overline{1, \ell}$ , и вектор  $b = col(b_1, \dots, b_\ell)$ , где  $a_{\rho\beta} = S_{\rho-1+\beta}$ ,  $\rho = \overline{1, \ell}$ ,  $\beta = \overline{1, \ell}$ ;  $b_\rho = S_{\rho+v}$ ,  $\rho = \overline{1, \ell}$ . Принять  $j = 1$  и перейти к шагу 2.

**Шаг 2.** Наименьший элемент множества  $Q = \{\xi \mid \xi \in \{j, \dots, \ell\}, a_{\xi j} \neq 0\}$  обозначить через  $\sigma$ . В случае  $\sigma \neq j$  поменять местами  $j$ -ую и  $\sigma$ -ую строки матрицы  $A$  и  $j$ -ый и  $\sigma$ -ый компоненты вектора  $b$ , т.е. принять последовательно:

$$c = a_{j\beta}, a_{j\beta} = a_{\sigma\beta}, a_{\sigma\beta} = c, \beta = j, \dots, \ell; \quad c = b_j, b_j = b_\sigma, b_\sigma = c.$$

Принять  $\nu = j + 1$ . Если  $\nu \leq \ell$ , то перейти к шагу 3, иначе перейти к шагу 5.

**Шаг 3.**  $j$ -ую строку матрицы  $A$  умножить на  $a_{\nu j}/a_{jj}$  и прибавить к  $\nu$ -ой строке:

$$a_{\nu\beta} = a_{\nu\beta} + (a_{\nu j}/a_{jj})a_{j\beta}, \quad \beta = j, \dots, \ell,$$

а  $j$ -ую компоненту вектора  $b$  умножить на  $a_{\nu j}/a_{jj}$  и прибавить к  $\nu$ -ой компоненте вектора  $b$ :

$$b_\nu = b_\nu + (a_{\nu j}/a_{jj})b_j.$$

**Шаг 4.**  $\nu := \nu + 1$ . Если  $\nu \leq \ell$ , то перейти к шагу 3, иначе перейти к шагу 5.

**Шаг 5.** Проверить вектор-столбец  $d = col(a_{i+1,i+1}, a_{i+2,i+1}, \dots, a_{\ell,i+1})$ . Если он суть нулевой вектор-столбец, то принять  $\nu = j$  и перейти к шагу 7, иначе перейти к шагу 6.

**Шаг 6.**  $j := j + 1$ . Если  $j < \ell$ , то перейти к шагу 2, иначе  $\nu = j$  и перейти к шагу 7.

**Шаг 7.** Решить систему алгебраических уравнений

$$\bar{A} \cdot col(\Lambda_\nu, \Lambda_{\nu-1}, \dots, \Lambda_1) = \bar{b}$$

и определить коэффициенты  $\Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_\nu$  многочлена  $\Lambda(x)$  следующими формулами

$$\Lambda_1 = (a_{\nu\nu})^{-1} \cdot b_\nu, \quad \Lambda_\rho = (a_{\nu-\rho+1, \nu-\rho+1})^{-1} \left\{ b_{\nu-\rho+1} + \sum_{\sigma=1}^{\rho-1} a_{\nu-\rho+1, \nu-\rho+1+\sigma} \Lambda_{\rho-\sigma} \right\}, \quad \rho = 2, 3, \dots, \nu,$$

где  $\bar{A} = (a_{\rho\beta}), \rho, \beta = \overline{1, \nu}$ , и  $\bar{b} = col(b_1, \dots, b_\nu)$ .

**Шаг 8.** Найти корни многочлена локаторов ошибок по формуле  $X_\beta = x_\beta^{-1}, \beta = 1, \dots, \nu$ .

**Шаг 9.** Найти значения индексов  $p_1, \dots, p_\nu$  и исправить ошибки по формуле

$$\nu_{p_\ell} := \nu_{p_\ell} + 1, \quad \ell = 1, \dots, \nu, \quad GF(2).$$

**Шаг 10.** Определить информационный многочлен по формуле  $i(x) = \nu(x) / g(x)$ .

**Шаг 11. Стоп.**

Элементы матрицы  $A$  в (4) есть элементы поля  $GF(2^m)$ , т.е. они являются многочленами над полем  $GF(2)$ . Ненулевые элементы поля  $GF(2^m)$  являются степенью примитивного элемента. Для выполнения операций сложения и умножения элементов поля  $GF(2^m)$  можно использовать соответствующие таблицы. Использование заготовленных таблиц приведет к уменьшению времени выполнения этих операций.

**3. Заключение.** Таким образом, для ускорения обнаружения и исправления ошибок в двоичных кодах Боуза-Чоудхури-Хоквингема разработана модификация метода Питерсона-Горенштейна-Цирлера, основанная на приведении матрицы к треугольному виду.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. М.: Мир, 1986. 576 с.
2. Иванов М.А. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях. М.: Кудиц-образ, 2001, 368 с.
3. William C. H., Vera P. Fundamentals of Error-Correcting Codes. Cambridge University Press, 2003, 662 p.
4. Биркгоф Г., Барти Т. Современная прикладная алгебра. М.: Мир, 1976, 400 с.
5. Mehrdad A. Babavand Arablou, Fikrat G. Feyziyev. On One Modification of Algorithm Peterson-Gorenstein-Zierler and its Effective Realization// J. of Univrsitety Malaysia Pahang, Vol. 3, Issue. 3, Supp. 1, 2015, pp. 483-491.

## XÜLASƏ

### İKİLİK BOUZ-ÇOUDXURİ-XOKVİNQEM KODLARI ÜÇÜN PİTERSON-QORNSTEYN-ÇİRLER METODUNUN BİR MODİFİKASİYASI HAQQINDA

*Feyziyev F.G., Mehdiyeva M.R., Ramazanova L.M.*

**Açar sözlər:** *Bouz-Çoudxuri-Xokvinqem kodları, Piterson-Qornsteyn-Çirler metodu, sindrom, səhvin lokatoru, üçbucaq şəklində matris, sonlu meydan, primitiv element.*

Matrislərin üçbucaq şəklinə gətirilməsi əsasında Piterson-Qornsteyn-Çirler metodunun ikilik Bouz-Çoudxuri-Xokvinqem kodlarında səhvlərin aşkarlanması və düzəldilməsini tezləşdirməyə imkan verən modifikasiyası işlənmişdir.

**SUMMARY**

**ABOUT ONE MODIFICATION OF ALGORITHM OF PETERSON-GORENSTEIN-ZIERLER FOR BINARY CODES OF BOSE-CHAUDHURI-HOCQUENGHEM**

*Feyziyev F.G., Mekhtiyeva M.R., Ramazanova L.M.*

*Key words: codes of Bose-Chaudhuri-Hocquenghem, method of Peterson-Gorenstein-Zierler, a syndrome, locator errors, matrix in triangular form, finite field, primitive element.*

On the basis of bringing the matrix to triangular form by modification of the Peterson-Gorenstein-Zierler, allowing acceleration of detecting and correcting errors in binary codes, Bose-Chaudhuri-Hocquenghem is developed.

|                    |               |            |
|--------------------|---------------|------------|
| Daxil olma tarixi: | Ilkin variant | 31.03.2016 |
|                    | Son variant   | 01.06.2016 |

UOT 517.968.7

**PARABOLİK SİSTEM ÜÇÜN BİR HƏRƏKƏT EDƏN OPTİMAL  
İDARƏETMƏ MƏSƏLƏSİ**

**MƏMMƏDOV ƏKBƏR CƏMƏRD oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**ALİYEV XƏLİL HACI oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

*e-mail: mammadov akber@rambler.ru*

*Açar sözlər: hərəkət edən optimal idarəedicisi, funksional, mümkün idarəedicilər sinfi, Dirak funksiyası.*

*İşdə istilikkeçirmə prosesləri üçün bir hərəkət edən optimal idarəetmə məsələsi araşdırılır. Optimallıq meyarı olaraq kvadratik funksional götürülür. Qoyulan məsələnin varlığı isbat olunur. Optimal idarəedicinin təyini qaydası verilir.*

1. Məsələnin qoyuluşu. Fərz edək ki, uzunluğu  $\ell$ -ə bərabər olan çubuğun uclarında temperatur sıfıra bərabərdir və çubuğa xaricdən  $0 < x_1 < \dots < x_{m-1} < \ell$  nöqtələrində müvafiq olaraq  $p_1(t), p_2(t), \dots, p_{m-1}(t)$  intensivliyinə malik istilik verilir. Onda bu proses riyazi olaraq

$$\rho(x) \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[ a(x) \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \right] + \sum_{i=1}^{m-1} P_i(t) \delta(x - x_i), \quad (1)$$

tənliyi,

$$u(0,t) = 0, \quad u(\ell,0) = 0, \quad 0 < t \leq T, \quad (2)$$

sərhəd şərtləri və

$$u(x,0) = \varphi(x), \quad 0 \leq x < \ell, \quad (3)$$

başlanğıc şərti ilə təsvir olunur. Burada  $\rho(x)$  çubuğun materialının sıxlığı olub  $0 \leq x \leq \ell$  parçasında müsbətdir,  $a(x)$  funksiyası  $(0, \ell)$  intervalında diferensiallanan verilmiş funksiyadır.  $\varphi(x) - [0, \ell]$  parçasında kəsilməz verilmiş funksiya,  $p_1(t), p_2(t), \dots, p_{m-1}(t)$  idarəedicisi funksiyalardır və mümkün idarəedicilər sinfindən

$$U = \{ p_i(t) : \int_0^T p_i^2(t) dt \leq L_i; i = \overline{1, m-1} \}$$

götürülür,  $\delta$  - Dirakin “delta” funksiyasıdır.

Məsələ belə qoyulur: Mümkün idarəedicilər sinfindən elə  $p(t) = \{ p_1(t), p_2(t), \dots, p_{m-1}(t) \} \in U$  idarəedicisini tapın ki, o (1)-(3) məsələsinin həlli daxilində

$$J(p) = \int_0^{\ell} u^2(x,T) dx, \quad (4)$$

funksionalına minimum qiymət versin.

2. Hər bir qeyd olunmuş idarəedicisi üçün (1)-(3) qarışıq məsələsinin həlli əvvəlcə (1) tənliyinə uyğun bircins tənliyin

$$\rho(x) \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[ a(x) \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \right], \quad (5)$$



(2) sərhəd şərtlərini və (3) başlanğıc şərtini ödəyən həllini

$$u(x, t) = X(x)T(t), \quad (6)$$

şəklində axtaraq, belə ki  $X(x)T(t)$  funksiyaları trivial olmayan funksiyalardır.

$$\frac{\partial u(x, t)}{\partial t} = X(x)T'(t), \quad \frac{\partial}{\partial x} \left[ a(x) \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} \right] = \frac{d}{dx} \left[ a(x) \frac{dX(x)}{dx} \right] T(t)$$

olduğundan (5) tənliyindən

$$\rho(x)X(x)T(t) \equiv \frac{d}{dx} \left[ a(x) \frac{dX(x)}{dx} \right] T(t),$$

və buradan da

$$\frac{T'(t)}{T(t)} \equiv \frac{\frac{d}{dx} \left[ a(x) \frac{dX(x)}{dx} \right]}{\rho(x)X(x)} = -\lambda$$

alarıq. Beləliklə, (6) bərabərliyi ilə təyin olunan funksiyanın (5) tənliyinin həlli olması üçün  $T(t)$  və  $X(x)$  funksiyaları müvafiq olaraq aşağıdakı tənliyin həlli olmalıdır:

$$T'(t) + \lambda T(t) = 0, \quad (7)$$

$$\frac{d}{dx} \left[ a(x) \frac{dX(x)}{dx} \right] + \lambda \rho(x)X(x) = 0, \quad (8)$$

(2) sərhəd şərtlərinin ödənilməsi üçün

$$X(0) = 0, \quad X(\ell) = 0, \quad (9)$$

olmalıdır.

$a(x)$  və  $\rho(x)$  yuxarıdakı şərtləri ödədikdə (8), (9) spektral məsələsinin artan, limiti  $+\infty$  olan  $\{\lambda_k\}$  məxsusi ədədlər ardıcılığı və  $[0, \ell]$  parçasında ortonormal olan məxsusi funksiyalar  $\{X_k(x)\}$  sistemi var.

(7) tənliyində  $\lambda = \lambda_n$  yazsaq, alınan tənliyin həlli  $T_n(t) = c_n e^{-\lambda_n t}$  şəklində olar. Beləliklə, (5), (2) məsələsinin həlli

$$u^*(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} c_n e^{-\lambda_n t} X_n(x),$$

şəklində olar. (3) başlanğıc şərtindən  $c_n = \varphi_n$ ,  $\varphi_n = \int_0^{\ell} \varphi(x) X_n(x) dx$  alınar. Deməli, (1)

tənliyinə uyğun bircins tənliyin (3) başlanğıc şərtini və (2) sərhəd şərtlərini ödəyən həlli

$$u^*(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \varphi_n e^{-\lambda_n t} X_n(x), \quad (10)$$

şəklində olar.

$\sum_{i=1}^{m-1} p_i(t) \delta(x - x_i) \in L_2[\delta \leq x \leq \ell, 0 \leq t \leq T]$  olduğundan onu  $[0, \ell]$ -də ortonormal  $\{X_n(x)\}$  sisteminə nəzərən Furye sırasına ayırmaq olar.

Yəni

$$\sum_{i=1}^{m-1} p_i(t) \delta(x - x_i) = \sum_{i=1}^{m-1} b_n(t) X_n(x),$$

$$b_n(t) = \int_0^{\ell} \sum_{i=1}^{m-1} p_i(t) \delta(x - x_i) X_n(x) dx = \sum_{i=1}^{m-1} p_i(t) \int_0^{\ell} \delta(x - x_i) X_n(x) dx = \sum_{i=1}^{m-1} p_i(t) X_n(x_i)$$

ayrılığı doğru olar.

Asanlıqla göstərmək olar ki, (1) tənliyinin bircins başlanğıc şərtini və bircins sərhəd şərtlərini ödəyən həlli

$$\bar{u}(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \int_0^t \sum_{i=1}^{m-1} p_i(\tau) X_n(x_i) \ell^{-\lambda_n \tau} d\tau X_n(x)$$

şəklindədir. Onda məlum qaydaya görə (1),(2),(3) məsələsinin hər bir qeyd olunmuş idarəedici üçün həlli

$$u(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} [\varphi_n + \int_0^t \sum_{i=1}^{m-1} p_i(\tau) X_n(x_i) \ell^{\lambda_n \tau} d\tau] \ell^{-\lambda_n t} X_n(x), \quad (11)$$

şəklində olar.

Qeyd edək ki, (11) bərabərliyi ilə təyin olunan funksiya (1)-(3) məsələsinin ümumiləşmiş həlli olar.

3. Optimal idarəetmə məsələsinin həlli. (1)-(3) məsələsinin (11) bərabərliyi ilə təyin olunan həllini  $J(p)$  funksionalının ifadəsində yerinə yazsaq və  $\{X_n(x)\}$  sisteminin  $[0, \ell]$  parçasında ortonormal olduğunu nəzərə alsaq aşağıdakını alarıq:

$$\begin{aligned} J(p) &= \int_0^{\ell} \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} [\varphi_n + \int_0^T \sum_{i=1}^{m-1} p_i(\tau) X_n(x_i) \ell^{\lambda_n \tau} d\tau] \ell^{-\lambda_n T} X_n(x) \right\}^2 dx = \\ &= \sum_{n=1}^{\infty} [\varphi_n + \int_0^T \sum_{i=1}^{m-1} p_i(\tau) X_n(x_i) \ell^{\lambda_n \tau} d\tau]^2 \ell^{-2\lambda_n T} = \sum_{n=1}^{\infty} \varphi_n^2 \ell^{-2\lambda_n T} + \\ &+ 2 \sum_{n=1}^{\infty} \varphi_n \int_0^T \sum_{i=1}^{m-1} p_i(\tau) X_n(x_i) \ell^{\lambda_n \tau} d\tau \ell^{-2\lambda_n T} + \sum_{i=1}^{m-1} \int_0^T \int_0^T \sum_{i=1}^{m-1} p_i(\tau) X_n(x_i) \ell^{\lambda_n \tau} \times \\ &\times \sum_{j=1}^{m-1} p_j(s) X_n(x_j) \ell^{\lambda_n s} d\tau ds \cdot \ell^{-2\lambda_n T}. \end{aligned}$$

Aşağıdakı əvəzləmələri aparaq:

$$I = \sum_{n=1}^{\infty} \varphi_n^2 \ell^{-\lambda_n T},$$

$$\omega_i(\tau) = \sum_{n=1}^{\infty} \varphi_n X_n(x_i) \ell^{-\lambda_n (2T-\tau)}$$

$$R_{ij}(\tau, s) = \sum_{n=1}^{\infty} X_n(x_i) X_n(x_j) \ell^{-\lambda_n (2T-\tau-s)}.$$

Bu əvəzləmələrdən sonra  $J(p)$  funksionalını aşağıdakı kimi yaza bilərik:

$$J(p) = I + 2 \int_0^T \sum_{i=1}^{m-1} \omega_i(\tau) p_i(\tau) d\tau + \int_0^T \int_0^T \sum_{i,j=1}^{m-1} R_{ij}(t, s) p_i(t) p_j(s) dt ds. \quad (12)$$

$$q(t) = (q_1(t), \dots, q_{m-1}(t)); \quad q_i(t) = \int_0^T \sum_{j=1}^{m-1} R_{ij}(t, s) p_j(s) ds \quad \text{işarə etsək, onda (12) funksionalı}$$

$$J(p) = I + 2(\omega(t), p(t))_{L_2^{m-1}(t)} + (q(t), p(t))_{L_2^{m-1}(0,T)}$$

şəklinə düşər.

$$q_i(t) \text{ və } \omega_i(t) \text{ -nin təyininəndən aydındır ki, } q_i(t), \omega_i(t) \in L_2(0, T).$$

**Teorem.**  $a(x) \in C^1(0, \ell)$ ,  $\varphi(x) \in C(0, \ell)$ ,  $\rho(x) \in C(0, \ell)$ ,  $\rho(x) > 0$ ,  $x \in (0, \ell)$ ,  $p_i(t) \in L_2(0, T)$ ,  $i = 1, \dots, m-1$  şərtləri ödəniləndə qoyulan məsələnin həlli var.

**İsbati.**  $J(p)$  funksionalı  $L_2^{m-1}(0, T)$ -də skalyar hasil şəklində göstərildiyindən o,

$L_2^r(0, T)$ -də aşağıdan zəif yarımkəsilməzdir.  $J(p)$  funksionalı həm də mənfi qiymətlər almır.  $U$  idarəedicilər çoxluğu  $L_2^{m-1}(0, T)$  fəzasında qabarıq, məhdud çoxluqdur və  $U$  çoxluğu  $L_2^{m-1}(0, T)$  fəzasında zəif kompakt çoxluqdur. Onda Vaynberq teoreminə əsasən, [1]  $J(p)$  funksionalı  $U$  çoxluğunda özünün ən kiçik qiymətini alar. Bundan əlavə əgər  $J(p)$  funksionalı ciddi qabarıq olarsa, onda  $J(p)$  funksionalına ən kiçik qiymət verən  $p(t)$  idarəedicisi yeganə olar.

İndi isə  $J(p)$  funksionalının qradiyentini hesablayaq. Bu məqsədlə əvvəlcə ixtiyari  $h(t) \in U$  üçün  $J(p + \alpha h) - J(p)$  fərqi hesablayaq, burada  $\alpha$  sabit ədəddir.

$$\begin{aligned} J(p + \alpha h) - J(p) &= I + 2 \int_0^T \sum_{i=1}^{m-1} \omega_i(t) [p_i(t) + \alpha h_i(t)] dt + \\ &+ \int_0^T \int_0^T \sum_{i,j=1}^{m-1} R_{ij}(t, s) [p_i(t) + \alpha h_i(t)] [p_j(s) + \alpha h_j(s)] dt ds - I - \\ &- 2 \int_0^T \sum_{i=1}^{m-1} \omega_i(t) p_i(t) dt - \int_0^T \int_0^T \sum_{i,j=1}^{m-1} R_{ij}(t, s) p_i(t) p_j(s) dt ds = \\ &= 2\alpha \int_0^T \sum_{i=1}^{m-1} \omega_i(t) h_i(t) dt + \alpha \int_0^T \int_0^T \sum_{i,j=1}^{m-1} R_{ij}(t, s) h_i(t) p_j(s) dt ds + \\ &+ \alpha \int_0^T \int_0^T \sum_{i,j=1}^{m-1} R_{ij}(t, s) p_i(t) h_j(s) dt ds + \alpha^2 \int_0^T \int_0^T \sum_{i,j=1}^{m-1} R_{ij}(t, s) h_i(t) h_j(s) dt ds. \end{aligned}$$

$R_{ij}(\tau, s) = R_{ij}(s, \tau)$  olduğundan

$$\begin{aligned} J(p + 2h) - J(p) &= 2\alpha \int_0^T \sum_{i=1}^{m-1} \omega_i(t) h_i(t) dt + 2\alpha \int_0^T \int_0^T \sum_{i,j=1}^{m-1} R_{ij}(t, s) h_i(t) p_j(s) dt ds + \\ &+ \alpha^2 \int_0^T \int_0^T \sum_{i,j=1}^{m-1} R_{ij}(t, s) h_i(t) h_j(s) dt ds \end{aligned}$$

alırıq. Funksionalın qradientinin təyini qaydasına görə

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} \frac{J(p + \alpha h) - J(p)}{\alpha} = 2 \int_0^T \sum_{i=1}^{m-1} [\omega_i(t) + \int_0^T \sum_{i=1}^{m-1} R_{ij}(t, s) p_j(s) ds] h_i(t) dt \quad \text{alırıq.}$$

Beləliklə,

$$\begin{aligned} \text{grad}J(p) = g(t), \quad g(t) &= \{ \omega_1(t) + \int_0^T \sum_{i=1}^{m-1} R_{ij}(t, s) p_j(s) ds, \dots, \omega_{m-1}(t) + \\ &+ \int_0^T \sum_{i=1}^{m-1} R_{ij}(t, s) p_j(s) ds \} \end{aligned}$$

olar.

$J(p)$  funksionalı  $U$ -da özünün ən kiçik qiymətini  $p^0(t) \in U$  idarəedicişində aldığından  $\text{grad}J(p^0) = 0$  olmalıdır. Buradan

$$\omega_i(t) + \int_0^T \sum_{j=1}^{m-1} R_{ij}(t, s) p_j(s) ds = 0; \quad i = \overline{1, m-1} \quad (12)$$

olar. Deməli, məsələnin həlli olan optimal idarəedicisinin koordinatları  $p_i(t)$  (12) sisteminin

həlli kimi təyin edilməlidir. (12) sistemi cırlaşan nüvəli inteqral tənliklər sistemidir və onu məlum üsullarla həll etmək mümkündür.

### ƏDƏBİYYAT

1. Мамедов А.Д. Задача оптимального подвижного управления для процесса теплопроводности. //Дифференциальные уравнения, 1989, Т.26, №6, с.32-26
2. Мамедов А.Д., Алыев Х.Г. Задача оптимального управления для систем с распределенными параметрами. "Bilgi" dərgisi, №1, 2002.
3. Вайнберг М.М.. Вариационные методы исследования линейных операторов. М.: ГИТТЛ, 1956, 344 с.

### РЕЗЮМЕ

#### ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ ПОДВИЖНОГО ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Мамедов А.Д., Алыев Х.Г.*

**Ключевые слова:** подвижная оптимальная управляющая, функциональ, класс оптимального управления, функция Дирака

В работе рассматривается задача подвижного оптимального управления для систем, описываемых уравнением

$$\rho(x) \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[ a(x) \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \right] + \sum_{i=1}^{m-1} P_i(t) \delta(x - x_i),$$

с начальными

$$u(x,0) = \varphi(x), \quad 0 < x < \ell,$$

и граничными условиями

$$u(0,t) = 0, \quad u(\ell,t) = 0, \quad 0 < t \leq T.$$

Доказаны существование и единственность решения поставленной задачи. Кроме того, дан способ определения оптимального управления.

### SUMMARY

#### ON A MOVABLE OBJECT OF OPTIMAL CONTROL FOR PARABOLIC SYSTEMS

*Mamedov A.J., Aliyev Kh.H.*

**Key words:** a movable object of optimal control, functional, a class of possible controls, Dirack function.

We consider the problem of rolling stock for the optimal control of systems described by the equation

$$\rho(x) \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[ a(x) \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} \right] + \sum_{i=1}^{m-1} P_i(t) \delta(x - x_i)$$

with initial

$$u(x,0) = \varphi(x), \quad 0 < x < \ell$$

and boundary conditions

$$u(0,t) = 0, \quad u(\ell,t) = 0, \quad 0 < t \leq T$$

We prove the existence and uniqueness of solutions of the problem. Also given the way to determine the optimal control.

Daxil olma tarixi: İlkin variant 31.03.2016  
Son variant 01.06.2016

UOT 547.16

**MAQNEZIUM VƏ SİNKFERRİT KATALİZATORLARIN İŞTİRAKI İLƏ  
FENOLUN 2-PROPANOLLA ALKİLLƏŞMƏSİ****MURADOV MAHAL MAİL oğlu***Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent t.ü.f.d.***AĞAYEVA NAZİLƏ ƏKBƏR qızı***Sumqayıt Dövlət Universiteti, doktorant***MÜTƏLLİMOVA KİFAYƏT MƏNSUM qızı***Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent***NƏSİROVA İRADƏ MƏMMƏD qızı***Sumqayıt Dövlət Universiteti, baş müəllim**e-mail: kim1-52@mail.ru*

**Açar sözlər:** fenol, 2-propanol, alkilləşmə, izopropil fenol, ferrit katalizatoru.

*Maqnezium və sinkferrit katalizatorlarının fenolun 2-propanolla alkilləşmə reaksiyasında katalitik xassələri tədqiq edilmişdir. Seçilmiş tərkibli sinkferrit katalizatorun iştirakı ilə fenolun 2-propanolla alkilləşmə reaksiyasına müxtəlif giriş parametrlərinin təsiri öyrənilmiş və izopropilfenolun sintezi üçün optimal reaksiya şəraiti müəyyən edilmişdir.*

Fenolun propil və izopropil törəmələri kiçik və orta tonnajlı kimya sənayesinin mühüm yarım məhsullarından sayılır. Onlar əsasında dərman preparatları, vitaminlər, polimerlər üçün monomerlər, qatranlar, kimyəvi zəhərli maddələr və başqa qiymətli məhsullar istehsal olunur [1-2].

Bu məhsulların sənayedə alınması [3] fenolun propen və propanollarla alkilləşməsi prosesinə əsaslanarsa da, onun bir sıra nöqsanlı cəhətləri (reaksiya şəraitinin sərtliyi, spirtin yan çevrilmələrinin çoxluğu, reaksiya məhsullarının mürəkkəb tərkibi, katalizatorun sonrakı emalının mürəkkəbliyi, katalizatorun xassələrinin aşağı olması) onun geniş tətbiqini məhdudlaşdırır. Ona görə də bu qüsurları aradan qaldırmaq üçün səmərəli katalitik sistemlərin və üsulların işlənilməsinə ehtiyac duyulur [4-5].

Məqalədə fenolun 2-propanolla alkilləşmə reaksiyası üçün ferrit tərkibli katalizatorların alınması və həmin reaksiyada katalitik fəallıqlarının yoxlanılması və seçilmiş katalizatorun iştirakı ilə bu prosesin təfəsilatı ilə tədqiqinin nəticələri verilmişdir.

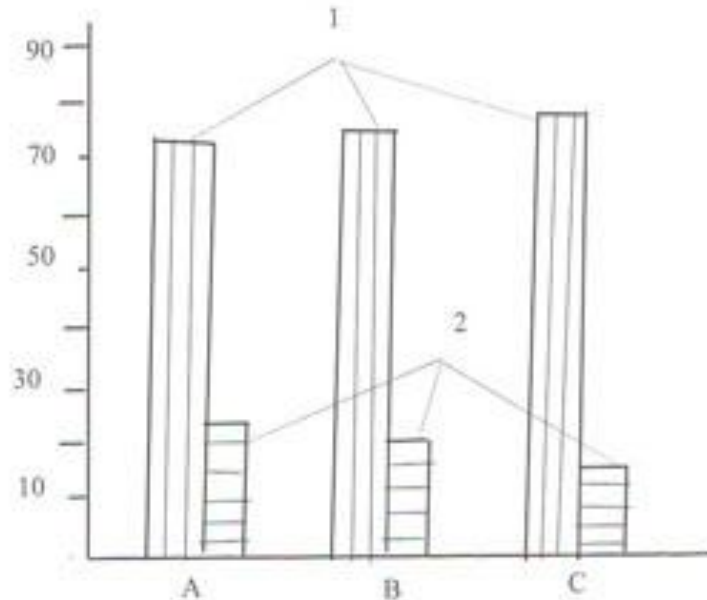
Alkilyəşmə reaksiyası axan növü reaktorla təchiz edilmiş laboratoriya qurğusunda aparılmışdır. Tədqiq edilən katalizator 10 sm<sup>3</sup> həcmdə reaktora doldurulmuş və temperatur 250°C/ saat sürəti ilə 450 dərəcəyə qaldırılmışdır. Bu temperaturda katalizatorun hidrogen mühitində fəallaşdırılması əməliyyatı 3 saat ərzində aparılmışdır. Daha sonra temperatur reaksiya şəraitinə qədər azaldılaraq təcrübələrə başlanmışdır. Təcrübələr 1 saat ərzində aparılmış, qaz və maye halında alınmış reaksiya məhsulları xromatoqrafik analizə məruz edilmişdir. Analiz alovlu ionlaşma detektoru olan Xrom-5 xromatoqrafında aparılmış, maye faza kimi, Apiezon M seçilmiş və 0 sferoxrom-1 (fr. 0,16-0,25mm) üzərinə 10% miqdarında hopdurulmuşdur. Analiz 100-200°C həddlərində temperaturun 10°C/dəq sürəti ilə artırılması yolu ilə proqramlaşdırılmış rejim üzrə aparılmışdır. Qazdaşıyıcı kimi, helium götürülmüş və onun sərfi 80ml/dəq olmuşdur. Maqnezium və sink ferritlər müvafiq metalların nitrat və oksalat duzlarının  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> üzərinə birgə çökdürülməsi, daha sonra isə qurudulma və közdərdilməsi yolu ilə sintez edilmişlər [6]. Katalizatorada ikivalentli metalın dəmirə olan atom nisbəti 3:7, fəal komponentin (MFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, M-Mg, Zn) katalizatoradakı miqdarı isə 18-30 kütlə % təşkil etmişdir.

Fenolun propanol-2 ilə alkilləşməsi reaksiyası yuxarıda qeyd olunan katalizatorun iştirakı ilə tədqiq edilmişdir. Maqnezium və sinkferrit katalizatorlarının hər birindən 3 nümunə götürülmüşdür. Bu nümunələr bir-birindən katalizatordakı fəal kütlənin qatılığı ilə fərqlənir. İlk növbədə 18(A), 25(B) və 30(C) kütlə % maqnezium (sink) ferrit fazası olan üçlü oksid sisteminin alkilləşmə reaksiyasındakı katalitik xassələri öyrənilmişdir.

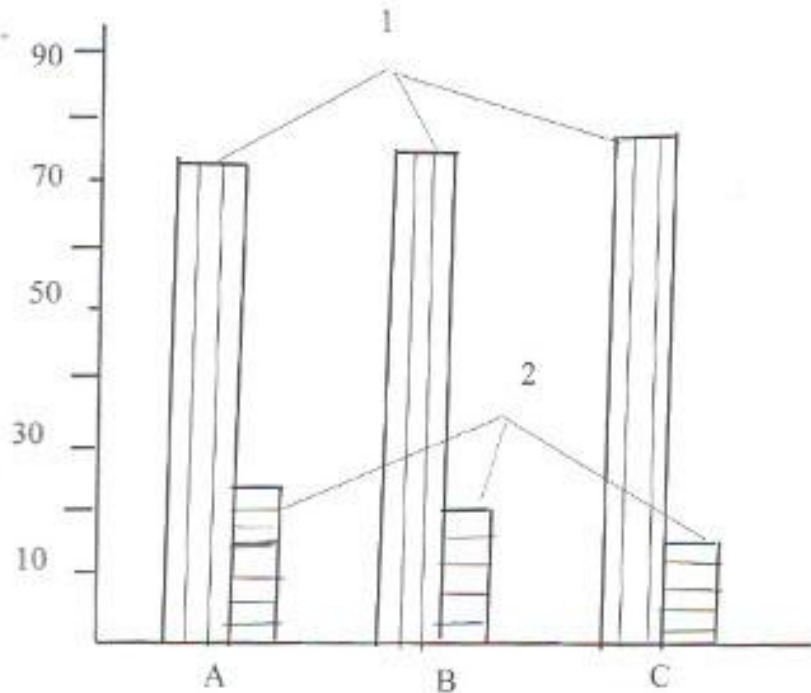
Müqayisəedici kriteriya kimi alınan 2-izopropilfenola görə reaksiyanın selektivliyi və çıxımı götürülmüşdür. 1 sayılı şəkildə üçlü katalitik sistemdə ( $MgFe_2O_4 \cdot \gamma Al_2O_3$ ) fəal kütlənin ( $MgFe_2O_4$ ) katalizatordakı qatılığının (A,B,C) alınan 2-izopropilfenolun çevrilmiş (1) və başlanğıc (2) fenola görə hesablanmış çıxımları verilmişdir. Göründüyü kimi, A nümunəsində məqsədli məhsula görə, selektivlik 72% C olan halda isə 80% təşkil edir. Selektivliyin artması ilə 2-izopropilfenolun çıxımı 21,5% təşkil edir. Sinkferrit katalizatoru iştirakı ilə fenolun izopropilləşməsi maqneziumferritlə müqayisədə daha selektiv və fəal baş verir. 2 sayılı şəkildən göründüyü kimi,  $ZnFe_2O_4$ -ün katalizatordakı qatılığı 25% olduqda məqsədli məhsula görə, selektivlik 84%, çıxım isə 26,7 təşkil edir. Bu katalizatorun C nümunəsi iştirakı ilə alınan 2 izopropilfenolun çevrilmiş və başlanğıc fenola görə, hesablanmış çıxımları uyğun olaraq 84,0 və 23,1% olur.

Hər iki katalizatorun B nümunəsi iştirakı ilə fenolun propanol-2 ilə alkilləşməsindən alınan nəticələr 1 sayılı cədvəldə verilmişdir. Bu nəticələrin müqayisəsi göstərir ki, sinkferrit tərkibli katalizator daha aşağı temperaturda fenolun izopropilləşməsi reaksiyasını yüksək göstəricilərlə aparır. Belə ki, 360°C-də alınan nəticələr maqnezium ferrit iştirakı ilə 420°C-də alınan nəticələri üstələyir.  $ZnFe_2O_4 \cdot \gamma Al_2O_3$  iştirakı ilə məqsədli məhsula görə, selektivlik 3,0% fenolun konversiyası 11,5% çıxım isə 5,2% çox olur. Bu nəticələri əsas götürərək,  $ZnFe_2O_4 \cdot \gamma Al_2O_3$  tərkibli B nümunəsi iştirakı ilə fenolun propanol 2 ilə alkilləşmə reaksiyası təfəssilatı ilə tədqiq edilmişdir.

Fenolun izopropil spirti ilə alkilləşmə reaksiyası giriş parametrlərinin geniş hüdudunda tədqiq edilmişdir. Temperatur (300-380°C), həcmi sürət ( $0,5-1,5 \text{ st}^{-1}$ ) və xammaldakı fenolun 2-propanola mol nisbətinin (2-1:1-2) alınan məhsulların çıxımı, selektivliyi və izomer tərkibinə təsiri öyrənilmişdir. Alınan nəticələr 2 sayılı cədvəldə, 3 və 4 sayılı şəkillərdə verilmişdir.



**Şəkil 1.** Üçlü katalitik sistemdə ( $MgFe_2O_4 \cdot \gamma Al_2O_3$ ) maqnezium-ferritin ( $MgFe_2O_4$ ) kütlə payının (A,B,C) alınan 2-izopropilfenolun çevrilmiş (1) və başlanğıc (2) fenola görə hesablanmış çıxımları



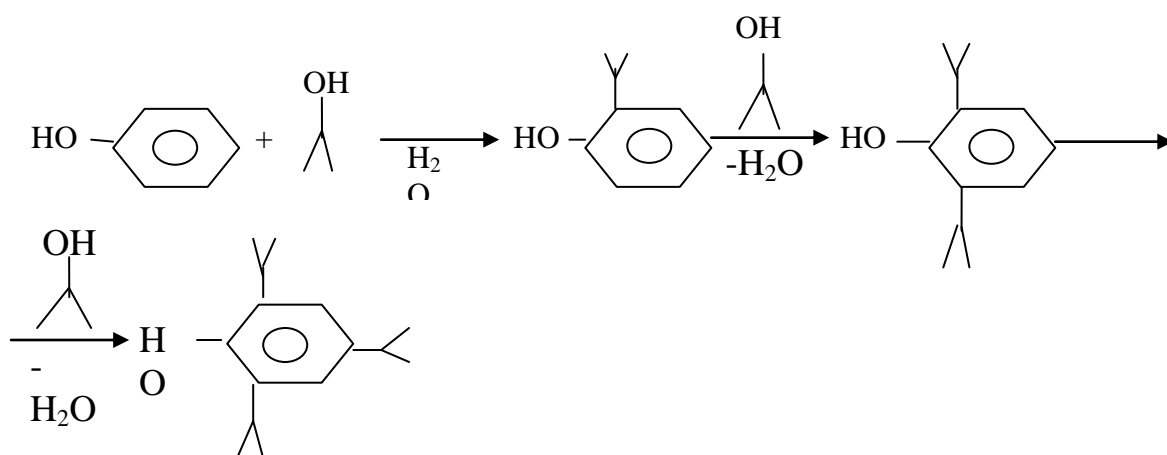
**Şəkil 2.** Üçlü katalitik sistemdə ( $ZnFe_2O_4 \cdot \gamma-Al_2O_3$ ) sinkferritin ( $ZnFe_2O_4$ ) kütlə payının (A,B,C) alınan 2-izopropilfenolun çevrilmiş (1) və başlanğıc fenola (2) görə hesablanmış çıxımları.

**Cədvəl 1**

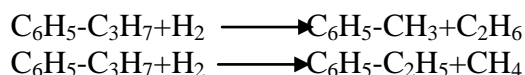
Maqnezium və sinkferrit katalizatorlarının iştirakı ilə fenolun propanol-2 ilə alkillaşma reaksiyasının nəticələri

| Adı                                       | Katalizatorun tərkibi, kütlə % ilə   |  |
|---|--|--|
|   | MgFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> -25<br>γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -75 | ZnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> -25<br>γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -25 |
| Reaksiyanın şəraiti                       |  |  |
| Temperatur, °C                            | 420  | 360  |
| Həcmi sürət, st <sup>-1</sup>             | 1,0  | 1,0  |
| Fenolun propanol-2-yə olan mol nisbəti    | 1:1  | 1:1  |
| Alınmışdır, kütlə % ilə                   |  |  |
| Alkilat                                   | 87,5   | 88,0   |
| Su+itgi                                   | 12,5   | 12,0   |
| Çevrilmiş fenola görə hesablanmış çıxım % |  |  |
| Fenolun izopropil efiri                   | -  | -  |
| 2 izopropilfenol                          | 78,0   | 81,0   |
| 3-,4-izopropilfenollar                    | 1,0  | 1,0  |
| 2,6 diizopropilfenol                      | 14,1   | 12,0   |
| Metil- və etilfenollar                    | 3,0  | 2,0  |
| Polialkilfenollar                         | 3,0  | 2,5  |
| Fenolun konversiyası, %                   | 21,5   | 33,0   |
| Propanol-2-nin konversiyası, %            | 70,0   | 75,5   |

2 saylı cədvəldən görüldüyü kimi, alkilləşmə reaksiyasının əsas məhsullarına 2-izopropil fenol və 2,6-diizopropil fenol aiddir. Alkilatlarda 3- və 4- izopropil fenollara 2,4- diizopropil fenola və 2,4,6- triizopropil fenola da rast gəlinir. Aşağı temperaturda (300°C) fenolun izopropil efirinə  $\approx 320^{\circ}\text{C}$  temperaturda isə metil və etilfenolların alınması da müşahidə olunur. Ümumiyyətlə, katalitik alkilləşmə zamanı əsas çevrilməyə fenol molekulundakı karbon atomuna görə, izopropilləşmə reaksiyasını göstərmək olar. Karbona görə alkilləşmə ardıcıl mexanizm üzrə baş verir və orto alkilləşmə prosesdə üstünlük təşkil edir.



Temperaturun artması ilə ( $>320^{\circ}\text{C}$ ) 3 və 4 vəziyyətində izopropilləşmənin sürəti də artmağa başlayır və  $380^{\circ}\text{C}$ -də bu izomerlərə görə, reaksiyanın selektivliyi 32%-ə çatır. Ümumiyyətlə, temperaturun  $320^{\circ}\text{C}$ -dən  $380^{\circ}\text{C}$ -yə qaldırılması 2 izopropilfenola görə selektivliyi 83,5%-dən 77,2% 2,6 diizopropilfenola görə, selektivliyi isə 13%-dən 10,5%-ə salır. Temperaturun bu qaydada artımı ardıcıl izopropilləşmənin payını artırmaqla yanaşı, izopropilfenolun krekinqinə də şərait yaradır. 2 saylı cədvəldən görüldüyü kimi, alkilatlarla metil və etilfenolların çıxımı və selektivliyi az da olsa, çoxalır. Bu zaman aşağıdakı reaksiyaların baş verməsi güman edilir.



Fenolun izopropil spirti ilə alkilləşmə reaksiyasına həcmi sürət və xammaldakı komponentlərin mol nisbətinin də təsiri çoxdur.

3 saylı şəkildən görünür ki, həcmi sürətin  $0,5 \text{ st}^{-1}$   $1,5 \text{ st}^{-1}$ -ə qədər artırılması 2-izopropilfenola görə selektivliyi 74,0%-dən 84%-ə qaldırarsa da bu zaman fenolun konversiyası 17% azalaraq 22% təşkil edir. Həcmi sürətin yuxarıda göstərilən qaydada artması 2,6 diizopropilfenola görə selektivliyin 15%-dən 8%-ə qədər azalmasına səbəb olur. Bu zaman başlanğıc fenola görə hesablanmış 2-izopropilfenolun çıxımı da 28,9%-dən 18,4%-ə qədər azalır.

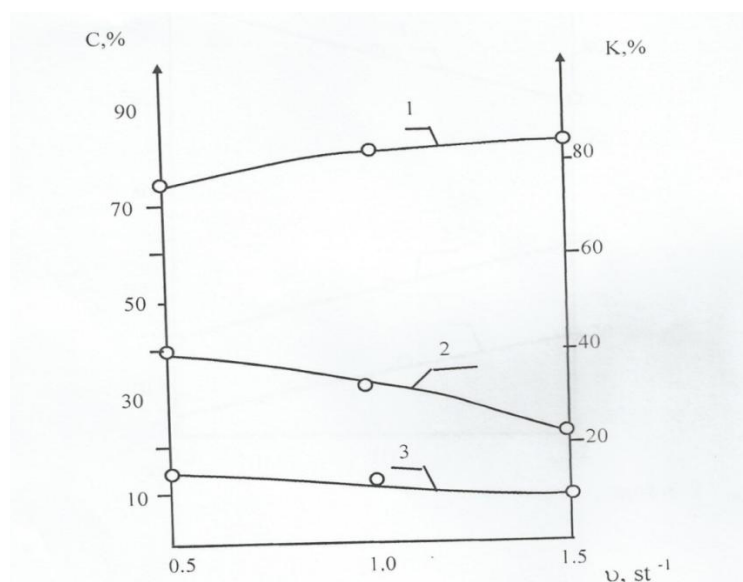
Xammalda fenolun spirtə olan mol nisbətinin iki dəfə çox olduğu halda, 2-izopropilfenola görə selektivlik maksimum qiymət (89,9%) alır, lakin bu zaman fenolun konversiyası 21,5% təşkil edir (şəkil 4). Xammalda spirtin parsial təzyiqinin iki dəfə artırılması isə məqsədli məhsula görə, selektivliyə mənfi təsir edir və onu 18,9% azaldır. Fenola görə, 2-propanolun mol nisbətinin 2 dəfə artırılması fenolun konversiyasını 40,5%-ə qaldırmaqla yanaşı, başlanğıc fenola görə hesablanmış 2-izopropilfenolun ardıcıl alkilləşmə reaksiyasının sürətinin də artması müşahidə olunur. Görüldüyü kimi, 2,6-diizopropilfenola görə, selektivlik beş dəfəyədək artaraq 20,5% təşkil edir. Xammaldakı fenolun 2-propanol ilə ekvimolyar nisbətində məqsədli məhsula görə selektivlik 81,0 çıxım isə 26,7% olur.



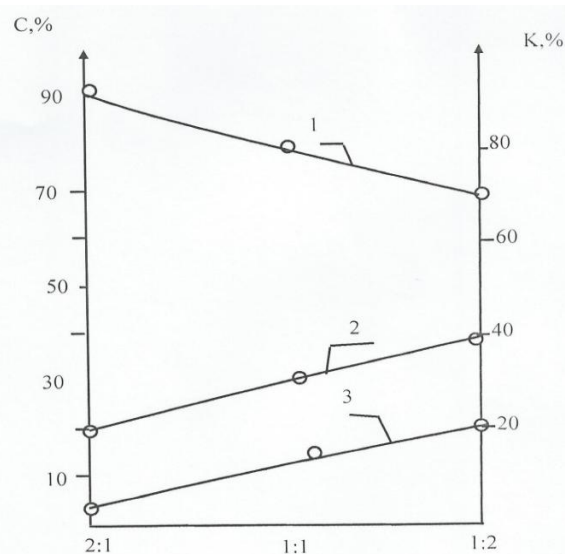
Sinkferrit katalizatorunun iştirakı ilə fenolun propanol-2 ilə alkillaşma reaksiyasına temperaturun təsiri

| Adı   | Temperatur |      |      |      |      |
|---|------------|------|------|------|------|
|   | 300        | 320  | 340  | 360  | 380  |
| Alınmışdır, kütlə %ilə  |            |      |      |      |      |
| Alkilat   | 96,0       | 92,8 | 89,5 | 88,0 | 85,5 |
| Su+itgi   | 4,0        | 7,2  | 10,5 | 12,0 | 15,0 |
| Çevrilmiş fenola görə hesablanmış çıxım,%                     |            |      |      |      |      |
| Fenolun izopropil efiri                                       | 1,6        | -    | -    | -    | -    |
| 2-izopropilfenol  | 85,6       | 83,5 | 81,5 | 81,0 | 77,2 |
| 3- və 4-izopropilfenollar                                     | 0,5        | 0,8  | 1,0  | 1,2  | 3,2  |
| Metilfenollar   | -          | 0,8  | 1,0  | 1,2  | 2,0  |
| Dimetilfenollar   | -          | 0,8  | 0,5  | 0,8  | 1,4  |
| 2,6 diizopropilfenol  | 10,5       | 13,0 | 14,0 | 12,0 | 10,5 |
| 2,4 diizopropilfenol  | -          | -    | 0,5  | 0,8  | 2,0  |
| 2,4,6 triizopropilfenol                                       | 0,5        | 0,5  | 0,5  | 2,0  | 3,0  |
| Fenolun konversiyası,%  | 8,8        | 18,5 | 27,3 | 33,0 | 42,0 |
| 2-propanolun konversiyası,%                                   | 37,5       | 50,6 | 66,0 | 75,5 | 90,0 |
| Başlanğıc fenola görə hesablanmış 2-izopropilfenolun çıxımı,% | 7,5        | 15,4 | 22,2 | 26,7 | 32,4 |

Reaksiyanın şəraiti: Həcmi sürət- $1,0 \text{ st}^{-1}$ , fenolun 2-propanola olan mol nisbəti – 1:1



Şəkil 3.  $ZnFe_2O_4 \cdot \gamma-Al_2O_3$  katalizatoru iştirakı ilə fenolun propanol-2 ilə alkillaşma reaksiyasında xammalın həcmi sürətinin fenolun konversiyasına (2) və alınan 2-izopropilfenol (1) və 2,6-diizopropilfenola (3) görə reaksiyanın selektivliyinə təsiri ( $T=360^\circ\text{C}$ ,  $phOH: izoC_3H_7OH=1:1 \text{ mol/mol}$ )



**Şəkil 4.**  $ZnFe_2O_4 \cdot \gamma-Al_2O_3$  katalizatoru iştirakı ilə fenolun propanol-2 ilə alkilləşmə reaksiyasında fenolun izopropil spirtinə olan mol nisbətinin fenolun konversiyasına (2) və alınan 2-izopropilfenol (1) və 2,6-diizopropilfenola (3) görə reaksiyanın selektivliyinə təsiri ( $T=360^\circ C$ , həcmi sürət  $-1.0 \text{ st}^{-1}$ )

Beləliklə, aparılmış tədqiqatlar nəticəsində fenolun propanol-2 ilə alkilləşmə reaksiyasının optimal şəraiti (temperatur  $360^\circ C$ , həcmi sürət  $[1,0 \text{ st}^{-1}]$ , fenolun izopropil spirtinə olan mol nisbəti 1:1) müəyyən edilmişdir. Bu şəraitdə alınan 2-izopropilfenol və 2,6-diizopropilfenola görə, ümumi selektivlik 93,0%, fenolun birdəfəlik konversiyası isə 33,0% təşkil edir. Alınan nəticələr praktiki əhəmiyyət kəsb edir və fenolun 2 izopropil və 2,6 diizopropil törəmələrinin alınma texnologiyasının işlənilib hazırlanmasında əsas rol oynaya bilər.

#### ƏDƏBİYYAT:

1. Dean Haymond Ernest Cresols, Tylenols and other alkyl phenols // *U. Chem. insight and forecasting*, 2012, № 2, p. 17-21.
2. Харлампович Г.Д., Чуркин Ю.В. Фенолы. М: Химия, 1974, 376 с.
3. Maravek I. Производство и сбыт алкилфенольной продукции. // *Eur. Chem. News* 2002, № 22, с. 16-20.
4. Velu S, Swamy C.S Alkylation of phenol with 1-propanol and 2-propanol over catalysts derived from hydrotalcite like anionic clays // *Catalysis letters* 1996, 40, p. 265-272.
5. Tagiyev D.B, Aghayeva N.A., Nazarova M.K. Catalytic alkylation of cresols with propanol-1 // *Russian Journal of Applied chemistry*, 2013, v.86, p. 1255.

**РЕЗЮМЕ**

**АЛКИЛИРОВАНИЕ ФЕНОЛА ПРОПАНОЛОМ-2 В ПРИСУТСТВИИ  
МАГНИЙ- И ЦИНКФЕРРИТОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ**

*Мурадов М.М., Агаева Н.А., Муталлимова К.М., Насирова И.М.*

**Ключевые слова:** *фенол, 2-пропанол, изопропил фенол, феррит, алкилирование.*

Исследована каталитическая активность магнит- и цинкферритовых катализаторов в реакции алкилирования фенола пропанолом-2. Изучено влияние различных входных величин на реакцию алкилирования фенола пропанолом-2 и установлены оптимальные условия реакции для синтеза 2-изопропилфенола над выбранным составом цинкферритового катализатора.

**SUMMARY**

**ALKYLATION OF PHENOL 2 PROPANOL IN THE PRESENCE OF MAQNEZIUM  
AND ZINK FERRITE CATALYSTS**

*Muradov M.M., Agayeva N.A., Mutallimova K.M., Nasirova I.M.*

**Keywords:** *phenol, 2-propanol, alkylation, isopropyl phenol, ferrite catalyst.*

Investigation of the catalytic activity of magnesium and zincferrite catalysts in the reaction of phenol alkylation propanol is studied. The effect of different input quantity in the alkylation reaction of phenol and 2 propanol, the optimal reaction conditions for the synthesis of 2-isopropyl phenol on the selected composition of zinc ferrite catalyst is investigated.

Daxil olma tarixi:    Ilkin variant    08.12.2015  
   Son variant    01.06.2016

UOT 547.216.-542.952

**n-HEKSANIN HİDROİZOMERLƏŞMƏSİ PROSESİ ÜÇÜN OPTİMAL ŞƏRAİTİN SEÇİLMƏSİ****ZEYNALOV ELŞƏN TOFİQ oğlu***Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, dissertant**e-mail: elsen.zeynalov.86@mail.ru*

***Açar sozlər:** n-heksan, hidroizomerləşmə, konversiya, seolittərkibli nikel katalizatoru, izomer.*

*Mövcud tədqiqat işində n-heksanın hidroizomerləşməsi prosesinin optimal şəraiti seçilmişdir. Bu məqsədlə prosesə təsir edən əsas amillər: reaksiya müddəti, katalizatorun sintez üsulu, temperatur, hidrogen xammal nisbəti tədqiq edilmişdir. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, prosesin optimal şəraiti aşağıdakı kimidir: temperatur-350°C; zaman-30 dəq.; H<sub>2</sub>:n-C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>=2:1. Bu optimal şəraitdə izomerlərin maksimal çıxımı 57,2% konversiya ilə 27,2% təşkil edir.*

**Giriş.** Müasir neft emalında katalitik izomerləşmə prosesinin əsas məqsədi yüksəkotanlı avtobenzin izokomponenti və ya neft-kimya xammalı, hər şeydən öncə, izopren kauçuku sintezi üçün izopentan alınması hesab olunur [1].

Bir çox neft-kimya prosesləri kimi, n-heksanın hidroizomerləşmə prosesinə bir çox amillər təsir göstərir. Mövcud tədqiqat işinin məqsədi prosesə təsir edən əsas amilləri temperatur, reaksiya müddəti, katalizatorun sintez üsulu, hidrogen xammal nisbətini tədqiq edərək n-heksanın hidroizomerləşməsi prosesinin optimal rejimini müəyyən etməkdir.

**Təcrübənin metodikası.** n-heksanın hidroizomerləşməsi prosesi axın tipli laboratoriya qurğusunda aparılmışdır. Bu məqsədlə müxtəlif üsullarla: hopdurma və ionmübadilə üsulları ilə seolittərkibli nikel katalizatorları sintez edilmişdir [2-4]. Promotor duzu kimi müxtəlif nikel duzlarından istifadə olunmuşdur. Sintez edilmiş katalizatorlar (dənələrinin ölçüsü 1-2 mm olan) kvars reaktora doldurulur (5 ml həcmində) və n-heksanın hidroizomerləşməsi prosesində müxtəlif şəraitlərdə tədqiq edilir. Alınmış maye məhsullar alovlu-ionlaşdırıcı detektorlu katarometr ilə təchiz edilmiş CHROM 5 xromatoqrafında analiz edilmişdir. Sorbent kimi inzen kərpici (İNZ-600) üzərinə hopdurulmuş vazelin yağı və dimetil efirindən istifadə edilmişdir. Analizin şəraiti: kalonkanın uzunluğu - 1 m, termostatda temperatur - 30°C, qaz daşıyıcının sürəti - 30 ml/dəq. Qaz məhsulları isə katarometr ilə təchiz edilmiş CHROM 5 xromatoqrafında analiz edilmişdir. Sorbent olaraq inzen kərpici (İNZ-600) üzərinə hopdurulmuş vazelin yağından istifadə edilmişdir. Qaz daşıyıcı isə CFC-2 markalı hidrogen generatorundan daxil olan hidrogen hesab edilir.

**Nəticələr və onların müzakirəsi.** n-heksanın hidroizomerləşməsi prosesinin optimal şəraitini seçmək üçün prosesə təsir edən amillər tədqiq edilmişdir. İlk olaraq katalizatorun sintezi üsulunun təsiri tədqiq edilmişdir. Əvvəlki tədqiqatlarımızda [5] qeyd edildiyi kimi, prosesi aparmaq üçün iki üsulla: hopdurma və ionmübadilə üsulları ilə müxtəlif seolittərkibli nikel katalizatorları sintez edilmişdir. Hər iki üsulla sintez edilmiş nümunələrin aktivliyi n-heksanın hidroizomerləşməsi prosesində tədqiq edilmişdir. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> promotor duzu ilə sintez edilmiş nümunələr digər nümunələrə nisbətən daha yüksək aktivliyə malikdir.

Ona görə də sintez üsulunun təsirini tədqiq etmək məqsədilə hər iki üsulla sintez edilmiş H-OMNİCAT/Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> nümunəsi üzərində təcrübələr aparılmışdır. Alınmış nəticələr aşağıdakı

şəkildə göstərilmişdir.

Şəkil 1-dən göründüyü kimi, temperaturun artması ilə hər iki nümunə üzərində izomerlərin çıxımı artır. Belə ki ion mübadilə üsulu ilə alınmış nümunə üzərində izomerlərin çıxımı 200°C-də 16,2%-dən 350°C-də 20,3%-dək, hopdurma üsulu ilə alınmış nümunədə isə 200°C-də 21,6%-dən 350°C-də 27,2%-dək artır.

Qeyd etmək lazımdır ki, hopdurma üsulu ilə katalizator sintez etdikdə promotor duzunun daşıyıcıya nisbəti 1:1, ionmübadilə üsulunda isə 2:1 qəbul edilmişdir. Katalizator nümunələrinin tərkibində nikelin miqdarı artdıqca katalizatorun dehidrogenləşmə qabiliyyəti artdığına görə ion mübadilə üsulu ilə sintez edilmiş nümunələr hopdurma üsulu ilə sintez edilmiş nümunəyə nisbətən daha aşağı aktivlik nümayiş etdirir. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, n-heksanın hidroizomerləşməsi prosesi üçün ən optimal katalizator hopdurma üsulu ilə sintez edilmiş H-OMNİCAT/Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> nümunəsi hesab edilir.

Nikeltərkibli katalizatorlar üzərində izomerləşmə reaksiyalarının müntəzəm getməsi üçün onu hidrogen mühitində aparmaq lazımdır [6]. Müqayisəli təhlil aparmaq üçün hidrogenin xammala nisbəti müxtəlif seçilmişdir. Tədqiqatın nəticələri şəkil 2-də göstərilmişdir.

Şəkil 2-dən göründüyü kimi, hər iki şəraitdə hopdurma üsulu ilə sintez edilmiş H-OMNİCAT/Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> nümunəsi üzərində izomerlərin çıxımı temperaturun artması ilə artır. Belə ki H<sub>2</sub>:n-C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>=3:1 şəraitində izomerlərin çıxımı 200°C-də 8,8%-dən 350°C-də 12,0%-dək artmışdır; H<sub>2</sub>:n-C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>=2:1 şəraitində isə izomerlərin çıxımı 200°C-də 13,9%-dən 350°C-də 18,2%-dək artmışdır.

Tədqiqatların müqayisəli analizi göstərir ki, n-heksanın hidroizomerləşməsi zamanı hidrogenin xammala nisbəti 2:1-dən 3:1-ə qədər artması nəticəsində izomerlərin çıxımı azalmışdır. Bu onunla əlaqədardır ki, reaksiya mühitində hidrogenin miqdarının artması nəticəsində katalizatorun tərkibində olan NiO metallik nikelə qədər reduksiya olunur. Bildiyimiz kimi, nikel dehidrogenləşmə reaksiyalarını sürətləndirir və bunun nəticəsində prosesdə dehidrogenləşmə reaksiyalarının baş vermə ehtimalı artır. Bunu nəzərə alaraq, n-heksanın hidroizomerləşməsi prosesi üçün hidrogen: xammal nisbətini aşağı götürmək məqsədəuyğundur. Aparılmış tədqiqatlar əsasmda müəyyən edilmişdir ki, n-heksanın hidroizomerləşməsi prosesi üçün optimal hidrogen: xammal nisbəti H<sub>2</sub>:n-C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>=2:1 hesab edilir.

Temperaturun artması ilə izomerləşmə reaksiyasının sürəti məhdud tarazlıq həddinə qədər artır [7]. n-heksanın hidroizomerləşməsi prosesi orta temperaturlu izomerləşmə prosesi olduğu üçün proses 200-350°C temperatur intervalında tədqiq edilmişdir. Nəticələr şəkil 3-də göstərilmişdir.

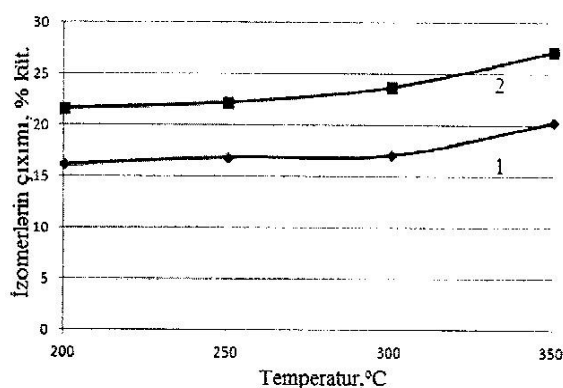
Şəkildən göründüyü kimi, izomerlərin çıxımı temperaturun artması ilə artır. Belə ki, H-OMNİCAT/Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> katalizatoru üzərində temperaturun 200°C-dən 350 °C-yə qədər artması ilə izomerlərin çıxımı 5,0 %-dən 20,0 %-dək artır.

Reaksiya müddətinin dəyişməsi izomerləşmə dərəcəsinə təsir göstərir, onun selektivliyini isə praktiki olaraq dəyişmir (əgər izoalkanların çıxımı termodinamik mümkün miqdara çatmırsa). Bu, əlavə reaksiyaların sürətinin az olması ilə əlaqədardır [8].

Şəkil 4-dən görünür ki, reaksiya müddəti artdıqca izomerlərin çıxımı 30 dəq.-də maksimumdan (27,2%) keçərək azalır. Reaksiyanın müəyyən anlarında (60-75 dəq., 150-165 dəq., 180-195 dəq.) izomerlərin çıxımı sabit qalsa da, ümumilikdə izomerlərin çıxımı 15 dəq.-də 21,5%-dən 240 dəq.-də 3,6%-dək kəskin azalır. Bu azalma onunla izah olunur ki, katalizator hidrogen mühitində müəyyən müddət işlədikdə onun səthində olan NiO metallik nikelə reduksiya olunur, bununla da katalizatorun izomerləşmə aktivliyi azalır.

Beləliklə, n-heksanın hidroizomerləşməsi prosesinin optimal şəraitinin seçilməsi tədqiqatları nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, proses üçün ən aktiv katalizator hopdurma üsulu ilə sintez edilmiş H-OMNİCAT/Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> nümunəsi hesab edilir. Prosesin optimal şəraiti aşağıdakı kimidir: temperatur - 350°C; reaksiya müddəti - 30 dəq.; H<sub>2</sub>:n-C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>=2:1. Bu optimal şəraitdə izomerlərin maksimal çıxımı 57,2% konversiya ilə 27,2% təşkil edir.

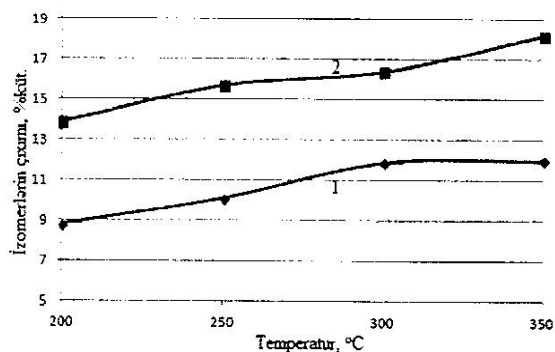
Sintez üsulunun hidroizomerləşmə prosesinə təsiri



1 – H-OMNİCAT/Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (ionmübadilə üsulu); 2 – H-OMNİCAT/Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (hopdurma üsulu)

Şəkil 1.

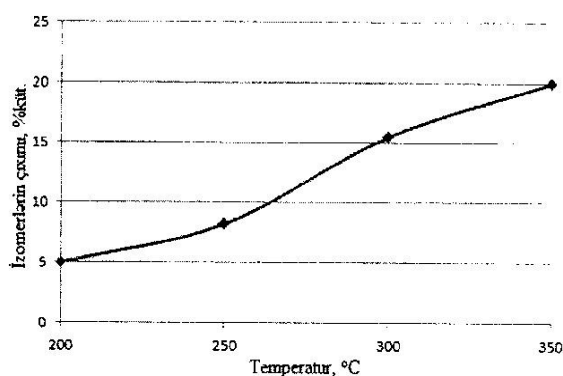
Hidrogen:xammal nisbətinin hidroizomerləşmə prosesinə təsiri



1 – H<sub>2</sub>:n-C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> = 3:1; 2 – H<sub>2</sub>:n-C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> = 2:1

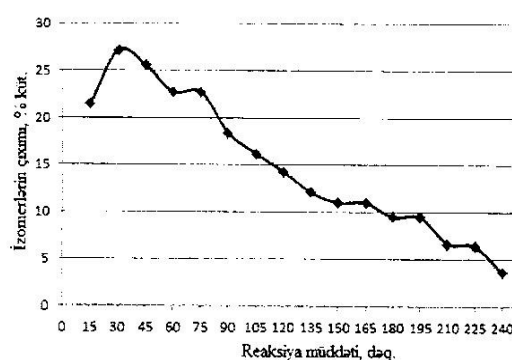
Şəkil 2.

Temperaturun hidroizomerləşmə prosesinə təsiri



Şəkil 3.

Reaksiya müddətinin hidroizomerləşmə prosesinə təsiri



Şəkil 4

## ƏDƏBİYYAT

1. Боруцкий П.Н., Подклетова Н.М. // Катализ в промышленности, № 2, 2002, с.86-88.
2. Патент США 2108863,2003120304/04, 02.07.2003.
3. Zeynalov E.T., Hüseynova E.Ə., Əcəmov K.Y. // Akademik S.C.Mehdiyevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş Respublika Elmi-Praktiki Konfransının materialları, II cild, 2-3 dekabr Bakı: 2014, s.144-147.
4. Zeynalov E.T., Əsgərova M.N., Əcəmov K.Y. // “XƏZƏRNEFTQAZYATAQ” - 2014 elmi-təcrübi konfrans, 24-25 dekabr. Bakı: 2014, s. 243-245.
5. Zeynalov E.T. // Toğrul Şahtaxtinskiyin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş respublika elmi konfransı, oktyabr. Bakı: 2015, s. 42.
6. Бурсиан Н.Р. Технология изомеризации парафиновых углеводородов. Л.: Химия, 1985, 192 с.

7. Боруцкий П.Н., Подклетнова Н.М. // Катализ в промышленности, № 2, 2003, с. 86- 88.
8. Магарил Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти: Учебное пособие для вузов. Л.: Химия, 1985, 280 с.

**РЕЗЮМЕ**  
**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ДЛЯ ПРОЦЕССА**  
**ГИДРОИЗОМЕРИЗАЦИИ n-ГЕКСАНА**

*Зейналов Э.Т.*

**Ключевые слова:** *n-гексан, гидроизомеризация, конверсия, цеолитсодержащие никелевые катализаторы, изомер.*

В данной исследовательской работе выбран оптимальный режим для процесса гидроизомеризации n-гексана. Для этой цели исследованы основные факторы, влияющие на процесс: время реакции, метод синтеза катализатора, температура, соотношение водород:сырьё. На основе проведенных исследований установлено, что оптимальный режим процесса следующий: температура - 350°C; время - 30 мин.;  $H_2:n-C_6H_{14}=2:1$ . В этом оптимальном режиме выход изомеров составил 27,2% с 57,2% конверсии.

**SUMMARY**  
**SELECTION OF THE BEST MODE FOR THE PROCESS OF**  
**HYDROISOMERIZATION OF n- HEXANE**

*Zeynalov E.T.*

**Key words:** *n-hexane, hydroisomerization, conversion, zeolite based on nickel catalyst, isomer.*

In this research work we selected the best mode for the hydroisomerization process of n-hexane. For the purposes of this study the main factors influencing the process are: reaction time, the method of synthesis of the catalyst, temperature, the ratio of hydrogen to the raw material. On the basis of studies the found that the optimum process conditions: are temperature-350 °C; time-30 min.;  $H_2:n-C_6H_{14}=2:1$ . In this mode, the output optimal isomer was 27.2% with 57.2% conversion.

|                    |               |            |
|--------------------|---------------|------------|
| Daxil olma tarixi: | Ilkin variant | 26.11.2015 |
|                    | Son variant   | 01.06.2016 |

UOT 661.16

**ELEKTROKİMYƏVİ ÜSULLA DEZİNFEKSIYAEDİCİ MƏHLULUN ALINMASI****AŞUROV DURSUN ƏHMƏD oğlu***Sumqayıt Dövlət Universiteti, professor***HƏTƏMOV MƏTLƏB MURTUZ oğlu***Sumqayıt Dövlət Universiteti, baş elmi işçi***AŞUROVA NƏRGİZ DURSUN qızı***Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent***ABDULLAYEVA MİNAYƏ BİLAL qızı***Sumqayıt Dövlət Universiteti, kiçik elmi işçi**e-mail: bilalqizi@inbox.ru*

**Açar sözlər:** *elektrokimyəvi üsul, elektroliz qurğusu, natrium hipoxlorit, antimikrob xassə, duz məhlulu, dezinfeksiyaedici xassə, elektrod.*

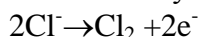
Duzlu dəniz suyu, yaxud NaCl məhlulunun diafraqmasız elektroliz qurğusunda elektrolizi nəticəsində natrium hipoxlorit məhlulu alınır ki, bu da güclü dezinfeksiyaedici və ağardıcı xassələrə malikdir.

Natrium hipoxlorit [NaOCl] məhlulu güclü antimikrob xassəsinə görə ən effektiv dezinfeksiyaedici reagent kimi müxtəlif sahələrdə, o cümlədən, xəstəxanalarda, məişətdə, ev heyvanlarını xəstəliktörədicə mikroblardan mühafizə etmək məqsədilə tövlələrin və quş hinlərinin zərərsizləşdirilməsində, eləcə də, yun-parça materiallarının ağardılmasında və dezinfeksiyasında geniş istifadə edilir. [1,2]

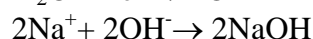
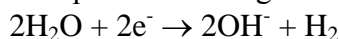
Dəniz suyunun tərkibində NaCl-in miqdarının kifayət qədər olmasına görə ondan NaOCl-in alınması ucuz başa gəlir, istifadəsi isə ekoloji baxımdan təhlükəsizdir.

Praktikada NaOCl almaq üçün natrium xloridin elektrolizini iki üsulla aparırlar: elektroliz qurğusunda katod və anod zonasını membran üsulu ilə ayırmaqla və diafraqmasız üsulla.

Membranlı elektroliz qurğusunda [2] duz məhlulu anod zonasında yerləşdirilir, katod zonasına isə təmizi verilir. Anodda xlor ionları molekulyar xlorə qədər oksidləşir:



Elektrik cərəyanının təsiri ilə ayrılan natrium kationları membrandan katod zonasına keçir və hidrosil ionları ilə birləşərək natrium qələvisi əmələ gətirir.



Sonradakı mərhələdə molekulyar xlor ilə natrium qələvisi arasında aparılan reaksiyadan NaOCl alınır:



Bu iki mərhələli üsulla istənilən qatılığa malik hipoxlorit məhlulunu almaq mümkündür.

Dezinfeksiya məqsədi üçün istifadə olunan hipoxlorit məhlulunu diafraqmasız elektroliz qurğusunda sintez etmək daha məqsəduyğundur, çünki bu zaman qismən duru məhlullardan (0,25-5,0 q/l) istifadə olunur.

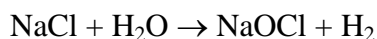
Bunları nəzərə alaraq, ilk dəfə SDU-nin “Tətbiqi kimya” ETL-nda diafraqmasız elektroliz qurğusunda natrium hipoxlorit məhlulunun alınmasında yerli xammaldan - Abşeron rayonunun Masazır qəsəbəsindəki gölün duzundan istifadə edilmişdir.

Masazır gölündəki natrium xloridin qatılığı təqribən 270 q/l təşkil edir.

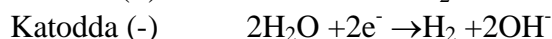


**Təcrübi hissə.** Masazır gölünün duzlu sularını anodda oksidləşdirmək məqsədilə silindrik şəkildə diafraqmasız elektroliz qurğusundan istifadə edilmişdir. Anod materialı kimi, titan üzərinə çökdürülmüş rutenium oksidindən və yaxud qrafitdən, katod materialı kimi isə paslanmayan poladdan istifadə edilmişdir. [3] Silindrik elektroliz qurğusunun hündürlüyü 0,5 metrədən ibarət olub, soyudulmaq üçün köynəklə təmin edilməlidir. Elektrodlar bir-birinə nəzərən 0,5 sm məsafədə olmaqla elektroliz qurğusunun aşağı hissəsində yerləşdirilir. Qurğunun işçi həcmi 200ml-dur. Tədqiqat işində tərkibində 4-5% NaCl olan məhluldan istifadə edilmişdir. Həmin məhlulun tərkibində, eyni zamanda, çox az miqdarda CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub> və KCl birləşmələri də vardır. Odur ki, həmin birləşmələrin elektrolizə məruz qalması nəticəsində müvafiq hipoxloritlərin alınması mümkündür. Bununla bərabər, katod-da reduksiya olunan Ca<sup>2+</sup> və Mg<sup>2+</sup> ionları elektrod üzərində müvafiq çöküntülər əmələ gətirir. Bunlar da katod potensiallarının yüksəlməsinə səbəb olur və hidro-genin katodda ayrılmasını çətinləşdirir, nəticədə hipoxloritin alınması üçün əlverişli şərait yaranır.

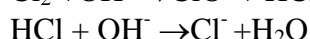
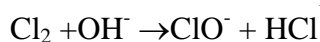
Diafraqmasız elektroliz qurğusunda NaOCl xörək duzunun elektrolizi nəticəsində bir mərhələdə alınır.



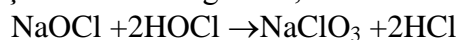
Elektrolizin mexanizmi aşağıdakı elektrod reaksiyalarının eyni zamanda baş verməsi ilə əlaqədardır.



Elektrodlarda ayrılan məhsullar elektrodlararası zonada aşağıdakı reaksiyalara səbəb olur. [4] :



Bu zaman hipoxlorid turşusu da əmələ gəlir ki, bu da natrium hipoxloridi oksidləşdirir;



Aralıq reaksiyaların qarşısının alınması üçün müəyyən tədqiqatların aparılması məqsədə uyğundur.

İlk növbədə 5%-li NaCl məhlulunda NaOCl alınması prosesində cərəyan miqdarının və elektroliz müddətinin cərəyana görə çıxımının dəyişməsi tədqiq edilmişdir. Bu məqsədlə 3A cərəyan şiddətində çıxım araşdırılmışdır. Alınan nəticələr cədvəldə verilir.

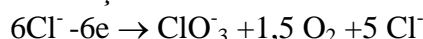
***Cədvəl 1.***

*NaOCl elektrosintezi prosesinə elektroliz müddətinin təsiri (məhlulun həcmi 200 ml),  $I = 3 \text{ A}$ ,  
 $T = 20^\circ \text{C}$ , anod – ORTA, katod – polad*

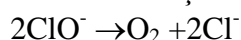
| Elektroliz müddəti, $\tau$ , saat | Cərəyan miqdarı, Q, A·s | Gərginlik volt | NaOCl qatılığı, q/litr | Aktiv xlorun miqdarı, q/dm <sup>3</sup> | Cərəyana görə çıxım, % |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------|------------------------|---|------------------------|
| 1                                 | 3                       | 4,5            | 18,0                   | 9,8                                     | 98,0                   |
| 2                                 | 6                       | 4,5            | 15,0                   | 8,4                                     | 41,0                   |
| 3                                 | 9                       | 5,0            | 8,2                    | 4,5                                     | 16,0                   |
| 4                                 | 12                      | 5,0            | 5,6                    | 3,2                                     | 8,3                    |
| 5                                 | 15                      | 5,2            | 4,0                    | 2,8                                     | 4,2                    |

Cədvələ görə alınan nəticələr onu deməyə əsas verir ki, hətta elektroliz müddətini artırmaqla da qatılmış hipoxlorit məhlulunun alınması mümkün olmur. Yuxarıda göstəriləyi kimi, müxtəlif qatılıqlarda hipoxlorit məhlullarını ancaq kimyəvi üsulla almaq mümkündür. [2] Odur ki, elektrokimyəvi üsulla elektroliz prosesini 1-2 saat müddətində sona çatdırdıqda qatılıq çox yuxarı olmasa da, dezinfeksiya işlərində, eyni zamanda, parçaların ağardılması üçün tamamilə yararlıdır. Həm də prosesin əvvəlində cərəyana görə çıxımın kifayət qədər yüksək olması arzuolunmazdır. Bu halda aktiv xlorun miqdarı da yüksəkdir.

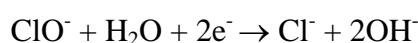
Elektroliz müddətini artırıqda əsas məhsulun cərəyana görə çıxımının azalması hipoxlorit ionlarının anodda elektrokimyəvi oksidləşməsi nəticəsində xlorata çevrilməsi ilə əlaqədardır. [4]



Bu zaman anionun kimyəvi parçalanması da baş verir.



Digər tərəfdən, hipoxlorit ionlarının katodda reduksiyası məhsulun qatılığının azalmasına gətirib çıxarır:



Həmin reaksiyaların qarşısının alınması üçün anodda cərəyan çıxımının artırılması məqsəduyğundur, çünki bu zaman  $\text{ClO}^-$  ionlarının anoda yaxınlaşması xeyli çətinləşir. Eləcə də katodda  $\text{ClO}^-$  ionlarının hidrogenləşməsinin qarşısının alınması qismən də olsa, təmin edilir, belə ki, hidrogenin əmələgəlmə potensialı yüksəlir. Bu məqsədlə praktikada məhlula 4 q/l miqdarında natrium bixromat əlavə edilir. [5] Ancaq bizim apardığımız prosesdə buna ehtiyac olmur, çünki istifadə olunan Masazır gölünün duzunun tərkibində müəyyən miqdarda  $\text{Ca}^{2+}$  və  $\text{Mg}^{2+}$  ionları vardır. Həmin ionlar katod üzərində reduksiya zamanı çöküntülər əmələ gətirir ki, bu da elektrod potensialını xeyli yüksəldir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Якименко Л.М. Производство водорода, кислорода, хлора и щелочей. М: Химия, 1981, 280 с.
2. Баштан С.Ю. и др. Получение гипохлорита натрия в электролизере с керамической мембраной. М.: Электрохимия, 2001, т.37, № 8, с. 912-915.
3. Любошкин В.И., Смирнова М.Г., Любошкина Е.Т. Электросинтез гипохлорита натрия на оксидно-рутениевотитановых анодах в растворе хлорида натрия /Изв. вузов Химия и химическая технология. М.: 1980, т. XXIII, № 8, с.1016-1018.
4. Любошкин В.И., Любошкина Е.Т. Кинетика процессов, протекающих при электролизе хлористого натрия в бездиафрагменной электролизере/ Изв. СКНЦВШ. Сер. естеств. наук. 1980, № 2, с.49-51.
5. Любошкин В.И., Любошкина Е.Т.. Получение гипохлорита натрия с применением катодов с активным покрытием.//Тез. докл. 14-й Всесоюзн. научно-техн. конф. на технологии неорганич. веществ и минеральных удобрений. Львов: 1988, с.105.

## РЕЗЮМЕ

### ПОЛУЧЕНИЕ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО РАСТВОРА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

*Ашууров Д.А., Атамов М.М., Ашуурова Н.Д., Абдуллаева М.Б.*

**Ключевые слова:** электрохимические методы, электролизная установка, гипохлорит натрия, антимикробные свойства, солевой раствор, дезинфицирующие свойства, электрод

При электролизе соленого раствора в бездиафрагменном электролизере образуется раствор гипохлорита натрия с дезинфицирующими свойствами.

**SUMMARY**

**PRODUCTION OF DISINFECTOR SOLUTION BY ELECTOCHEMICAL METHOD**

*Ashurov D.A., Hatamov M.M., Abdullayeva M.B., Ashurova N.D.*

**Key words:** *sodium hypochlorite, electrochemical methods, electrolysis plant, antimicrobial properties, salt solution, disinfectant properties, electrode*

Disinfectant sodium hypochlorite solution is obtained by electrolysis of salt solution at non-diaphragmatic electroliser.

|                    |               |            |
|--------------------|---------------|------------|
| Daxil olma tarixi: | Ilkin variant | 29.01.2016 |
|                    | Son variant   | 01.06.2016 |

УДК 541.128.13

**ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦИНК-КОБАЛЬТ-ОКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ****АБУЗЕРЛИ ФАРИДА ЗАИД гызы,***Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, докторант***БАГИЕВ ВАГИФ ЛАЧИН оглу,***Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, профессор**e-mail: farida\_086@mail.ru*

**Ключевые слова:** термография, термогравиметрия, оксид цинка, оксид кобальта, бинарные системы.

*Синтезированы цинк кобальт оксидные катализаторы различного состава. Проведены термогравиметрические и термографические исследования синтезированных образцов. Установлено, что на термограммах исследуемых образцов наблюдаются один эндо эффект и два больших экзо эффекта с максимумами при 330°C и 380°C. Показано, что с увеличением содержания цинка в составе бинарной Zn-Co-O системы потери при прокаливании снижаются с 56.4% до 31%. Найдено, что все физико-химические изменения в катализаторе при их прокаливании протекают до 400°C.*

Известно, что самым перспективным и экологически чистым топливом является водород и в недалеком будущем он станет основным источником энергии [1,2]. Одним из привлекательных методов получения водорода является паровая конверсия этанола [3-5]. Перспективность этого метода получения водорода, обусловлена также тем, что в качестве исходного вещества для получения водорода используется этанол, который получается из возобновляемых источников сырья, а именно из биоресурсов [6,7]. Из периодической литературы известно, что активность в этой реакции проявляют сложные оксидные системы на основе оксидов кобальта [8-10]. С целью выявления условий приготовления кобальт содержащих оксидных катализаторов, в данной работе были проведены термогравиметрические исследования приготовленных нами цинк-кобальт оксидных катализаторов.

**Методика эксперимента.** Цинк-кобальт оксидные образцы для исследования готовили смешением водных растворов кобальта уксуснокислого и цинка двууглекислого. Полученную смесь выпаривали и высушивали при 40-50°C. Термогравиметрические исследования образцов проводили на анализаторе TGA Q50. Нагрев образцов проводили, начиная с 20 до 600°C со скоростью 20°C в минуту. Термограммы полученных образцов изучали на дифференциальном сканирующем калориметре DSC823. Нагрев образцов проводили начиная с 50 до 600°C со скоростью 10°C в минуту.

**Полученные результаты и их обсуждение.** На рисунке 1 показаны термограммы цинк-кобальт оксидных образцов различного состава. Видно, что на образце богатым кобальтом (Zn-Co=1-9) наблюдаются два больших экзо эффекта с максимумами при 330°C и 380°C. Первый экзо эффект при 330°C соответствует разложению уксуснокислого кобальта, в то время как второй экзо эффект при 380°C относится превращению CoO в Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. На термограмме образца Zn-Co=5-5 видны один экзо и один эндо эффекты. Как видно из рис. 1б интенсивности этих эффектов приблизительно равны.

Из рис. 1в можно видеть, что на термограмме образца Zn-Co=9-1 виден один большой эндо-эффект с максимумом при 250°C и один небольшой экзо-эффект с максимумом при

330°C. Эндо-эффект при 250°C, по-видимому, соответствует разложению углекислого цинка, в то время как экзо-эффект при 330°C, как было сказано выше, соответствует разложению уксуснокислого кобальта. Сравнивая термограммы всех образцов, можно сказать, с увеличением содержания оксида кобальта в составе образцов величина эндо эффекта при 250°C уменьшается, а интенсивность экзо эффекта при 330°C возрастает. На богатом кобальтом образце появляется второй интенсивный экзо эффект при 380°C соответствующий превращению  $\text{CoO}$  в  $\text{Co}_3\text{O}_4$ . Из термограмм изученных образцов можно сделать вывод, что все физико-химические превращения исходного образца при его прокаливании прекращаются до 400°C.

Изменение веса при прокаливании цинк-кобальт оксидных образцов различного состава приведены на рисунке 2. Видно, что на всех образцах уменьшение веса начинается уже при 30-40°C и этот процесс продолжается почти до 100°C. По-видимому, это обусловлено потерей воды из цинка углекислого основного.

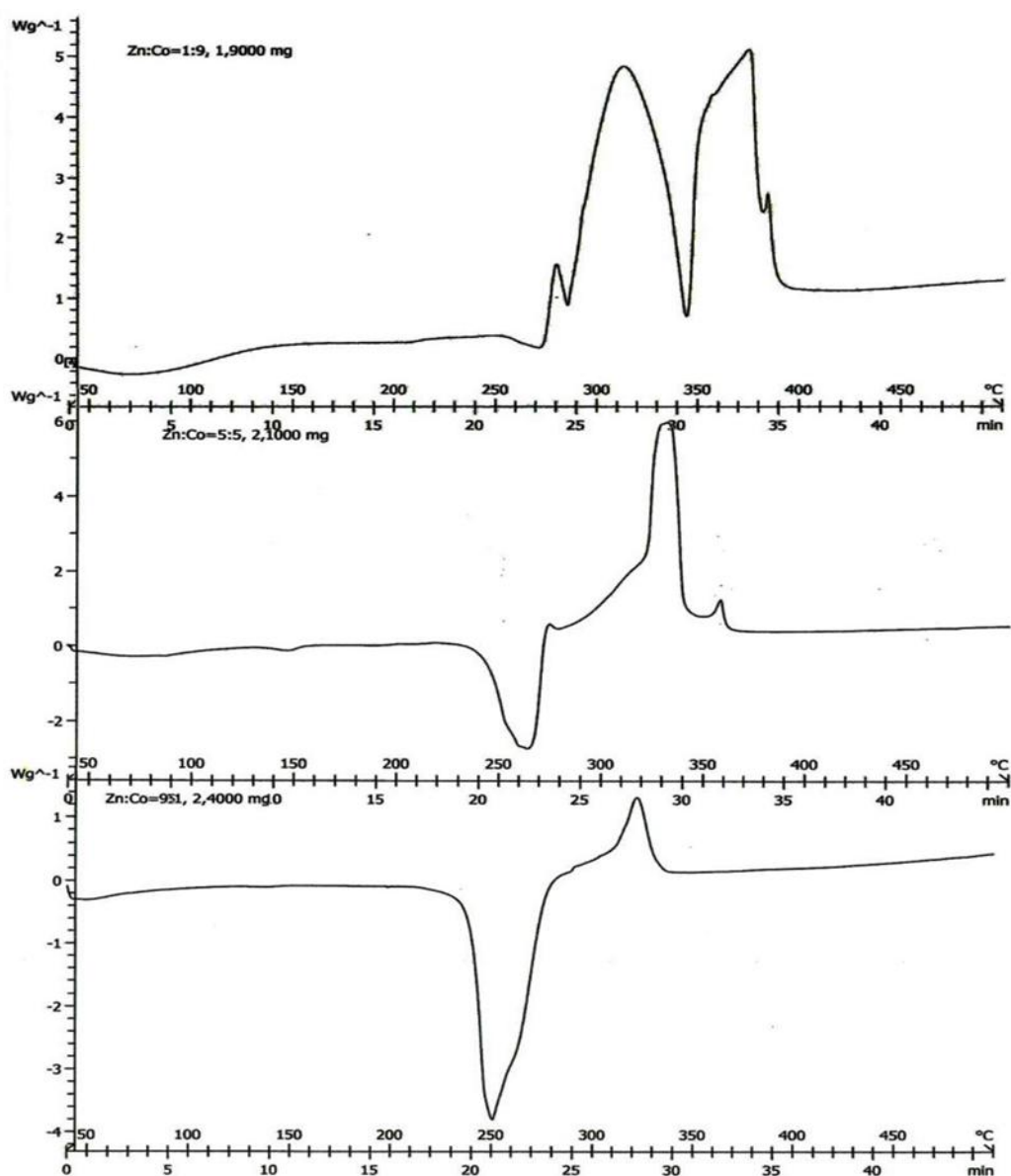


Рис.1. Термографические исследования образцов Zn-Co=1-9 (а), Zn-Co=5-5 (б) и Zn-Co=9-1 (в).

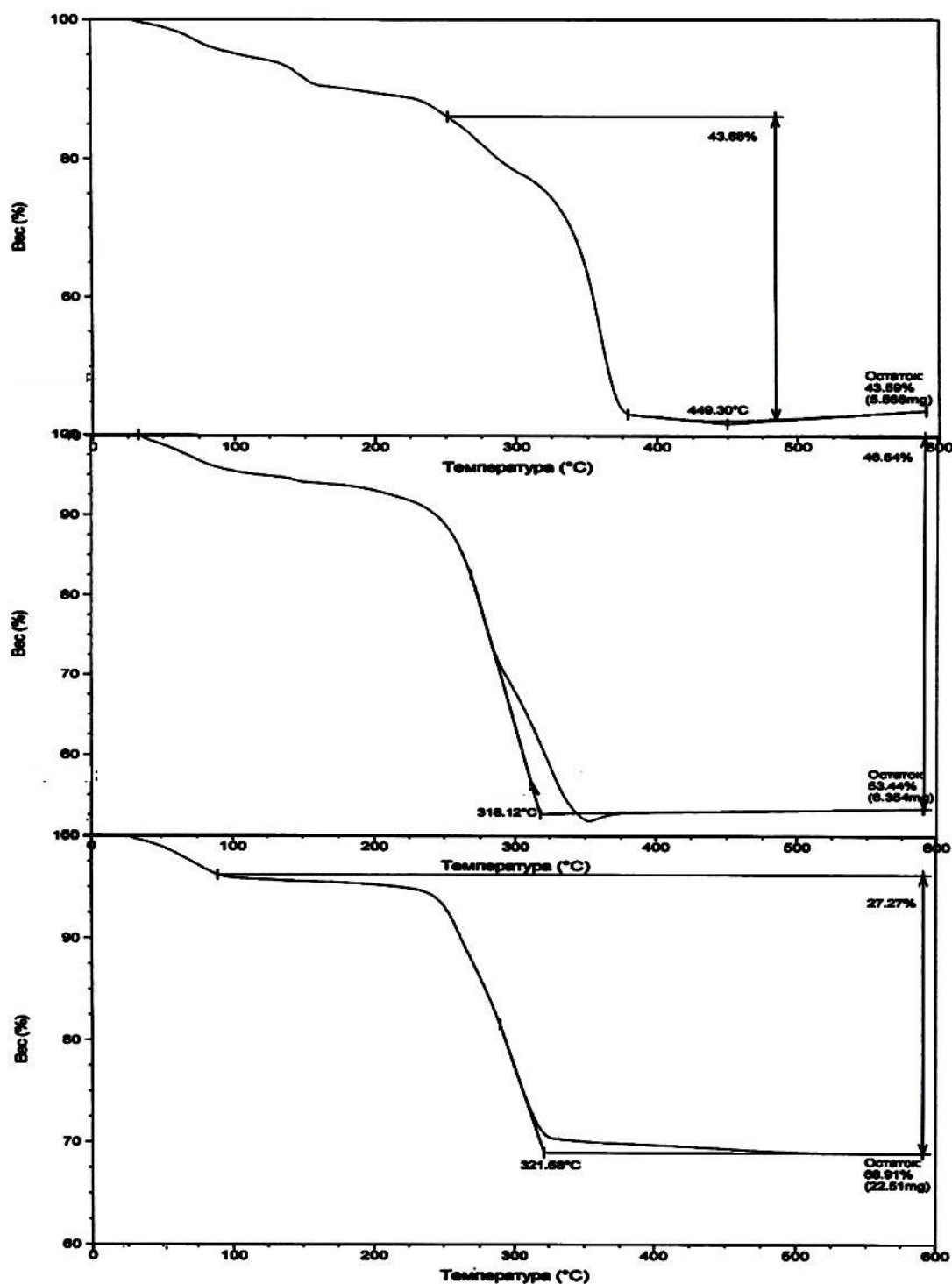


Рис.2. Термогравиметрические исследования образцов Zn-Co=1-9 (а), Zn-Co=5-5 (б) и Zn-Co=9-1 (в).

Как видно из рис.2а, при прокаливании образца Zn-Co=1-9 наблюдается кривая потери массы со многими изломами. Потерю массы образца при 100°C можно отнести к удалению воды, уменьшение массы при 140-160°C, выделению кристаллизационной воды, а процессы уменьшения массы, начинающиеся при 250 и 325°C, можно отнести к разложению соответственно цинка углекислого основного и кобальта уксуснокислого. Полное разложение исходного образца, как видно из рисунка 2, заканчивается при 375°C. Так как

этот образец в основном состоит из кобальта уксуснокислого, то и потеря массы здесь наибольшая и составляет почти 56.4%.

Как видно из рис.2б, на образце Zn-Co=5-5 также наблюдаются 4 излома на кривой потери массы катализатора. В отличие от предыдущего образца на образце Zn-Co=5-5 потери массы при 150 и 325С не такие интенсивные и процесс потери массы образца прекращается уже при 350<sup>0</sup>С. Первый излом при 100<sup>0</sup>С на кривой соответствует, по видимому, выделению воды из цинка углекислого основного, второй излом и третий изломы на кривой изменения массы при 250 и 350<sup>0</sup>С указывает на то, что заметный вклад в потерю массы образцов уже оказывает разложение обоих исходных вещества, а именно цинка углекислого основного и кобальта уксуснокислого. Общая потеря массы образца Zn-Co=5-5 меньше чем на предыдущем образце и составляет порядка 46.4%.

На рис 2в показаны кривые потери массы для образца Zn-Co=9-1. Первая потеря массы образца при 100<sup>0</sup>С как было сказано выше соответствует выделению адсорбционной воды. При дальнейшем повышении температуры следующая резкая потеря массы образцов начинается приблизительно при 250<sup>0</sup>С и продолжается до 320<sup>0</sup>С. Это обусловлено разложением цинка углекислого основного до оксида цинка. Дальнейшее повышение температуры практически не приводит изменению массы образца Zn-Co=9-1. При этом общая потеря массы исходного образца составляет порядка 31%. Суммируя вышеизложенное, можно сказать, что с увеличением содержания цинка в составе бинарного Zn-Co-O системы потери при прокаливании снижаются с 56.4% на образце Zn-Co=1-9 до 31% на образце Zn-Co=9-1.

Таким образом на основании проведенных термографических и термогравиметрических анализов можно сказать, что все изменения состава и массы при прокаливании образцов прекращаются до 400<sup>0</sup>С. Поэтому в дальнейшем при синтезе цинк-кобальт оксидных катализаторов их прокалывание необходимо проводить при температурах выше 400<sup>0</sup>С.

## ЛИТЕРАТУРА

1. J.D.Holladay, J.Hu, D.L.King, Y.Wang. An overview of hydrogen production technologies, *Catalysis Today*, 2009, #139, p.244-260.
2. Ting Dong, Zhaoxiang Wang, Lixia Yuan et al, Hydrogen production by steam reforming of ethanol on potassium-doped catalyst. *Catalysis letter*, 2007, #119, p.29-39.
3. H.V.Fajardo, L.F.Probst, N.L.Carreno et al. Hydrogen production from ethanol steam reforming over nanocomposite Ni/CeO<sub>2</sub> catalysts. *Catalysis letter*, 2007, #119, p.228-236.
4. Sean S.-Y. Lin, Do Heui Kim, Su Y. Ha. Hydrogen Production from Ethanol Steam Reforming Over Supported Cobalt Catalysts. *Catalysis Letters*, 2008, 122, p.295-301
5. H.S.Roh, Y.Wang, D.L.King. Selective production of H<sub>2</sub> from ethanol at low temperatures over Rh/ZrO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub> catalysts. *Topic in Catalysis*, 2008, #49. P.32-37.
6. Hyun-Seog Roh, Alexandru Platon, Yong Wang and David L. King. Catalyst deactivation and regeneration in low temperature ethanol steam reforming with Rh/CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> catalysts. *Catalysis Letters*, 2006, 110, p.1-6
7. F.Haga, T.Nakajima, H.Miya et al. Catalytic properties of supported cobalt catalysts for steam reforming of ethanol. *Catalysis letters*, 1997, #48, p.223-227.
8. Prakash Biswas and Deepak Kunzru. Steam reforming of ethanol on Ni-CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub> catalysts:Effect of doping with copper, cobalt and calcium. *Catalysis Letters*, 2007, 118, p.36-49
9. W. Grzegorzczuk, A.Denis, W.Gac. Hydrogen Formation via Steam Reforming of Ethanol Over Cu/ZnO Catalyst Modified with Nickel, Cobalt and Manganese. *Catalysis Letters*, 2009, 128, p.443-448
10. Simonetta Tuti, Franco Pepe. On the Catalytic Activity of Cobalt Oxide for the Steam Reforming of Ethanol. *Catalysis Letters*, 2008, 122, p.196-203

**XÜLASƏ**  
**SİNK-KOBALT-OKSİD KATALİZATORLARIN TERMOQRAVİMETRİK TƏDQIQI**  
*Abuzərli F.Z., Bağiyev V.L.*

**Açar sözlər:** *termoqrafiya, termoqravimetriya, sink oksid, kobalt oksid, binar sistemlər.*

Müxtəlif tərkibli sink-kobalt oksid katalizatorları sintez edilmişdir. Sintez edilmiş nümunələrin termoqravimetrik və termoqrafik tədqiqatları aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq edilən nümunələrin termoqrammalarında 1 endo-effekt və 330°, 380° C-də maksimumları ilə 2 böyük ekzo-effekt müşahidə olunur. Göstərilmişdir ki, binar Zn-Co-O sisteminin tərkibində sinkin miqdarının artması ilə közərmə zamanı katalizatorun çəkisi 56,4% -dən 31% -ə dək azalır. Müəyyən edilmişdir ki, közərmə zamanı katalizatorların bütün fiziki-kimyəvi dəyişiklikləri 400°C -dək baş verir.

**ABSTRACT**  
**THERMOGRAVIMETRIC INVESTIGATIONS OF ZINC-COBALT**  
**OXIDE CATALYST**  
*Abuzərli F.Z., Bağiyev V.L.*

**Keywords:** *thermography, thermogravimetry, zinc oxide, cobalt oxide, binary system.*

Zinc-cobalt oxide catalysts of different compositions have been synthesized. Thermogravimetric and thermographic study of the synthesized samples were conducted. It is found that in the thermograms of the samples are observed one endo effect and two large exo effect with maximums at 330°C and 380°C. It has been shown that with increasing of zinc content in the binary Zn-Co-O system loss of samples at calcination decrease from 56.4% until 31%. It was found that all the physical and chemical changes during catalyst calcination proceed until 400°C.

Daxil olma tarixi: İlkin variant 15.02.2016  
Son variant 01.06.2016



UOT 678.01

**MODİFİKASIYA YOLU İLƏ YÜKSƏK FİZİKİ-MEXANİKİ GÖSTƏRİCİLƏRƏ  
MALİK KOMPOZİSIYA MATERIALININ ALINMASI**

**QƏHRƏMANOV RƏŞİD FƏRRUX oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**ORUCOV KAMAL CANƏHMƏD oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**ŞAHGƏLDİYEV FİZULİ XANƏLİ oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, elmi işçi*

**MƏMMƏDOVA AYNUR ALİM qızı**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, müəllim*

*e-mail: aynur\_mamedova\_74@mail.ru*

*Açar sözlər:* modifikasiya, fiziki-mexaniki, modifikator, fenolformaldehid qətrani, epoksibirləşmələr, kompozisiya materialı, spektroskopiya, üzvi sintez, asetilen sırası epoksibirləşmələr

Müasir dövrdə yüksək istismar xassələrinə malik polimer kompozisiya materiallarının alınması günün aktual məsələlərindən biridir. Bu mənada, yeni nəsil polimer materialların yaradılması əsasən iki üsulla: mövcud polimerlərin modifikasiyası və yeni polimerlərin sintezi ilə həyata keçirilir. Hazırda birinci üsul iqtisadi və texnoloji baxımdan sərfəli və üstün sayılmaqla daha geniş yayılmışdır.

Təqdim olunan elmi-tədqiqat işi modifikasiya olunmuş fenolformaldehid qətranı nümunəsi əsasında yüksək fiziki mexaniki xassələrə malik kompozisiya materialının alınmasına həsr edilmişdir. Alınan kompozisiya materialında adgeziya və möhkəmlik xüsusiyyətlərinin yüksəlməsi diqqəti çəkir. Məlumdur ki, bir çox hallarda onların adgeziya və möhkəmlik göstəriciləri müasir tələblərə cavab vermir.

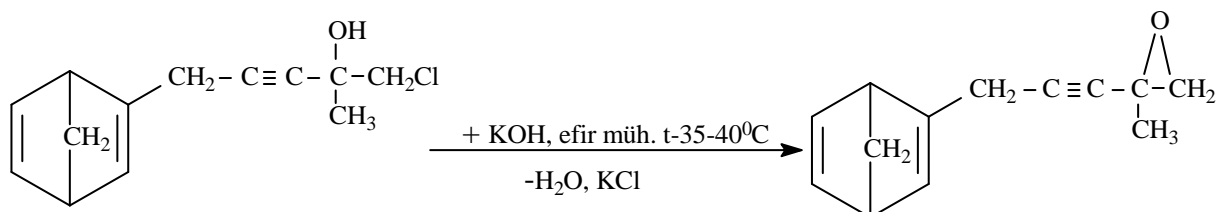
Məlumdur ki, fenolformaldehid qətranlarının fiziki-mexaniki xassələrini yüksəltmək məqsədilə onu müxtəlif epoksid birləşmələri ilə modifikasiya edirlər. Bunun üçün bəzi aromatik və tsikloheksan sırası (1-tsikloheksil-2,3-epoksipropan) epoksibirləşmələrdən fenolformaldehid qətranının modifikasiya olunmasında modifikator kimi istifadə edirlər.

Asetilen sırası 1-(3-metil-3-qlisidoksietoksibutil-1)-2-metiltsikloheksen-3 epoksi birləşməsi də fenolformaldehid qətranının modifikasiya olunmasında modifikator kimi geniş istifadə olunur. [2,3]. Əfsuslar olsun ki, bu birləşmələrin iştirakı ilə alınan modifikasiya olunmuş qətran aşağı adgeziya və möhkəmlik göstəricilərinə malik olur.

Təklif olunan işdə bizim əsas məqsədimiz qeyd olunan çatışmazlıqları aradan qaldırmaq, bununla da fenolformaldehid qətrani üçün lazım olan modifikatorların çeşidinin artırılması olmuşdur.

Tədqiqatlarımızın nəticələri göstərmişdir ki, fenolformaldehid qətranlarının tərkibinə aromatik və tsikloheksan sırası epoksibirləşmələrin daxil edilməsi, onların yuxarıda qeyd edilən xassələrinin yüksəlməsinə gətirir. Odur ki, tərəfimizdən fenolformaldehid qətranının modifikasiyası üçün modifikator kimi 5-(4-metil-4,5-epoksi-2-pentini)-bitsiklo(2,2,1)-hepten-2-dən istifadə olunması təklif edilir.

Bu modifikatorun halogenhidrinlərin dehidrohlogenidləşməsi ilə alınması məlumdur. Bunun üçün halogenhidrin olaraq 5-(4-xlorometil-4-oksi-2-pentini)bitsiklo(2,2,1)-hepten-2 və xlorlaşdırıcı agent kimi kalium qələvisindən (koh) istifadə edilir. Reaksiya aşağıdakı polikondensləşmə sxemi üzrə gedir.



Prosesi kükürd efiri mühitində 35-40°C temperaturda aparılır. Məhsulun çıxımı 94,2% (nəz.) təşkil edir. Sintez olunmuş 5-(4-metil-4,5-epoksi-2-pentini)-bitsiklo(2,2,1)-hepten-2-ni fenolformaldehid qətran tərkibinə komponentlərin aşağıdakı nisbətində daxil edirlər; fenol:formalin (36-40% məhlul):ammonyak: 5-(4-metil-4,5-epoksi-2-pentini)-bitsiklo(2,2,1)-hepten-2 uyğun olaraq qramlarla: 17,5:17,7:3:5÷10. Ona görə də tədqiqat işini başlamaq üçün məlum reaksiya üzrə biz laboratoriyada birinci növbədə lazım olan modifikatoru alırıq.

### **Təcrübi hissə.**

#### ***I. Modifikatorun alınması.***

*Təcrübə 1:* əks soyuducu ilə təchiz olunmuş üç boğazlı kolbaya 4,5 q (0,02 mol) 5-(4-xlorometil-4-oksi-2-pentini)-bitsiklo(2,2,1)-hepten-2 yerləşdirilir, üzərinə 50 mq quru efir töküb, tədricən çalxalamaqla 6q koh tozu əlavə edirik. Sonra efirin qaynama temperaturunda reaksiya qarışığını 7 saat qarışdırırıq. Alınmış reaksiya məhsulunu süzür və filtratdan efiri çıxarıq, qalığı isə vakuum altında qovuruq. Vakuumla qovduqdan sonra 3,13 q (94,2% nəz.) qalıq alınır. Alınan qalığın tərkibi 5-(4-metil-4,5-epoksi-2-pentini)-bitsiklo(2,2,1)-hepten-2-dir və onun ərimə temperaturu 88-89°C təşkil edir. Həmin maddənin tərkibi İq spektroskopiyaya analizinin vasitəsilə təsdiq edilmişdir.  $n_D 1,5072$ ,  $d_4^{20} 0,9904$ ,  $MR_D 56,50$  hesab. **55,86**-li modifikasiya olunmuş fenolformaldehid qətranının alınması.

*Təcrübə 2:* üç boğazlı kolbaya 17,5 q fenol, 17,7q formaldehid (36-40%-li sulu məhlulu) və 3q ammonyakın sulu məhlulunu tökürük. Qarışığı 90-95°C temperaturda 20 dəq. Qızdırırıq. Sonra elə bu temperaturda alınmış birləşmədən 7q damcı-damcı birinci təcrübədə alınmış 5-(4-metil-4,5-epoksi-2-pentini)-bitsiklo(2,2,1)-hepten-2 birləşməsinin üzərinə əlavə edirik. 40-45 dəqiqədən sonra kolbada olan tərkib bulanır və iki təbəqəyə ayrılır: yuxarı təbəqə – su, aşağı təbəqə isə– qətrandan ibarətdir. Qızdırmanı 1,5 saat da davam edirik, sonra kolbada olan kütləni saxsı kasaya tökürük, soyuduruq və su təbəqəsini ayırırıq. Alınan məhsulu neytrallaşana qədər distillə suyu ilə yuyuruq və üzərinə 5-10 ml spirt əlavə edərək 460-500 mm. C. St. qalıq təzyiqdə, 50-70°C-də vakuum quruducu şkafinda quruduruq. Suyun ayrılma dərəcəsinə görə qətran şəffəfləşir. Aseton, spirt və onların qarışığında yaxşı həll olur. Yapışqan siropuna oxşar qurumuş qətranı saxsı kasaya töküb termostatda temperaturu 80-120°C-dək stabil qaldırmaqla tam quruyana qədər qızdırırıq. Bərkimiş qarışığın fiziki-mexaniki göstəriciləri cədvəldə verilmişdir.

*3-cü və 4-cü təcrübələri* analogi olaraq 2-ci təcrübəyə uyğun aparırıq. 5q və 9q (təcrübələrə uyğun olaraq) 5-(4-metil-4,5-epoksi-2-pentini)-bitsiklo(2,2,1)-hepten-2 birləşməsi olan

modifikasiya olunmuş qətran hazırlayırıq. Hər iki təcrübədə alınmış məhsulların göstəriciləri cədvəldə verilmişdir.

**Cədvəl**

| № | Xassələri                                     | Təcrübələr |        |        |         |          |
|---|---|------------|--------|--------|---------|----------|
|   |   | 2<br>7     | 3<br>5 | 4<br>9 | Analoq* | Analoq** |
| 1 | 2   | 3          | 4      | 5      | 6       | 7        |
| 1 | Adgeziya möhkəmliyi, kqş/sm <sup>2</sup>      | 123,6      | 112    | 120    | 111,3   | 46,0     |
| 2 | Elektrikə qarşı davamlılığı, kv/mm            | 50,5       | 41,5   | 47,6   | 44,4    | 33,0     |
| 3 | Brinelə görə bərkliyi, kqş/mm                 | 44,0       | 40,1   | 45,9   | 39,8    | 34,8     |
| 4 | Xüsusi zərbə özlülüyü, kqş/sm <sup>2</sup>    | 20,4       | 18,2   | 20,0   | 17,3    | 11,0     |
| 5 | Martensə görə istiliyə davamlılıq, °C         | 180        | 170    | 185    | 175     | 155      |
| 6 | Əyilmədə möhkəmlik həddi, kqş/sm <sup>2</sup> | 860        | 830    | 840    | 820     | 750      |

Cədvəldən aydın görünür ki, asetilen sırası tsiklik epoksibirləşmələrin tətbiqi bərkimiş fenolformaldehid qətranlarının fiziki-mexaniki göstəricilərini, məlum modifikatorlarla müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə yüksəltmişdir. Adgeziya bərkliyi 11 kqş/sm<sup>2</sup>-na qədər yüksəlir, əyilmədə isə bərklik həddi 10-40kqş/sm<sup>2</sup>-dir.

Beləliklə, tərəfimizdən təklif olunan asetilen sırası tsiklik epoksibirləşmə 5-(4-metil-4,5-epoksi-2-pentini)-bitsiklo(2,2,1)-hepten-2 ilə modifikasiya olunmuş fenolformaldehid qətranının adgeziya və bərklik göstəriciləri yüksəlir və eyni zamanda, effektiv modifikatorların çeşidi artırılmış olur. Bu modifikatorla modifikasiya olunmuş fenolformaldehid qətranının istismar xassələri yüksəldiyinə görə tətbiq sahələri o, cümlədən üzvi sintez və polimerlərin sintezində geniş istifadə olunması mümkündür.

**Nəticələr və onların müzakirəsi.** Tədqiqat işinin yerinə yetirilməsinin nəticələri ondan ibarətdir ki;

-Alınan kompozisiya materialının adgeziya və bərkliyi əhəmiyyətli dərəcədə yüksəlmişdir. Adgeziya 11 kqş/sm<sup>2</sup>, əyilmədə bərklik həddi isə 10-40kqş/sm<sup>2</sup> olmuşdur. Bu isə digər məlum modifikatorlarla modifikasiya olunmuş qətranından çoxdur.

-Eyni zamanda, modifikatorların çeşidi də artırılmış olur.

-Hazırkı modifikatorla modifikasiya olunmuş fenolformaldehid qətranının istismar göstəricilərinin yüksəldilməsi ilə əlaqədar onun tətbiq sahəsi də genişləndirilmişdir. Belə ki onlardan üzvi sintez və polimerlərin sintezində geniş istifadə oluna bilər.

### ƏDƏBİYYAT

1. Курбанова Н.И., Кулиева А.М., Кулиева Д.С. Получение композиционных материалов на основе модифицирующих образцов бутадиенстирольного каучука из полиизопренов. Современные проблемы химии мономеров и полимеров. Сборник материалов Республиканской научной конференции. 29-30 октябрь. Сумгаит: 2009, с. 130-131.
2. Пакен А.М. "Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы", Л.: Ленинградское отделение госхимиздата, 1962, с. 23, 648-651.
3. С.И.Садых-заде и др. Феноло-формальдегидные смолы, модифицированные эпoxисоединениями. Пластические массы, №7, 1969, с.17.

**РЕЗЮМЕ**

**ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА, ИМЕЮЩЕГО  
СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ВЫСОКИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

*Гахраманов Р.Ф., Оруджев К.Дж., Шахгельдиев Ф.Х., Мамедова А.А.*

*Ключевые слова: Модификация, физико-механические показатели, модификатор, фенолформальдегидная смола, композиционный материал, спектроскопия, органический синтез, эпоксисоединения ацетиленового ряда.*

Статья посвящена получению композиционных материалов на основе модифицированных образцов фенолформальдегидной смолы с улучшенными физико-механическими свойствами, а также расширению ассортимента модификаторов фенолформальдегидной смолы

**SUMMARY**

**RECEIPT OF COMPOSITE MATERIALS WITH HIGH  
PHYSICO-MECHANICAL INDICATORS**

*Qahrəmanov R.F., Orujov K.J., Shahgeldiyev F.Kh., Mammadova A.A.*

*Keywords: modification, physico-mechanical indicators, modifier, phenolformaldehyde resin, composite material, spectroscopy, organic synthesis, epoxy compounds of acetylene series.*

The article is devoted to receipt of composite materials on the basis of the modified samples of phenolformaldehyde resin with improved physico-mechanical properties and also in the range of phenol formaldehyde resin modifiers extension.

|                    |               |            |
|--------------------|---------------|------------|
| Daxil olma tarixi: | Ilkin variant | 21.01.2016 |
|                    | Son variant   | 01.06.2016 |

УДК 541.64

**МОДИФИКАЦИЯ БУТИЛКАУЧУКА С ХЛОРОМ И КАРБОКСИЛСОДЕРЖАЩИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ****ГУЛИЕВ ТЕЛЬМАН ДАДАШ оглу***Сумгаитский государственный университет, доцент***ГУЛИЕВА ГЮЛЬЗАР НИЗАМ гызы***Сумгаитский государственный университет, доцент***МАМЕДОВА БАСИРА ГУМАЙ гызы***Сумгаитский государственный университет, доцент***РАМАЗАНОВ ГАФАР АБДУЛАЛИ оглу***Сумгаитский государственный университет, профессор**e-mail: qafar.ramazanov@gmail.com.***Ключевые слова:** *модификация, бутилкаучук, трихлоруксусная кислота.*

*Осуществлена модификация бутилкаучука трихлоруксусной кислотой и ее изопропиловым эфиром в присутствии радикальных инициаторов. Изучены некоторые кинетические закономерности процесса химической модификации и определены физико-механические свойства полученных модификатов.*

Одним из ценных полимеров, нашедших широкое применение в различных отраслях промышленности, являются эластомеры, среди которых важное место занимает бутилкаучук (БК), который по объему мирового производства занимает третье место.

Повышенный спрос на бутилкаучук связан с тем, что он обладает комплексными свойствами: высокой прочностью, термостойкостью, устойчивостью к воздействию кислорода и агрессивных реагентов.

Следует отметить, что БК, наряду с ценными свойствами, имеет существенные недостатки, к числу которых можно отнести низкую вулканизационную способность и адгезию, плохую совместимость с натуральными и синтетическими каучуками. Для устранения вышеуказанных недостатков, а также с целью улучшения физико-механических свойств бутилкаучук, как правило, модифицируют с различными реагентами. Так в последние годы проводятся широкие исследования в области галогенирования, фосфор и сульфохлорирования бутилкаучука. Полученные модифицированные БК по многим свойствам превосходят обычный бутилкаучук и расширяют сферы его применения.

**Целью** настоящей работы являлось получение бутилкаучуков с требуемыми свойствами путем его модификации трихлоруксусной кислотой (ТХУК) и ее изопропиловым эфиром (ИПЭТХУК) в присутствии радикальных инициаторов. Использование указанных модификаторов дает возможность получить полифункциональные бутилкаучуки, содержащие хлор и карбоксильные группы. [1] Этот способ отличается от существующих тем, что в эластомер вводятся одновременно хлор и карбоксильные группы, в то время, как в предыдущих работах указанные функциональности вводились отдельно или в две стадии.

Дополнительным преимуществом предлагаемых модификаторов является их неполимеризуемость, что исключает разветвленность модифицированного эластомера, наличие которых заметно ухудшает свойства конечных продуктов [2,]. Бутилкаучук является ненасыщенным эластомером, реакционная способность которого в основном

определяется наличием изопренового фрагмента, т.е. величиной неопределенности.

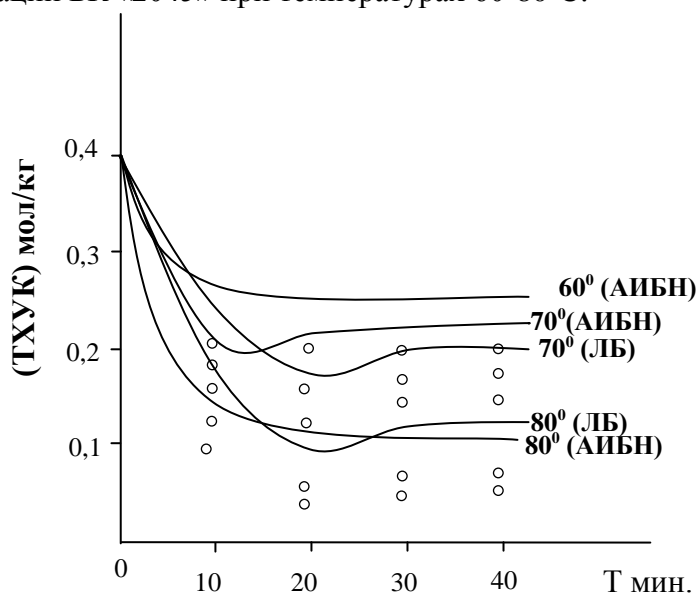
**Экспериментальная часть.** Модификация бутилкаучука с трихлоруксусной кислотой и ее изопропиловым эфиром.

В находящуюся в термостате трехгорлую колбу, снабженную механической мешалкой, термометром, капельной воронкой, помещали 100 г бутилкаучука, растворенного в 500 мл криоскопического бензола. Затем к содержимому колбы при интенсивном перемешивании и нагревании  $80^{\circ}\text{C}$ , добавляли 7 г (7% по весу БК) трихлоруксусной кислоты или ее производных и 1 г (1% по весу БК) инициатора АИБН.

Температура реакции регулировалась термостатированием. Перемешивание реакционной массы продолжали в зависимости от заданных условий 30-60 мин. После чего реакционная колба вынималась из термостата и при комнатной температуре модифицированный БК осаждали в 300 г метанола. Осажденный каучук отделяли от растворителя и осадителя, дважды промывали метанолом, затем дистиллированной водой и сушили в термостате под вакуумом при  $60^{\circ}\text{C}$  в течение 24 часов. Высушенный модифицированный БК заново растворяли в 500 мл бензола и вновь осаждали метанолом. После соответствующей обработки, выделенный МБК высушивали в вышеописанных условиях в течение 32 часов до постоянного веса. Полученный, таким образом, модифицированный БК подвергали физико-химическому анализу.

**Обсуждение результатов.** Эксперименты показали, что при модификации происходит присоединение модификаторов к макромолекулам полимеров. Эмпирически установлено, что наиболее оптимальным соотношением между исходными компонентами, при котором наблюдается существенное улучшение свойств модифицируемого полимера, является соотношение эластомер: модификатор: инициатор – 100:10:1.

При модификации бутилкаучука кинетические закономерности реакции были изучены полярографическим методом. За скоростью реакции следили по изменению концентрации модификатора - ТХУК в системе. Трихлоруксусная кислота полярографически восстанавливается на фоне 0,5 м аммиачно-аммонийного буфера с  $\text{pH}=8,2$ . На рис.1 представлены кинетические кривые расхода ТХУК в реакции модификации БК «2045» при температурах  $60-80^{\circ}\text{C}$ .



**Рис. 1** Кинетические кривые расхода ТХУК в реакции модификации БК-2045. Концентрация модификатора  $[\text{ТХУК}] = 4,3 \cdot 10^{-1}$  моль/кг, инициаторов  $[\text{АИБН}] = 6,1 \cdot 10^{-2}$  моль/кг,  $[\text{ЛБ}] = 4,2 \cdot 10^{-2}$  моль/кг.

Из рис.1 видно, что скорости реакции для обоих инициаторов приблизительно равны, что свидетельствует о приблизительно одинаковых скоростях инициирования  $W_i = 2f K_{рас} \cdot [C]$  процесса для каждой температуры, где  $W_i$  – скорость инициирования,  $K_{рас}$  – константа скорости распада инициатора,  $[C]$ -концентрация инициатора,  $f$ -эффективность инициирования.

Сравнивая значения скоростей и глубины реакции для бутилкаучуков можно сделать вывод, что увеличение неперелестности полимера приводит к увеличению скорости реакции и глубины превращения. Скорость реакции определяли по начальному наклону кинетической кривой.

Опыты показали, что скорость реакции модификации БК 25 ТХУК-ой при концентрации  $[ТХУК] = 6,1 \cdot 10^{-1}$  моль/кг,  $[АИБН] = 6,1 \cdot 10^{-2}$  моль/кг и температуре  $80^\circ\text{C}$  в 1,5 раза выше, чем скорость модификации БК [1675] в идентичных условиях. Значения скорости для БК 2545  $w = 6,5 \cdot 10^{-3}$  моль/кг. мин; для БК «1675»  $W = 4,5 \cdot 10^{-3}$  моль/кг. мин, глубина превращения соответственно  $(25 \pm 3)\%$  и  $(14 \pm 5)\%$ , то есть различие также в 1,5 раза. Это значит, что увеличение неперелестности БК-ов приводит к увеличению скорости реакции и глубины превращения, что свидетельствует об участии двойных связей в процессе присоединения ТХУК к макромолекулам БК. На следующем этапе исследований была изучена зависимость скорости реакции и степени превращения от концентрации инициатора при  $80^\circ\text{C}$ .

Контрольными экспериментами было установлено, что в отсутствие инициатора – азобисизобутиронитрила в реакции модификации ТХУК не расходуется. Расход ТХУК наблюдается лишь непосредственно в присутствии БК и инициатора, что свидетельствует о преимущественном протекании реакции модификации БК ТХУК через стадию образования макрорадикалов. Из анализа кинетических кривых реакции модификации БК ТХУК следует, что в реакцию в течение 20 мин вступает примерно 5 г кислоты, т.е. степень превращения в системе достигает приблизительно 70%. Для корреляции между количеством израсходованной ТХУК и выходом модифицированного БК в макромолекулах при модификации изучена кинетика реакции по связанному хлору (метод Шонигера) и определению карбонильных групп с применением УФ – спектроскопии. Модифицированный БК имеет 2,1% хлора и кислотное число 20.

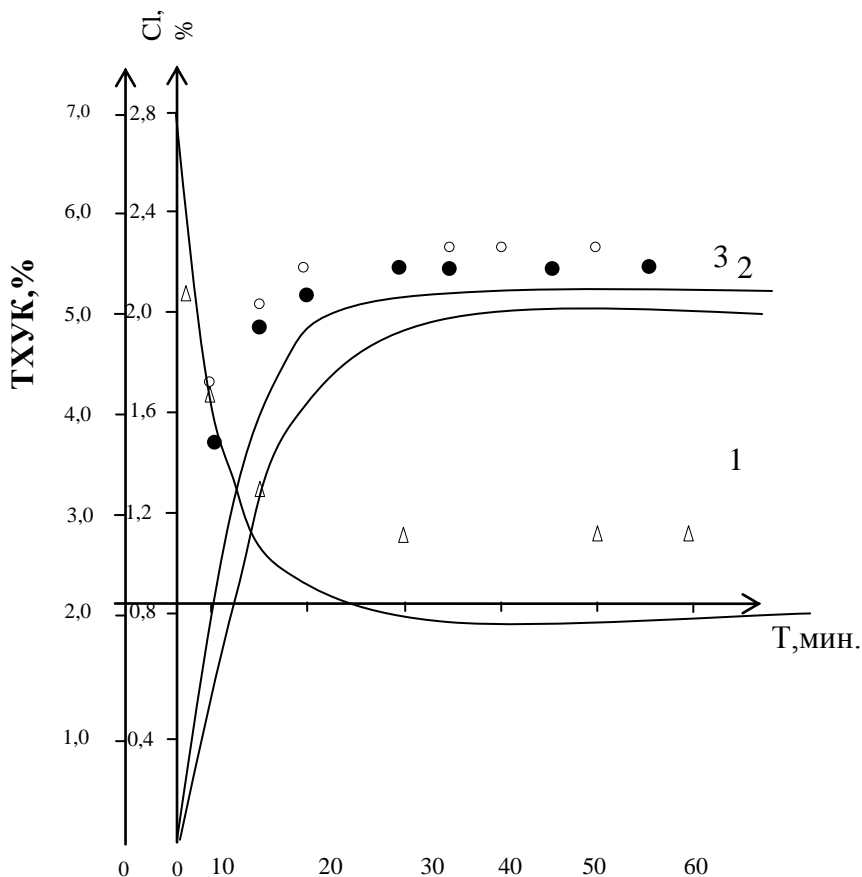
Кинетические кривые, построенные по полученным экспериментальным данным, приведены на рисунке 2, из которого видна полная идентичность между количеством израсходованной ТХУК при модификации и процентным содержанием хлора карбоксильных групп в модифицированном полимере. С уменьшением исходной концентрации ТХУК в реакционной среде пропорционально увеличивается содержание связанного хлора и карбоксильных групп, определенных УФ-спектроскопией модифицированного БК.

В процессе модификации наблюдали выделение хлористого водорода. Этому соответствуют данные реакции химической модификации БК изопропиловым эфиром ТХУК, когда также наблюдалось выделение  $\text{HCl}$ .

Таким образом, полученные экспериментальные данные позволяют предположить что трихлоруксусная кислота присоединяется к БК в виде  $-\text{CCl}_2\text{COOH}$ .

Поскольку молекула БК состоит из изобутиленового и изопренового фрагментов, то отсутствие расхода ТХУК при модификации полиизобутилена, установленное контрольными экспериментами, подтверждает, что ТХУК в основном расходуется при

взаимодействии с изопреновыми фрагментами. Эти результаты вместе с результатами химического анализа непредельности (при модификации непредельность БК снижается на 20%), а также данными о пропорциональном увеличении скорости расхода ТХУК с увеличением непредельности бутилкаучука (непредельность: 1,6; 2,0; 2,5 скорость расхода:  $2,0 \cdot 10^{-4}$ ;  $2,5 \cdot 10^{-4}$ ;  $3,0 \cdot 10^{-4}$  моль/кг. сек соответственно) однозначно подтверждают участие двойных связей БК в реакции модификации.



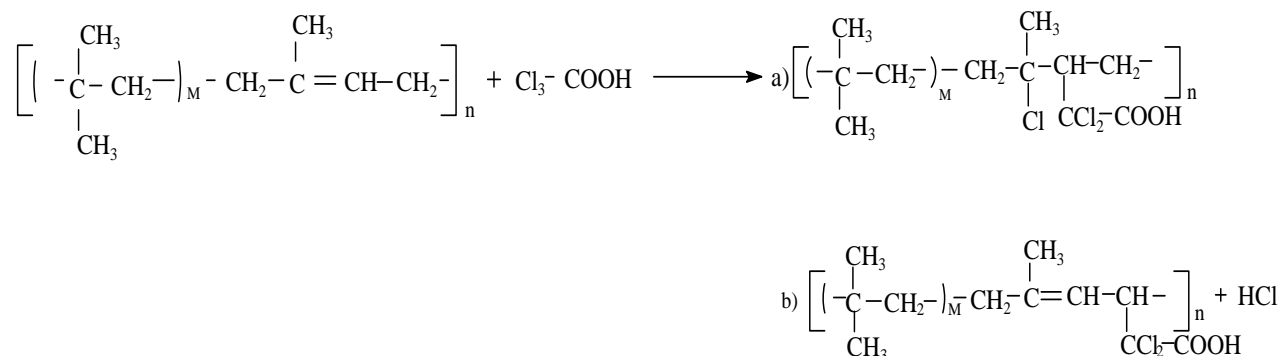
**Рис. 2.** Кинетические кривые расхода трихлоруксусной кислоты и содержание хлора в модифицированном бутилкаучуке, при модификации трихлоруксусной кислотой,  $80^{\circ}\text{C}$ .

1. Расход трихлоруксусной кислоты, определенный полярно-графическим методом.
2. Изменение содержания хлора в модифицированном полимере, определенное методом Шонигера;
3. Содержание трихлоруксусной кислоты в модифицированном бутилкаучуке, рассчитанное по карбоксильным группам, связанным с полимером.

Расчеты показали, что в среднем на одну молекулу БК (45000 моль. мас.) расходуется примерно 14 молей ТХУК. Уменьшение непредельности на 20% соответствует присоединению по двойным связям 3,0 молей ТХУК, а остальные 11 молей ТХУК присоединяются по всей вероятности, по  $\alpha$ -метиленовым группам, где имеет место эффект сопряжения с двойной связью, уменьшающей энергию связи С-Н приблизительно на 10 ккал/моль [3,4].



По экспериментальным данным можно предложить следующие приемлемые структуры модифицированного БК трихлоруксусной кислотой



Предлагаемая структура модифицированного БК, очевидно, возникает при взаимодействии макрорадикалов, образующихся при радикальном иницировании с ТХУК и сопровождается выделением HCl. Наличие выделяющейся при модификации HCl говорит о возможности отрыва водорода хлор-радикалом от  $\alpha$ -метильных групп бутилкаучука, приводящей к образованию макрорадикалов, которые в свою очередь могут участвовать в реакции иницирования в других побочных процессах. Из этих рассуждений следует, что процесс как будто имеет цепной характер, но экспериментально найденный первый порядок по АИБН (при концентрации от  $6,1 \cdot 10^{-5}$  до  $2 \cdot 10^{-3}$  моль/кг) указывает на линейный обрыв радикала ТХУК на макромолекулах БК.

В ИК-спектре БК, модифицированного ТХУК, обнаруживаются четко фиксированные полосы поглощения в областях  $3000 \text{ см}^{-1}$ , относящиеся к карбонильным группам, и  $1780 \text{ см}^{-1}$ , соответствующие карбоксильным группам с двумя хлорными заместителями, что дополнительно подтверждает радикальное присоединения ТХУК при модификации бутилкаучука.

Энергию активации модификации бутилкаучука рассчитывали по формуле:

$$E = \frac{4,59 \lg \frac{W_1}{W_2} T_1 T_2}{\Delta T}$$

Где W- скорость реакции, T-температура.

Она оказалось равной для БК 5-15 ккал/моль

Модифицированные каучуки прошли развернутые физико-механические испытания, которые выявили, что по ряду показателей модифицированные каучуки существенно превосходят исходные.

В табл.1 приведены результаты испытаний модифицированных БК.

**Таблица 1**

*Физико-механические показатели исходного и модифицированного бутылкаучука*

| Марки БК                         | Время вулканизации при 151°С мин | Модуль при |      | Предел прочн. при разрыве, кгс/см <sup>2</sup> | Относит. удлинение % | Остат. удлин, % | Сопрот. раздиру, кгс/см |
|----------------------------------|----------------------------------|------------|------|--|----------------------|-----------------|-------------------------|
|                                  |                                  | 200%       | 300% |  |                      |                 |                         |
| БК исходный марки «1675»         | 20                               | 18         | 14   | 106  | 840                  | 43              | 32                      |
|                                  | 30                               | 10         | 20   | 154  | 820                  | 42              | 72                      |
|                                  | 40                               | 11         | 23   | 170  | 810                  | 45              | 79                      |
|                                  | 60                               | 15         | 28   | 153  | 750                  | 35              | 77                      |
| БК, модифицированный ТХУК        | 20                               | 10         | 17   | 150  | 855                  | 41              | 65                      |
|                                  | 30                               | 13         | 22   | 150  | 745                  | 42              | 80                      |
|                                  | 40                               | 18         | 27   | 170  | 725                  | 43              | 86                      |
|                                  | 60                               | 20         | 39   | 178  | 675                  | 33              | 75                      |
| БК, модифицированный эфиром ТХУК | 20                               | 11         | 17   | 158  | 887                  | 40              | 55                      |
|                                  | 30                               | 13         | 23   | 168  | 750                  | 39              | 70                      |
|                                  | 40                               | 18         | 29   | 179  | 720                  | 40              | 71                      |
|                                  | 60                               | 22         | 43   | 178  | 700                  | 33              | 73                      |

Из табл.1. видно, что у модифицированного БК прочность на разрыв возрастает на 15-20%, модуль при 300% удлинении на 30-40%, стойкость к истиранию – на 25-40%, стойкость к многократным деформациям – на 30-70%.

Резины на основе модифицированного БК обладают повышенной бензо- и маслостойкостью, а также хорошей адгезией.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Садыхзаде С.И., Мехтиев С.Д., Трифель Б.Ю., Кулиев Т.Д. Авт. свид. СССР № 375951 1972.
2. Догадкин Б.А. Химия эластомеров. М.: Химия, 1972, 390 с.
3. Гулиев Т.Д. Модификация бутылкаучука галогенсодержащими кислотами. SDU, Elmi xəbərlər. Sumqayıt: SDU, 2002, № 1, s. 31-38
4. Гулиев Т.Д., Гулиева Г.Н., Гахраманов Р.Ф. Некоторые особенности реакции модификации присоединения трихлоруксусной кислоты на некоторых олефинах и полимерах в присутствии инициаторов. SDU Elmi xəbərlər. Sumqayıt: SDU, 2010, № 1, s. 20-23

#### XÜLASƏ

#### BUTİL KAUCUKUN XLOR VƏ KARBOKSİL TƏRKİBLİ BİRLƏŞMƏLƏRLƏ MODİFİKASIYASI

*Quliyev T.D., Quliyeva G.N., Məmmədova B.H., Ramazanov Q.Ə.*

**Açar sözlər:** *modifikasiya, butilkauçuk, trixlorsirkə turşusu*

Butilkauçukun trixlorsirkə turşusu və onun izopropil efiri ilə radikal inisiatorların iştirakında modifikasiyası aparılmışdır. Kimyəvi modifikasiya prosesinin bəzi kinetik qanunauyğunluqları və alınan modifikatların fiziki- mexaniki xassələri öyrənilmişdir.

**SUMMARY**

**MODIFICATION OF BUTYL RUBBER WITH CHLORINE- AND CARBOXYL-CONTAINING COMPOUNDS**

*Guliyev T.D., Guliyeva G.N., Mamedova B.G., Ramazanov G.A.*

**Key words:** *modification, butyl rubber, trichloroacetic acid*

The modification of butyl rubber with trichloroacetic acid and its isopropyl ether in the presence of radical initiators has been carried out. Some kinetic regularities of the chemical modification process have been studied and the physical-mechanical properties of the prepared modificates have been determined.

|                    |               |            |
|--------------------|---------------|------------|
| Daxil olma tarixi: | Ilkin variant | 01.03.2016 |
|                    | Son variant   | 01.06.2016 |

UOT 355.58.

## HƏYAT FƏALİYYƏTİNİN TƏHLÜKƏSİZLİYİ VƏ ONU ŞƏRTLƏNDİRƏN AMİLLƏR

**ƏLƏKBƏROV SABİR DURAR oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, müəllim*

*e-mail: alekberov.sabir@mail.ru*

**Açar sözlər:** *təhlükə, müdafiə, insan, fəaliyyət, mühafizə.*

*Təhlükə insan sağlamlığına, cəmiyyətə, geniş anlamda araşdırdıqda isə – bütün ölkəyə belə zərər verə bilər. Cəmiyyətin təhlükəsizlik problemləri – həm milli, həm də global səviyyədə hər bir insanın fərdi təhlükəsizliyi üçün həyati əhəmiyyət kəsb edir.*

Canlılar sisteminin mövcud olmasını təmin edən təbii faktorlardan biri təhlükəsizlikdir. Belə ki heç bir canlı orqanizm daxili və xarici təhlükələrdən qorunmasa, yaşaya bilməz. İnsan canlı orqanizmdir. Onun təhlükəsizliyi bir sıra spesifik xüsusiyyətləri ilə fərqlənir. İnsan özü üçün təbii mühitdən fərqlənən həyat şəraiti qurur və eyni zamanda, özü üçün təbiətdə olmayan digər təhlükələri də yaratmış olur. Əvvəllər təbii fəlakətlər, vəhşi heyvanlar insanlar üçün təhlükə mənbəyi idisə, sonradan təhlükələrin səbəbkarı insanın özü olmağa başladı və özü də onlardan müdafiə olunma yollarını axtarmağa çalışdı. Lakin, təbii şərait, şərtlər də dayanmadan dəyişməyə başladı. Beləliklə, insanlar özləri tərəfindən yaradılan təhlükələrdən xeyli əziyyət çəkirlər. Yol nəqliyyat hadisələrində, istehsalat prosesində bir çox insanlar əlil və xəstə olur, hətta dünyalarını dəyişirlər.

Təsadüfi deyil ki, insanların bu faktorlardan qorunması problemi “Həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi” adlanan ayrıca bir elmi istiqamətin yaranmasına səbəb olmuşdur. Həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi (Mülki müdafiə) insanın ətraf mühitdə təhlükəsizliyi və sağlamlığının qorunması haqqında elmdir. Bu elm təhlükəli və zərərli amilləri aşkara çıxarmalı və eyniləşdirməli, insanın mühafizəsinin metod və vasitələrini, yollarını, zərərli və təhlükəli amillərini minimum dərəcəyə qədər azaldılmasını araşdırmalı, dinc və müharibə dövrü baş verən qəza hallarının, fəlakətlərin nəticələrini aradan qaldırmaq tədbirləri hazırlamalıdır [1, s. 94]. Həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi elmi bir fənn kimi müasir insan üçün son dərəcə əhəmiyyətlidir. Bəzən insan fərqinə varmır ki, onun fəaliyyəti nə dərəcədə təhlükəlidir. Təhlükə insan sağlamlığına, cəmiyyətə, geniş anlamda araşdırdıqda isə bütün ölkəyə belə zərər verə bilər. Əlbəttə ki, tam şəkildə təhlükəsizliyi təmin etmək praktiki olaraq mümkün deyil, həmişə hər hansısa bir risk mövcuddur. Lakin imkan daxilində onu minimuma endirmək lazımdır. Bunun üçün bu sahədə müəyyən bilgilərin olması vacibdir.

İnsanın öz fəaliyyətindən doğan təhlükələr onun gündəlik qeyri-sağlam həyat tərzindən, o cümlədən, zərərli vərdislərindən də irəli gələ bilər. Yaşadığımız dövrün xüsusiyyətləri bizim diqqətimizi insan tərəfindən dəyişdirilmiş ətraf mühitin yaratdığı yeni təhlükələrə yönəldir. Bugünkü dünya artıq yeni kimyəvi, bioloji, nüvə silahları ilə silahlanıb. İndiki şəraitdə kütləvi qırğın silahlarının, onları hədəfə çatdıran raketlərin təkmilləşdirilməsi və istehsalı elə bir həddə gəlib çatmışdır ki, nüvə müharibəsi bəşəriyyət üçün real təhlükəyə çevrilmişdir.

Alimlərin hesablamalarına görə indi mövcud olan nüvə silahlarının gücü planetimizdəki canlıları bir neçə dəfə məhv etmək üçün kifayət edər. Bu sahədəki tədqiqatlar göstərir ki, nüvə müharibəsi həm də dəhşətli ekoloji fəlakət törədərək Yer kürəsini yaşayış üçün tamamilə yararsız hala sala bilər. Buna görə də bəşəriyyətin tərəqqisi, müharibəsiz xoşbəxt gələcəyi nüvə silahı ilə bir araya sığa bilməz.

Nüvə müharibəsi təhlükəsinin qarşısını almaq üçün hər şeydən əvvəl sürətlə silahlanmanın, nüvə silahları istehsalının qarşısı alınmalıdır, kimyəvi və bakterioloji silahlar tamamilə qadağan edilməlidir. Ən azı nüvə sınaqları məhdudlaşdırılmalı, onların üzərinə moratorium qoyulmalı və son nəticədə onların istehsalı qadağan edilməlidir. Bütün bunlar ona görə vacibdir ki, nəhəng hərbi cəbbəxanalar, bir neçə dövlətin, xüsusən də işğalçı, təcavüzkar siyasət yürüdən dövlətlərin əlində cəmləmiş, külli miqdarda nüvə silahları bəşəriyyət üçün ən böyük təhlükə mənbəyinə çevrilmişdir. Doğrudur, İkinci Dünya müharibəsindən sonra hansısa bir dövlət atom bombası hücumuna məruz qalmayıb, ondan ən çox siyasi və psixoloji təsir vasitəsi kimi istifadə olunur. Amma bir gün hansısa səbəblərdən nüvə silahının dinc insanlara qarşı tətbiq olunmayacağına heç kəs zəmanət verə bilməz. Nüvə müharibəsi başlarsa, burada nə qaliblər, nə də məğlublar olacaq, nəticədə bütün bəşəriyyət məhv olacaq. Odur ki, nüvə müharibəsi təhlükəsinin qarşısını almaq üçün bütün dövlətlərin, birinci növbədə, nüvə silahları olan dövlətlərin səylərinin birləşdirilməsi zəruridir.

Təhlükəsizlik problemlərini öyrənərkən şəxsiyyətin, cəmiyyətin və onun müxtəlif təbəqələrinin, dövlətin və ümumilikdə bəşəriyyətin maraqları arasında olan ziddiyyətlərə toxunmamaq mümkün deyil. Həyatda müxtəlif subyektlərin hər birinin öz marağı var. Lakin maraqlarını reallaşdırma səviyyəsi tək onlardan deyil, həm də digər subyektlərin atdığı addımlardan asılıdır. Məqsədinə nail olmaq istəyən subyekt öz əməllərini əlaqədə olduğu digər subyektlərlə razılaşıdır, bir sıra hallarda onlarla birbaşa ziddiyyət üçün bəzi maraqlarından könüllü olaraq imtina edir, ya da kompromisə gəlirlər (Yaxın Şərqdə baş verən hadisələr). Qarşılarında ümumi məqsəd duran, lakin özləri tamamilə müxtəlif olan subyektləri “bir qayıqda üzən səyahətçilərə” oxşadırlar. Çünki səyahətçilər nə qədər müxtəlif olsalar da, onları bir ümumi məqsəd – qarşıdakı sahilə çatmaq məqsədi birləşdirir. Qayıq birdir və ümumi işin uğuru hər bir səyahətçinin səyindən asılıdır. Deməli, kompromis üçün əsas yaranır. İnsanın və cəmiyyətin maraqları arasında kompromislər əsrlər boyu formalaşmış, öz əksini milli-mənəvi və əxlaq normalarında tapmışdır ki, bu da cəmiyyətin özülünü təşkil edir. Dövlətin yaranması zamanı maraqların kompromisi dövlətin qanunları şəklində tərtib olunur və bu qanunlara riayət olunması dövlətin hər bir vətəndaşı üçün vacib sayılır.

Avropanın bu gün öhdəsindən gələ bilmədiyi miqrant fəlakətinin günahkarı elə Qərbin özüdür. Çünki bu gün baş verənlər Yaxın Şərqdə dünyəvi dövlətləri devirməyə hesablanmış neo-müstəmləkə siyasətinin təzahürüdür. Göründüyü kimi planetimizdə çox ciddi ziddiyyətlər mövcuddur. Bir tərəfdən hər il kütləvi qırğın silahlarının istehsalına, onların zərərli sınaqlarına, əsassız müharibələrə yüz milyardlarla dollar sərf edilir, digər tərəfdən, hər il minlərlə adam acından ölür. Nə qədər ki, müharibə və münafişlər öz ədalətli həllini tapmayıb, Yer üzündə sülh və əmin-amanlıq bərqərar olmayıb, nə qədər ki, baş verən global problemlərə qarşı ciddi qabaqlayıcı tədbirlər görülməyib, bir o qədər də dünyamız hər cür təhlükə ilə üzləşəcək və bunu aradan qaldırmaq zaman keçdikcə çətinləşəcək. Müharibələrin, narkomanıyanın, əxlaqsızlığın, beynəlxalq terrorizmin, insanlara böyük maddi zərər vuran kortəbii fəlakətlərin qarşısının alınması, yoxsulluğun, aclığın aradan qaldırılması, ictimai ədalətin bərqərar edilməsi, bütün insanların zəruri yaşayış vasitələri ilə təmin edilməsi, insan hüquqlarının qorunması, həll edilməsi vacib olan global problemlərdir və onların həlli dünyamızın hər cəhətdən təhlükəsizliyini təmin edəcək.

Bəşəriyyət özünün inkişafı boyu ətraf mühitlə sıx bağlı olub. XXI əsrdə o, yüksək sənayeləşmiş cəmiyyətin yaratdığı problemləri daha çox hiss etməkdədir. İnsanın təbiətə kəskin müdaxiləsi, bu müdaxilənin miqyasının genişliyi və müxtəlifliyi bəşəriyyət üçün global təhlükələrlə nəticələnə bilər. Bu baxımdan fəvqəladə halların sayı ildən-ildə durmadan artır.

Dünya statistikasına görə ki, ancaq axırıncı 40 ildə təbii fəlakətlərin sayı dörd dəfə artmışdır. Onun nəticəsində üç milyondan artıq insan həlak olub, iqtisadiyyata külli miqdarda ziyan dəyib və bu tendensiya artmaqdadır [2, s. 5].

Təbii və texnogen fəlakətlər gözlənilməzliyi və böyük əraziləri əhatə etməsi ilə səciyyələnir. Onlar insanların fəaliyyətinə, sağlamlığına, ətraf mühitə mənfi təsir göstərir və bəşəriyyət üçün böyük faciələr törədir. Azərbaycan Respublikasında əhalinin həyat fəaliyyəti, iqtisadiyyat və təbii mühit üçün daxildən təhlükənin mənbələri ölkənin zərərli maddələr ehtiyatlarının, eləcə də zərərli istehsalatlar, texnologiyalar, enerji və informasiya vasitələrinin həm kəmiyyətə, həm də miqyasca təhlükəli səviyyəyə qədər artması sayəsində yaranır ki, bu da texnoloji qəzaların, hətta sosial və təbii fəlakətlərin törənməsinə təsir göstərir [3, s.18-23].

Elmi-texniki tərəqqinin nailiyyətlərinə baxmayaraq, cəmiyyət üçün fəaliyyət təhlükəsi artmaqdadır. Bəşəriyyətin tərəqqisinə mane olan başlıca amillərdən birinin-müxtəlif mənşəli fəvqəladə hadisələrin qarşısının alınması, nəticələrin aradan qaldırılması bütün ölkənin qarşısında duran ən vacib problemlərdən biridir. Müasir dövrümüzdə Azərbaycan dövlətinin möhkəmləndirilməsi, inkişafı, dünya birliyində layiqli yer tutmasının başlıca amillərindən biri də torpaqlarımızın, onun yeraltı və yerüstü sərvətlərinin, ən başlıcası, xalqımızın xarici təhlükələrdən, yad təsirlərdən, təbii və texnogen fəlakət və qəzalardan mühafizə edilməsinin təşkili ilə bağlıdır. Ona görə də ölkəmizdə əhalinin, onun maddi və mənəvi sərvətlərinin təbii fəlakətlərdən, texnogen qəzalardan, insanların əli ilə törədilən müharibə və fəlakətlərdən qorunması müasir dövrdə dövlət siyasətinin strateji istiqamətlərindən biridir [1, s.62-64].

Təbii və texnogen xarakterli hadisələrin başvermə ehtimalı dövlət və cəmiyyətin qarşısında müəyyən vəzifələr qoyur və onların həllini tələb edir. Bütün bu amillər təhlükəsizliyə qarşı risklərin müəyyənləşdirilməsini, həmin risklərin qabaqlanmasını və aradan qaldırılması üzrə adekvat tədbirlərin həyata keçirilməsini zəruri edir.

Cəmiyyətin təhlükəsizlik problemləri – həm milli, həm də qlobal səviyyədə hər bir insanın fərdi təhlükəsizliyi üçün həyati əhəmiyyət kəsb edir. Bu isə o deməkdir ki, milli təhlükəsizlik (terror aktları) və qlobal təhlükəsizlik (nüvə müharibəsi, qlobal istiləşmə) məsələləri həll olunmayınca ümumi təhlükəsizlik, fərdi təhlükəsizliyin səviyyəsindən asılı olmayaraq, həmişə arzu olunun səviyyədən aşağı olacaqdır. Məhz buna görə də hər bir insan tək öz təhlükəsizliyinin deyil, həm də qlobal və milli təhlükəsizliyin təmin olunmasında maraqlı olmalıdır.

Əsası ulu öndər Heydər Əliyev tərəfindən qoyulmuş və bu gündə Azərbaycan Respublikası Prezidenti İlham Əliyevin rəhbərliyi altında qorunub saxlanan ən qiymətli dəyərlərdən biri də cəmiyyətimizdəki daxili sabitlik və əmin-amanlıqdır. Bu dəyər ölkəmizdə əhalinin həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyinin təmin olunmasının əsas təməl daşlarından biridir.

Bunu qoruyub saxlamaq isə hər birimizin vətəndaşlıq borcudur.

## **ƏDƏBİYYAT**

1. Ocaqov H.O. Həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi, Bakı: Çarşıoğlu, 2010, s. 94.
2. Fəlakət riskinin azaldılması təhsil sistemində. (Müəllim hazırlığı üçün vəsait). Bakı: 2013, s.5.
3. Ölkə əhalisinin təhlükəsizliyinin təmin edilməsi Azərbaycan dövlətinin prioritet vəzifəsidir. Təhlükəsiz Həyat, 2006, №6, s.18-23.
4. XX əsirdə kompleks təhlükəsizlik problemləri. Təhlükəsiz Həyat, 2006, № 04, s.62-64.

**РЕЗЮМЕ**  
**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ФАКТОРЫ,**  
**СПОСОБСТВУЮЩИЕ ЕЙ**

*Алекперов С.Д.*

**Ключевые слова:** *опасность, оборона, человек, действие, защита.*

Опасность является угрозой здоровью человека. В статье рассматриваются проблемы безопасности общества имеющие жизненно важное значение для безопасности каждого человека как на национальном, так и глобальном уровне.

**SUMMARY**  
**SAFETY OF LIFE ACTIVITY AND FACTORS CONTRIBUTING TO IT**

*Alakbarov S.D.*

**Key words:** *danger, defence, human, action, safety.*

The danger harms human health, but if this problem is examined in detail, it can be harmful to society and the whole country. Safety problems of society are vital for the safety of each individual both in national and global level.

|                    |               |            |
|--------------------|---------------|------------|
| Daxil olma tarixi: | Ilkin variant | 02.02.2016 |
|                    | Son variant   | 01.06.2016 |

УДК.519.711.3

**ЖЕСТКИЕ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ И ПУТИ  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ****НАГИЕВ ГАСАН АЛИ оглу***Институт математики и механики НАНА, научный сотрудник***САДЫХОВ ВУГАР ВАГИФ оглу***Институт математики и механики НАНА, научный сотрудник***ГУЛИЕВА НЮБАР АЛИМУРАД гызы***Сумгаитский государственный университет, ст. лаб.**e-mail: [n.guliyeva@mail.ru](mailto:n.guliyeva@mail.ru)*

**Ключевые слова:** управление динамическими системами, модели жестких систем дифференциальных уравнений, алгоритмы решения ОДУ с жесткими связями.

**1. Математические модели с жесткими дифференциальными связями и основные проблемы численного решения.**

Проблема жестких систем дифференциальных уравнений возникла в тесной связи с математическим моделированием процессов из различных областей. В технических системах она чаще встречается в задачах управления траекториями движений.

В численном анализе решений дифференциальных уравнений к жестким системам принято относить системы, в которых характеристические времена ее составляющих имеют расхождения порядка  $10^2$ - $10^3$  и более [1]. Моделирование гетерогенно-каталитической системы при двухфазном представлении псевдооживленного слоя катализатора позволил обнаружить, что тепловые и химические процессы газовой (разряженной) фазы по сравнению с процессами в твердой фазе более чем в тысяча раз быстротечны [2]. Так как понятие характеристического времени строго определено только для линейных систем, то подобное определение не может быть всеобъемлющим. В этой ситуации очевидна полезность введения якобиана в заданной точке пространства состояний. Линейная замена нелинейной динамической системы

$$\tilde{y}'_i = f_i(\tilde{y}); i = \overline{1, n} \quad (1)$$

в точке  $\tilde{y}(t) = \tilde{y}_0$  с использованием якобиана имеет вид:

$$\begin{pmatrix} y'_1 \\ y'_2 \\ \dots \\ y'_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_2}{\partial x_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial f_n}{\partial x_1} & \frac{\partial f_n}{\partial x_2} & \dots & \frac{\partial f_n}{\partial x_n} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{11} & \dots & a_{11} \\ a_{11} & a_{11} & \dots & a_{11} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{11} & a_{11} & \dots & a_{11} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix} = AY \quad (2)$$

где матрица Якоби построена в отмеченной точке. Линейная система, выписанная в таком виде, не обладает обзорностью с точки зрения характеристических времен ее отдельных уравнений. С этой точки зрения разложение системы (2) по базисам, являющимся собственными векторами матрицы  $A$ , оказывается весьма эффективным. Для этого определяя собственные числа  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ , квадратной матрицы  $A$ , находят по ним  $n$ - числа



собственные векторы  $\mathbf{u}_1 = (u_{11}, u_{12}, \dots, u_{1n})^T, \dots, \mathbf{u}_n = (u_{n1}, u_{n2}, \dots, u_{nn})^T$ , которые должны удовлетворять требованию линейной независимости. Объединив векторы  $\mathbf{u}_i$  в одну матрицу  $U = (u_1, \dots, u_n)$ , выписывают разложение исходной матрицы  $A$  по базисам  $\mathbf{u}_i$ , которое имеет треугольный вид:

$$A = UDU^{-1}, \quad \text{где} \quad D = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & & & & \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \lambda_n \end{pmatrix} \quad (3)$$

Динамическую систему согласно этого представления матрицы  $A$  можно написать в виде:

$$\frac{dy}{dt} = Dy, \quad \text{или} \quad \frac{dy_i}{dt} = \lambda_i y_i; i = \overline{1, n} \quad (4)$$

Данная запись автономной системы линейных дифференциальных уравнений с точки зрения жесткости дифференциальных связей оказывается значительно больше обозримой в силу того, что каждое уравнение в правой части содержит соответствующее собственное значение  $\lambda_i$ . Из теории устойчивости решений известно, что отрицательность вещественных частей собственных значений характеризует устойчивость. Но, в данном контексте более важным является то, что большие по модулю собственные значения характеризуют высокие скорости экспоненциального затухания. Существование уравнений с быстрыми затуханиями относительно остальных, т.е. выявление «жестких компонент» в системе принято оценить следующим отношением [3]:

$$S = \frac{\min_{1 < i < m} \operatorname{Re} \lambda_i}{\max_{1 < i < m} \operatorname{Re} \lambda_i} \gg 1 \quad (5)$$

Коэффициент жесткости  $S$  не постоянен т.к. спектр матрицы Якоби меняется вдоль траектории  $l$ :

$$l(t) = \sqrt{\int_{t_0}^t \sum_{i=1}^n [y'_i(\zeta)]^2 d\zeta} \quad (6)$$

Непостоянство  $S$  создает существенную проблему в контроле жесткости связей. В случаях рассмотрения неавтономных систем и систем управления движением приведение системы в вид (10) не всегда оказывается выполнимым. С другой стороны алгоритм, основанный на оценивании  $S$ , принципиально не применим к устранению ошибок, связанных с существованием разрывных функций в правых частях уравнений.

Более универсальным методом, способным преодолеть довольно обширный спектр проблем, связанных с жесткостью дифференциально-алгебраических задач, следует считать так называемый метод «длины дуги». Официально первоисточником, где впервые была опубликована идеологическая основа этого метода, пожалуй, следует указать работу [4], хотя к началу 80-х годов в области моделирования задач химической кинетики программистами практиковался способ программного управления точностью в «уязвимых участках» интервалов интегрирования за счет сокращения шагов продвижения. Суть же метода, предлагающегося в [4], заключалась в том, что, итерационный процесс решения системы, строился не во временной области, а по длине дуги на текущей траектории. По формуле (12) вычислялась длина шага итерации, соответствующая наиболее медленному росту функции во времени. Определяя производную  $dl$  по формуле (12) выписывалась дифференциальное уравнение в новом аргументе [5]:

$$\frac{dy_i}{dl} = F_i(\mathbf{y}) \equiv \frac{f_i}{\sqrt{\sum_{i=0}^n f_i^2}}; \quad 0 < i < n, \quad f_0 \equiv 1 \quad (7)$$

В этом случае нормирование вектора скорости обеспечивает равенство  $\sum_{i=0}^n F_i^2 = 1$  во всей траектории, следовательно, правые части уравнения не зависимо от отдельных компонент вектора скорости, не столь велики.

### 3. Метод слежения за модулем вектора скорости.

Предлагаемый нами алгоритм по своей идеологии близок к методу «длины дуги» в том отношении, что в нем длина шага интегрирования связывается с модулем вектора скорости, который косвенно связан с длиной дуги, пройденной в течение единицы времени. Попытаемся изложить сущность алгоритма, ориентируясь на одношаговый итерационный процесс Эйлера. Выпишем итерационный процесс в виде:

$$y(t_{i+1}) = y(t_i) + h_0 h(t_i) f(y_i) \quad (8)$$

Присутствие в формуле (14) дополнительной функции шага  $h(t_i)$  должно регулировать «густоту» сетки квантования временной координаты. Определим  $h(t)$  в связи с вектором скорости, т.е. с вектор-функцией правых частей при произвольном  $t$ :

$$h(t) = \exp\left(-\alpha \sum_{i=0}^n f_i^2(t)\right) \quad (9)$$

где  $\alpha$  – параметр. Отметим, введение экспоненты в данном случае имеет цель повышения чувствительности контролирующей функции  $h(t_i)$ .

Основным вопросом является настройка введенных параметров. Разделив процесс решения на два этапа, целесообразно вначале выполнить оптимальное оценивание параметров  $h^0, \alpha$  причастно к конкретной системе уравнений. Во втором этапе, по итерационной схеме с автоматическим выбором шага осуществляется вычисление решений уже по настроенным параметрам.

### 4. Алгоритм адаптивной настройки параметров $h_0, \alpha$ .

Зададимся сначала значениями  $\alpha_j = \alpha_0; h_k^0 = h_0^0$ . Далее потребуется создавать два вложенные циклические вычисления для отыскания оптимальных величин  $\alpha_j$  и  $h_k^0|_{\varepsilon_k \leq \varepsilon^*}$ .

Внутренний цикл – адаптивная настройка  $h_k^0$ . В большинстве таких алгоритмов адаптация ведется по правилу «предиктор-корректор» с заданием  $h_k^0; k = 0, 1, 2, \dots$  и откликом – «достигающаяся локальная точность», т.е. автоподстройка с проверкой условия  $\varepsilon_k \leq \varepsilon^*$ .

Внешний цикл – генерация вариантов  $\alpha_j; j = 1, 2, \dots, J$  и далее, выбор наилучшего среди них. Отметим, параметр  $\alpha_j$  ответственен за скорость движения на участках траектории.

Как отмечено, существование таких участков с быстрыми переходными процессами, порождены благодаря совмещенным дифференциально-алгебраическим связям и переходным процессам при разрывном характере функций в правых частях уравнений. В отличие от процесса выбора длины шага, оптимизация величины  $\alpha$  выполняется один раз, вначале процесса настройки. Таким образом, последовательность действий, составляющих реализацию алгоритма настройки параметров  $h^0, \alpha$ , заключается в следующем:

1. Задаем начальное и конечное значения  $\alpha_0 = \alpha_{\min}; \alpha_M = \alpha_{\max}$ , где  $\alpha_{\min}, \alpha_{\max}, M$  – заданные числа. Создаем цикл вычислений с приращением

$\alpha_{j+1} = \alpha_j + \Delta\alpha$ ;  $\Delta\alpha = (\alpha_{\min} - \alpha_{\max}) / M$ ;  $j = \overline{1, M}$ . Резервируем массив хранения результатов вычислений по выбору длины шага и массив номеров итераций  $k$ , при которых, достигнута заданная точность  $\varepsilon_k$ .

2. Создаем цикл вычислений определения величины  $h^0$ . Эту величину необходимо связывать с заданной точностью решения. Так же как и во многих алгоритмах выбора длины шага итерационных схем решения ОДУ применим «принцип апостериори», т.е. воспользуемся правилом выбора шага Рунге [6]. Принимаются начальная точка  $t_0$  и начальный шаг  $h_0^0 = t_1 - t_0$ . На основе правила Рунге определяется локальный признак достижимости точности по формуле:

$$\left| \frac{y_{k,h} - y_{2k,h/2}}{2^p - 1} \right| \leq \varepsilon^* \quad (10)$$

где  $y_{k,h} - y_{2k,h/2}$  – соответственно значения сеточных решений в равномерных отсчетах номера  $k$  и  $2k$  с длиной шагов  $h$  и  $h/2$  соответственно;  $p$  – порядок погрешности сеточного решения, который для простейшего алгоритма Эйлера равен единице. При использовании методов более высокого порядка точности, в частности алгоритмов Рунге-Кутты четвертого порядка  $p = 4$ .

3. По найденным параметрам  $h_0^{opt}, \alpha^{opt}$  строятся итерационные вычисления:

$$y_{k+1} = y_k + h_0^{opt} \exp\left(-\alpha^{opt} \sum_{i=0}^n f_i^2(t)\right) f(t_k, y_k) \quad (11)$$

Отметим, что представленный на простейшем алгоритме Эйлера, предлагающийся метод, легко может быть перенесен на варианты, использующие алгоритмы сеточного решения ОДУ произвольного метода и порядка. Например, программируя процедуру с применением *ode23*, *ode45* или других аналогов решателей из системы Matlab для использования предлагаемого механизма управления длиной шага интегрирования, вовсе необязательно какое-либо вмешательство в конструкцию стандартного алгоритма, представляющегося в Matlab-е виде:

$$[T, Y] = \text{solver}(@F, \text{tspan}, y0), \text{ где } \cup \text{tspan} = [t0_i, \text{tfinal}_i],$$

а достаточно лишь управление длиной по частям задающихся подынтервалов  $[t0_i, \text{tfinal}_i]$  глобального интервала  $[t_0, T]$ .

Таким образом, современная технология моделирования и управления динамическими системами довольно часто встречается с проблемой жесткости систем дифференциальных уравнений, преодоление которой представляет собой задачу разностороннюю и часто требующую учета специфики моделируемого объекта. Развитие методологии автоматического прогноза и распознавания областей жесткости дифференциальных связей и разрывных участков в функциях правых частей, а также разработка соответствующих программных средств, обладающих универсальностью и автоматизмом распознавания, составляет актуальную задачу сегодняшнего дня.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хайрер Э., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи. М.: Мир, 1999, 685 с.
2. Нагиев А.Г., Амрахова Н.А. Моделирование нестационарных тепловых режимов реакторного блока установки КК для пуска и управления в критических ситуациях. «Азерб.хим.журнал», №4, 2000, С.40-45.

3. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003, 632 с.
4. E. Riks. The application of Newton's method to the problem of elastic stability. // Journal of Applied Mechanics. 1972. Т. 39, № 4. С. 1060–1065.
5. Калиткин Н.Н., Пошивайло И.П. Решение задачи Коши для жестких систем с гарантированной точностью методом длины дуги // Математическое моделирование, 2014 г., т.26, №7, с.3-18.
6. Калиткин Н.Н. Численные методы. 2-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2011, 592с.

**XÜLASƏ**  
**DİFERENSİAL TƏNLİKLƏRİN SƏRT SİSTEMLƏRİ VƏ ƏDƏDİ HƏLLƏRİN**  
**ALQORİTMLƏRİNİN TƏKMİLLƏŞDİRMƏ YOLLARI**

*Nağıyev H.Ə., Sadıgov V.V., Quliyeva N.Ə.*

*Açar sözlər: dinamik sistemlərin idarə edilməsi, sərt diferensial tənliklərin sistemi modelləri, sərt əlaqəli sistem diferensial tənliklərin həll alqoritmləri.*

Sərt diferensial əlaqəli dinamik obyektərdə bu xassənin yaranma səbəblərinin təsnifatı verilir və həll alqoritmı baxımından təhlil olunur. Həm cəbri-diferensial sistemlərin, həm də sağ tərəf funksiyalarında kəsilmə müşahidə olunan diferensial tənliklərin ədədi üsulla həlli üçün ümumi yanaşmanın mövcud olduğu diqqətə çatdırılır. Sərt əlaqəli adi diferensial tənliyin ədədi üsulla həllinin təkmilləşdirilmiş alqoritmı təklif olunur.

**SUMMARY**  
**HARD SYSTEMS OF DIFFERENTIAL EQUATION AND WAYS OF IMPROVING**  
**ALGORITHM FOR NUMERICAL SOLUTION**

*Nagiyev H.A., Sadıgov V.V., Quliyeva N.A.*

*Keywords: control of dynamic systems, the model of hard systems of differential equations, algorithms for solving ODE with hard connections.*

Hard differential dynamic objects related to the classification of the causes of solutions characteristic is given and analyzed in terms of the algorithm. Both the differential algebraic systems, as well as the right hand of numerical methods for solving differential equations and functions of cuts observed to be present approach are noted. An improved method of numerical solution of ordinary differential equations related to the harsh algorithm is proposed.

|                    |               |            |
|--------------------|---------------|------------|
| Daxil olma tarixi: | İlkin variant | 06.04.2016 |
|                    | Son variant   | 01.06.2016 |

UOT 623.9

## FRAKTAL ALQORİTMLƏRİN İNFORMASIYANIN ŞİFRLƏNMƏSİNƏ TƏTBİQİ HAQQINDA

**MƏMMƏDOV CABİR İSMAYIL OĞLU**

*Heydər Əliyev adına Azərbaycan Ali Hərbi Məktəb, dosent*

*e-mail: cabir\_m@mail.ru*

**Açar sözlər:** *kriptoqrafiya, qamma-şifr, fraktal alqoritmlər, kompleks ədədlər, fraktalların generasiyası*

*Fraktal alqoritmlər vasitəsilə informasiyanın şifrlənməsinin ümumi prinsiplərinə baxılır, qarşıya çıxan problemlər və onların aradan qaldırılması üsulları araşdırılır.*

Min illər ərzində kriptoqrafiya dövlətlərin inhisarında saxlanılaraq, əsasən, milli təhlükəsizlik məsələlərində istifadə olunsa da, kompüter texnologiyasının sürətli inkişafı və cəmiyyətin yüksək səviyyədə informasiyalaşması son onilliklər ərzində bu elm sahəsinin əhatə dairəsini xeyli genişləndirmişdir. Elm və texnikanın, texnologiyanın inkişafı ilə bərabər kriptoqrafiyanın da üsul və vasitələri daim təkmilləşmiş və mürəkkəbləşmişdir. Təbii ki, kriptoqrafiya üsullarını təkmilləşdirərkən şifrləmə alqoritminin etibarlılığının yüksəldilməsinə əsas diqqət yetirilir və bu zaman mütəxəssislər təsadüfiliyi əks etdirməyə daha yaxın olan alqoritmlərdən istifadəyə üstünlük verirlər. Belə alqoritmlərdən biri son zamanlar əksər elm sahələrinə nüfuz etmiş və təsadüfi prosesləri müvəffəqiyyətlə təsvir edə bilən fraktal alqoritmlər daha böyük maraq kəsb edir [1-4].

Ədəbiyyatın təhlili göstərir ki, fraktal alqoritmlərin informasiyanın şifrlənməsi məsələlərinə tətbiqi sahəsində bəzi tədqiqat işləri aparılmışdır [5-8], lakin görülən işlərin geniş şərhinə açıq mətbuatda rast gəlmək mümkün deyil. Təqdim edilən bu məqalədə informasiyanın şifrlənməsi məsələlərində fraktal alqoritmlərdən istifadənin ümumi prinsipləri verilir, qarşıya çıxan bəzi problemlər və onların aradan qaldırılmasının mümkün yolları araşdırılır.

Ümumiyyətlə, fraktallardan istifadə etməklə informasiyanın şifrlənməsi qammalaşdırma ilə şifrləmə üsullarına aid edildiyindən əvvəlcə bu üsulun ümumi prinsiplərinə nəzər salmaq.

Qammalaşdırma açıq informasiyaya müəyyən qayda ilə qamma-şifrlərin əlavə edilməsidir. Qamma-şifr açıq məlumatın şifrlənməsi və şifrlənmiş məlumatın deşifrlənməsi üçün müəyyən ardıcılıqla generasiya edilən psevdotəsadüfi ardıcılıqdır. Şifrlənmədən öncə ilkin məlumat və generasiya edilən qamma-şifrlər eyni uzunluqlu (bir qayda olaraq 64 bitdən ibarət)

$D_0^{(i)}$  və  $Q_c^{(i)}$  bloklarına bölünür [9]. Şifrləmə zamanı ilkin məlumatın və qamma-şifrin bloklarının uyğun informasiya bitləri modul 2-yə görə toplanılır. Buna uyğun olaraq şifrləmə tənliyi aşağıdakı kimi yazılır:

$$D_c^{(i)} = Q_c^{(i)} + D_0^{(i)}, i = 1, \dots, m, \quad (1)$$

burada,  $D_c^{(i)}$  - şifrlənmiş informasiyanın  $i$ -ci bloku;

$Q_c^{(i)}$  - qamma-şifrin  $i$ -ci bloku;

$D_0^{(i)}$  - ilkin açıq mətnin  $i$ -ci bloku;

$m$ -açıq (ilkin) mətnin bloklarının sayıdır.

Deşifrlənmə prosesi isə qamma-şifrlərin təkrar generasiyası və onların şifrlənmiş məlumat üzərinə analogi qaydada əlavə edilməsindən ibarətdir. Deşifrlənmə tənliyi aşağıdakı kimidir:

$$D_0^{(i)} = Q_c^{(i)} + D_c^{(i)}. \quad (2)$$

Bu üsulla Alınmış şifrlənmiş informasiyanın kriptanaliz yolu ilə açılması kifayət qədər çətinidir, belə ki, açar hər dəfə dəyişir. Əslində, hər bir şifrlənən blok üçün qamma-şifr təsadüfi qaydada dəyişməlidir. Əgər qammanın periodu ilkin informasiyanın tam uzunluğundan böyük olarsa və bədnıyyətliyə ilkin informasiyanın heç bir hissəsi məlum olmazsa, onda bu cür şifri yalnız açarın bütün mümkün variantlarını analiz etməklə açmaq olar. Bu halda şifrin dayanıqlığı açarın uzunluğu ilə müəyyən olunur.

Göründüyü kimi, bu üsulun əsas çətinliyi qamma-şifrlərin generasiyası üçün müvafiq alqoritmin seçilməsindədir. Təsadüfi (psevdotəsadüfi) ədədləri asanlıqla generasiya edə bilməsi, qurulmasının sadəliyi, qeyri-xəttiliyi Mandelbrot çoxluğu fraktalının qamma-şifrlərin generasiyası üçün istifadə olunmasını əlverişli edir.

**Mandelbrot çoxluğu fraktalı** müəyyən kompleks ədədlərdən ibarət çoxluqdur və bu çoxluq üçün müəyyən bir  $R$  ədədi var ki,  $n$ -in bütün natural qiymətlərində çoxluğun elementləri üzərində

$$z_{n+1} = z_n^2 + c \quad (3)$$

çevirməsi apardıqda  $|z_n| < R$  şərti ödənməmiş olur [1, 10,11].

Mandelbrot fraktalının qurulması aşağıdakı kimidir.  $c$  və  $z$  kompleks ədədlərini uyğun olaraq,  $c = a + bi$  və  $z_n = x_n + y_n i$  şəklində ifadə edərək, (3) ifadəsi üzərində çevirmə apararaq:

$$\begin{aligned} z_{n+1} &= (x_n + y_n i)(x_n + y_n i) + (a + bi) = x_n^2 + 2x_n y_n i - y_n^2 + a + bi = \\ &= (x_n^2 - y_n^2 + a) + (2x_n y_n + b)i \end{aligned} \quad (4)$$

Buradan isə  $z_{n+1}$  kompleks ədədinin həqiqi və xəyali hissələrini uyğun olaraq aşağıdakı kimi göstərə bilirik:

$$\begin{aligned} x_{n+1} &= x_n^2 - y_n^2 + a \\ y_{n+1} &= 2x_n y_n + b \end{aligned} \quad (5)$$

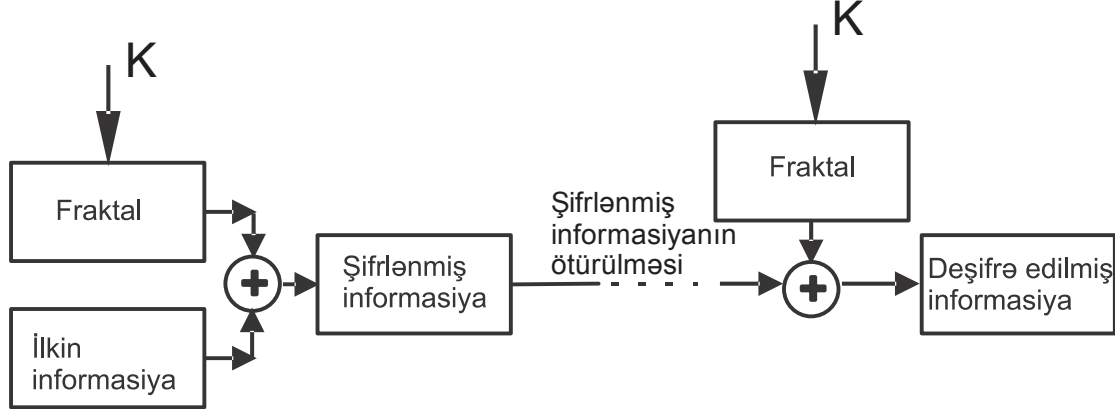
(5)-dən istifadə edərək Mandelbrot çoxluğunun elementlərini müəyyən edək. Bu məqsədlə ilkin şərtlər kimi qəbul edək ki,  $R=2$  (bir qayda olaraq belə götürülür),  $n=1,2,\dots,N=100$ , və  $z_0 = 0$ . (5) ifadəsinə əsasən  $N$  dəfə çevirmə aparıldıqdan sonra  $(x_{n+1})^2 + (y_{n+1})^2 < R$  olarsa,  $c$  nöqtəsi Mandelbrot çoxluğunun elementi kimi saxlanılır, əks halda atılır. Bu ardıcılıqla verilmiş hədd daxilində kompleks ədədlər çoxluğundan Mandelbrot çoxluğuna aid edilən bütün ədədlər müəyyən edilir.

(3) ifadəsi Mandelbrot fraktallarının ən sadə növünün alqoritminin əsasıdır. Həmin ifadədə müxtəlif dəyişikliklər apararaq bu sınıfdan olan çoxlu sayda fraktal növləri yaratmaq mümkündür.

Fraktal alqoritmlər vasitəsilə informasiyanın şifrlənməsi prosesini sxematik olaraq şəkil 1-dəki kimi göstərmək olar.

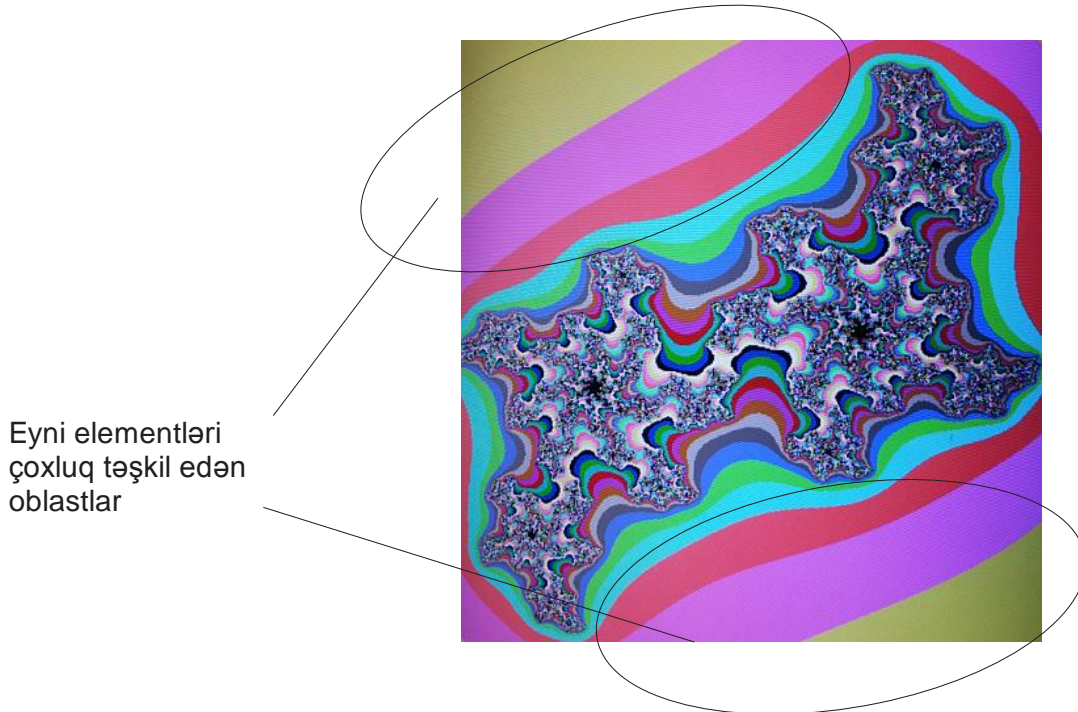
Proses aşağıdakı kimi həyata keçirilir. Sadəlik üçün fərz edilir ki, şifrlənməsi tələb olunan informasiya müəyyən ölçülü rəngli təsvirdir. Əvvəlcə fraktal alqoritm vasitəsilə həmin ölçüdə fraktal təsvir generasiya olunur. Hər iki təsvirin ikilik kodları eyni ölçülü bloklara bölünür. Burada bir və ya bir neçə pikseli bir blok kimi götürmək olar. Təsvirlərin uyğun bloklarının müvafiq mövqedə olan informasiya bitləri mod 2-yə görə toplanır. Eyni ölçüdə alınan yeni blok

özündə şifrlənmiş məlumatı əks etdirir. Deşifrə edilməsi üçün şifrlənmiş informasiya blokları yenə həmin qaydada fraktal çoxluğun müvafiq blokları ilə mod 2-yə görə toplanır və ilkin informasiya bərpa edilmiş olur. Burada təbii ki, fraktallar çoxluqlarının yaradılması üçün ilkin parametrlər verilməlidir. Şəkildə  $K$  ilə işarə edilən bu parametrlər toplusu həm şifrlənmə və həm də deşifrə edilmədə eyni olub prosesin açarı funksiyasını yerinə yetirir.



Şəkil 1. Fraktallar vasitəsilə informasiyanın şifrlənməsinin funksional sxemi

Fraktal alqoritmlə generasiya olunan təsvir nümunəsi şəkil 2-də verilmişdir. Qammalaşdırma prosesində bu cür fraktal təsvirlərin piksellərinin ikilik kodları qamma-şifrlər kimi istifadə olunur. Lakin şəkildən də görüldüyü kimi, təsvirin elə sahələri var ki, orada piksellər (qamma-şifrlər) eyni qiymətə malikdir. Bu, kriptanalizi asanlaşdıran bir xüsusiyyətdir və fraktal alqoritmlər vasitəsilə qamma-şifrlərin generasiyasında olan əsas problemdir.



Şəkil 2. Fraktal alqoritmlə generasiya olunan təsvir nümunəsi

Generasiya olunan fraktal təsvirin böyük oblastlarında informasiya eyniliyinin aradan qaldırılması üçün müxtəlif üsullardan istifadə oluna bilər. Bunlara aşağıdakıları aid etmək olar:

- koordinat başlanğıcının köçürülməsi;
  - fraktalın müəyyən bucaq qədər çevrilməsi;
  - fraktalın bütövlükdə deyil, yalnız müəyyən bir hissəsinin (əsasən, sərhəd və sərhədəyaxın) hissələrinin istifadə edilməsi;
  - miqyasın artırılması;
  - fraktalın başlanğıc  $Z_0$  və  $C$  parametrlərinin düzgün seçilməsi;
- təsvirə müəyyən funksiyalar vasitəsilə müxtəlif fraqmentlərin əlavə edilməsi.

Qeyd etmək lazımdır ki, kompyüter modelləşdirilməsi ilə bu üsullar yoxlanılmış və müsbət nəticələr əldə edilmişdir.

Baxılan nümunədə sadəlik üçün şifrlənən informasiya rəngli təsvir kimi qəbul edilmişdi. Başqa növ informasiyanın (məs., mətn, səs faylları və s.) da fraktal alqoritmlərdən istifadə etməklə şifrlənməsi analoji qaydada aparılır. Burada yalnız informasiyanın bloklara bölünməsi üsullarında müəyyən fərqlər vardır.

**Nəticə.** Tərkibində çoxsaylı eyni elementlərdən ibarət oblastların olması fraktal alqoritmlər vasitəsilə generasiya edilən çoxluğun bütövlükdə qamma-şifrlər kimi istifadəsini mümkünsüz edir. Ona görə də generasiya edilən çoxluq əvvəlcədən təhlil edilməli, tərkibində çoxsaylı eyni elementlər olan oblastlar ya tamamilə çoxluqdan kənarlaşdırılmalı, ya da onların elementləri müəyyən funksiyalardan istifadə etməklə dəyişdirilməlidir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Мандельброт В. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002, 656 с.
2. Мирзаджанзаде А. Х., Кузнецов О.Л., Басниев К.С., Алиев З.С. Основы технологии добычи газа. М.: ОАО Недрa, 2003, 880 с.
3. Нагиев А.Г., Мамедов Дж.И. Синтез оптимальных пространственных псевдо структур имитации порового строения зерна катализатора на основе концепции фракталов // Теоретические основы химической технологии, М.: 2010, т. 44, № 3, с.324 - 333.
4. Нагиев А.Г., Мамедов Дж.И., Гулиева Н.А. Моделирование нестационарных процессов переноса вещества и адсорбции в пористой среде на основе фрактала "Дендрит" // Изв.ВУЗ-ов "Химия и химическая технология", Иваново: 2014, т. 57, вып.8, с.80-84.
5. С. В. Кулешов. Фрактальное шифрование // Труды СПИИРАН. Вып. 2, СПб: СПИИРАН, 2004. (<http://www.sial.iias.spb.su>).
6. А.В. Синьковский. Разработка эффективных решений по защите информации с использованием фрактального моделирования в условиях автоматизированного проектирования и производства, автореферат дис. на соиск. уч. ст. к.т.н., Москва, 2007.
7. Bruno Tabbia. Fractal encryption algorithm  
<http://www.codeproject.com/Articles/406389/Fractal-encryption-algorithm>).
8. Visual Cryptography - A fractal approach (<http://www.cs.rit.edu/~nrr8953/crypt.html>).
9. Макаренко С.И. Информационная безопасность, Ставрополь: СФ МГТУ им. М. А. Шолохова, 2009, 372 с.
10. Множество Мандельброта (<https://ru.wikipedia.org/wiki>).
11. Множества Мандельброта и Жюлиа  
([http://fractalworld.xaoc.ru/mandelbrot\\_set\\_and\\_julia\\_set](http://fractalworld.xaoc.ru/mandelbrot_set_and_julia_set))



**РЕЗЮМЕ  
О ПРИМЕНЕНИИ ФРАКТАЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ШИФРОВАНИЯ  
ИНФОРМАЦИИ**

*Мамедов Дж.И.*

**Ключевые слова:** *криптография, гамма-шифры, фрактальные алгоритмы, комплексные числа, генерация фракталов*

Рассматриваются общие принципы использования фрактальных алгоритмов в задачах шифрования информации, исследуются выявленные проблемы и способы их устранения.

**SUMMARY  
ON THE APPLICATION OF FRACTAL ALGORITHMS TO ENCRYPT  
INFORMATION**

*Mammadov J.I.*

**Keywords:** *cryptography, gamma ciphers, fractal algorithms, complex numbers, fractal generation*

In this article are considered the general principles of the use fractal algorithms to encrypt information; are investigated the identified problems and their solutions.

|                    |               |            |
|--------------------|---------------|------------|
| Daxil olma tarixi: | Ilkin variant | 28.03.2016 |
|                    | Son variant   | 01.06.2016 |

UOT 681.518

**LAYİHƏLƏNDİRİLƏN OBYEKTİN İDARƏ ALQORİTMİNİN TƏDQIQİNİN  
AVTOMATLAŞDIRILMIŞ LAYİHƏLƏNDİRMƏ ALƏTİNİN  
ARXİTEKTURASININ İŞLƏNMƏSİ**

**ƏHMƏDOV MƏHƏMMƏD AYDIN oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, professor*

**NƏSİROVA ELMİRA ƏLİŞ qızı**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti*

*e-mail: elmira12.02.63@gmail.com*

**Açar sözlər:** *çevik istehsal sistemi, çevik istehsal modulu, biliklər bazası, modelləşdirmə, Petri şəbəkəsi.*

*Çevik istehsal sisteminin sistemotexniki layihələndirmə mərhələsində kompüter eksperimentləri ilə kompleks tədqiqi məsələlərinə baxılır, layihələndirilən obyektin idarə alqoritmını tədqiq etmək üçün avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturası təklif edilir.*

Yeni layihələndirilən obyektlərin yaradılmasının məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsi müxtəlif təyinatlı modelləşdirmə üsulları ilə ilkin layihələndirmə mərhələlərində tədqiq olunaraq dəyərləndirilir. Təcrübə göstərir ki, əksər hallarda layihə edənlərin sistemotexniki layihələndirmə mərhələlərində (texniki tapşırıq, eskiz və texniki layihə) istifadə etdikləri ideyalar sonrakı mərhələlərdə, xüsusən də sınaq eksperimentlərində özünü doğrultmur və layihə prosedurlarının təkrarən yerinə yetirilməsi ilə müşayiət olunur. Təbiidir ki, göstərilən təkrarlanmalar layihələndirmə müddətini artırmaqla əlavə vəsaitlər tələb edir, işin səmərəliliyini azaltmaqla bərabər yeni yaradılan obyektin istismarda olma müddətini qısaldır, bəzi hallarda isə istismara verilmə vaxtında mənəvi və fiziki cəhətdən köhnəlmiş hesab edilir.

Məlum olduğu kimi layihələndirmə prosedurları müxtəlif mərhələlərdə fərqli ixtisaslara malik mütəxəssislər kollektivi tərəfindən həyata keçirilir və hər birinin texniki və ideya səhvləri növbəti mərhələlərə tiraj olunmaqla son nəticədə obyektin fiziki modelinin sınaq mərhələsində aşkarlanır.

Layihələndirmə prosedurlarının mərhələlərində tapşırığa uyğun olaraq obyektin seçilmiş xassələri müxtəlif işarələrlə (simvollarla) təsvir edilir. Analiz göstərir ki, layihə təşkilatları ilə sifarişçi arasındakı ünsiyyət əsasən axırıncının peşə səviyyəsinə uyğun süni və təbii dillərdə həyata keçirilir. Bu halda sifarişçi müxtəlif eksperimentlərlə təsdiq edilmiş empirik və elmi əsaslarla isbat edilmiş riyazi və məntiqi düsturlardan da istifadə edə bilər. Obyektin seçilmiş xassələri barədə simvollarla təsdiq edilən mətn, audio, vizual, təsviri, qrafik və s. tipli ilkin verilənlər toplusuna semantik informasiya (Sİ) kimi baxılır. Qeyd edək ki, idrak nəzəriyyəsinə əsasən ilkin Sİ insan tərəfindən obyektin seçilmiş xassələrinin fiksə edilmiş təsvirləridir. Odur ki, bütün bilik sahələrinin obyektləri üçün ilkin Sİ-in yaradılmasının universal alqoritmı mövcud deyildir. Ancaq insan ilkin Sİ-in məntiqi strukturunu - kaskadını, müxtəlif dayanıqlı kateqoriyalardan (məqsəd, metod, vasitə, keyfiyyət, kəmiyyət, səbəb, nəticə, məna forma və s.) istifadə etməklə təsvir edir [1].

Sİ bircinsli və kompleks formalarda təsvir olunur. Sİ-in bircinsli forması çoxluğu aşağıdakı kimidir [1]:

$$N_1 = \{t, S, g, c\}, \quad (1)$$

burada t-mətn forması; S-audio forması (danışıq, səs); g-vizual forma; c-təsviri, qrafiki forma. Sİ-in kompleks forması (V-forma) eyni zamanda bir neçə bircinsli formanın birləşməsindən təşkil olunur. Məs. mətn və audio (t, s).

Sİ-in kompleks formalı təsvirlərinin variantlarını analitik üsulla almaq olar. Məs. bircinsli formalı çoxluqların elementlərinin hasili əməliyyatı ilə Sİ-in binar formalı ( $N_2$ ) təsvirini almaq olar:

$$N_2 = N_1 \times N_1 = \{(t, t), (t, s), (t, g), (t, c), (s, t), (s, s), (s, g), (s, c), \dots, \\ \dots, (c, t), (c, s), (c, g), (c, c)\}. \quad (2)$$

Göründüyü kimi bu halda Sİ-nin 16 binar formalı təsvirləri mümkündür.

Göstərilən qayda ilə Sİ-in ternar formalı ( $N_3$ ) təsvirini almaq olar.

$$N_3 = N_1 \times N_1 \times N_1 = \{(t, t, t), \dots, (s, s, s), \dots, (g, g, g), \dots, (c, c, c), \dots\} \quad (3)$$

Bu halda Sİ-in 64 ternar formalı mövcuddur.

Layihələndirmə prosesində ilkin (birincili) Sİ predmet sahəsinin mütəxəssisləri tərəfindən formalaşdırılır və texniki tapşırıq şəklində icraçı təşkilatlara təqdim edilir. İlkin Sİ-in ikinci Sİ-yə çevrilməsi, yəni analiz-sintez ilə məntiqi əməliyyatlar nəticəsində obyektin simvollarla təsviri, əsasən insanlar tərəfindən həyata keçirilir. Bu məqsədlə bir növ Sİ-in xüsusən də, t-mətn formalı Sİ-in ikinci formaya çevrilməsində semantik şəbəkə və onun müxtəlif modifikasiyaları (ssenari, Freym modeli və s.) istifadə edilir. Təcrübə göstərir ki, bütün çevirmə əməliyyatlarında ilkin Sİ-in sıxılması mütləqdir və 2-ci Sİ ilkin Sİ-ni tam təsvir etmir. Qeyd edək ki, ilkin Sİ-dəki bu növ itkilər də layihə edənlərin ilkin ideyalarının son nəticədə özünü doğrultmamasında xüsusi rol oynayır. Odur ki, mürəkkəb sturukturlu proseslərin sistemotexniki layihələndirmə mərhələsində modelləşdirmə üsulları ilə tədqiqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu məsələ yeni avtomatlaşdırma vasitələrindən istifadə etməklə yaradılan, iki və üç-ölçülü fəzada qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərən çevik istehsal sistemlərinin layihələndirilməsində daha da aktuallaşır.

Çevik istehsal sistemi (ÇİS) müxtəlif təyinatlı mexatron və digər texniki qurğulardan təşkil olunmuş, qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərən çevik istehsal modulları (ÇİM) toplusu olmaqla mürəkkəb xarakterli diskret sistemlər kateqoriyasına aid edirlər. ÇİM-in elementləri sənaye və intellektual robotlardan, müxtəlif təyinatlı manipulyator və nəqliyyat qurğularından, mövqeləşdiricilərdən və s. ibarətdir. Göstərilən qurğular təyinatlarından asılı olaraq əvvəlcədən məlum olan və ya müxtəlif situasiyalarda nisbətən qeyri müəyyənlik mühitlərində fəaliyyət göstərilir.

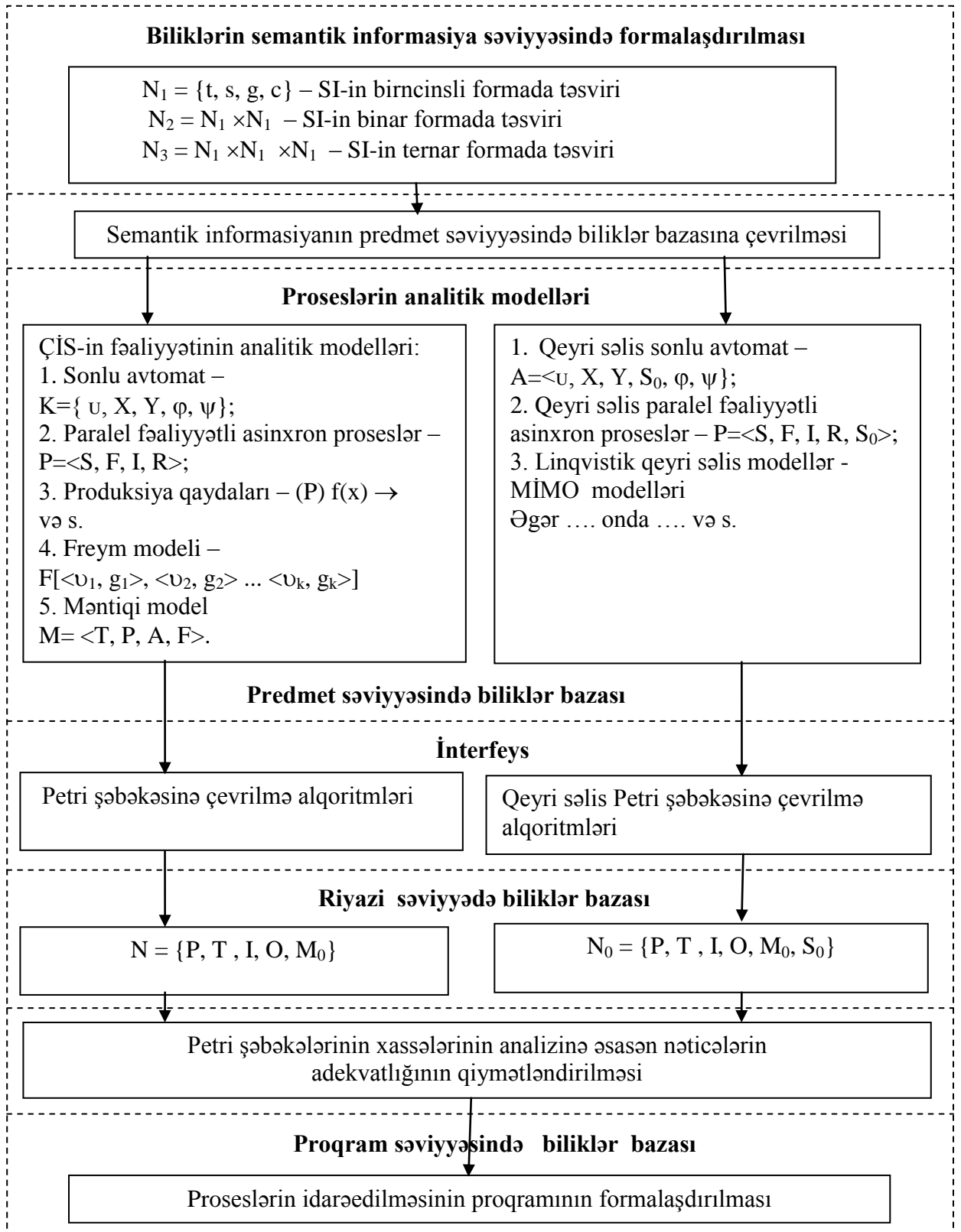
Məlum olduğu kimi ÇİM-in mexatron qurğuları üç ölçülü fəzada bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə, əsasən də ortaq işçi zonalardan istifadə etməklə fəaliyyət göstərilir. Odur ki, onların fiziki modelləri üzərində sınaqların həyata keçirilməsi müəyyən çətinliklərlə müşayiət olunur (ortaq işçi zonalarda toqquşmalar, qəza situasiyaları və s.).

Göstərilən hallar ÇİM-lərin ayrı-ayrı mexatron qurğularının idarə və qarşılıqlı əlaqə alqoritmlərinin işlənməsindəki qüsurların nəticəsində baş verir. Digər tərəfdən ÇİS-in ÇİM-lərinin hər hansı bir məqsədə nail olmaq üçün koordinasiyalı kompleks şəkildə idarə edilməsi alqoritmlərinin işlənməsi də tələb olunur.

Sadalanın çatışmamazlıqların ÇİS-in layihələndirilməsinin mərhələlərində tiraj edilməməsi üçün ilkin layihələndirmə mərhələsində ÇİS-in yaradılmasının məqsədəuyğunluğunu qiymətləndirməyin müxtəlif üsullarından istifadə olunur.

Belə yanaşmalardan biri ÇİM-in elementlərinin müxtəlif analitik modelləşdirmə üsulları ilə modelləşdirilməsi və ÇİM-in kompleks şəkildə tədqiqini yerinə yetirmək üçün ilkin modellərin Petri şəbəkəsi modelinə çevirmək və axırının əsas xassələrini analiz edərək qiymətləndirilməsidir [2].

Təcrübədə situasiyaları apriori məlum olan diskret xarakterli proseslərin analitik modelləşdirmə üsulları kimi sonlu avtomatlar, paralel fəaliyyətli asinxron proseslər, semantik və şəbəkə modelləri, Freym və məntiqi modellər geniş tətbiq edilir. Bu üsulların hər birinin üstün və çatışmayan cəhətləri və səmərəli tətbiq sahələri mövcuddur.



*Şəkil. Sistemotexniki layihələndirmə mərhələsində avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturası*

Nisbətən sadə prosesləri həm də Petri şəbəkəsi ilə bir başa modelləşdirmək və tədqiq etmək mümkündür. Mürəkkəb prosedurların Petri şəbəkəsi ilə bir başa modelləşdirilməsi müəyyən çətinliklərlə müşayiət olunur. Petri şəbəkəsinin əsas üstünlüyü ondadır ki, onunla modelləşdirilən obyektin tədqiqi obyektədən kənarında Petri şəbəkəsinin əsas xassələrini analiz etməklə həyata keçirilir. Petri şəbəkəsinin məhz bu üstün xüsusiyyətinə görə ondan ÇİS-in kompleks şəkildə tədqiqi ilə məqsədəuyğunluğunun qiymətləndirilməsində əsas modelləşdirmə aləti kimi istifadəsi aktualıq kəsb edir.

Qeyd edildiyi kimi apriori situasiyalari identifikasiya olunan proseslərin analitik modellərinin Petri şəbəkəsinə çevrilmə alqoritmləri əsasən işlənmişdir [3,4].

Təcrübə göstərir ki, ÇİS-in lahiyələndirilməsində istehsal proseslərinin xarakterindən asılı olaraq, müxtəlif situasiyalarda qeyri müəyyənlik şəraitində qərar qəbul etməklə fəaliyyət göstərən mexatron qurğularından istifadə edilməsi tələb olunur. Bu halda ÇİS-in kompleks şəkildə tədqiqi və idarə alqoritmlərinin yaradılması [2]-də göstərilən yanaşma ilə mümkünsüz olur.

Məqalədə göstərilən növ ÇİS-in kompleks şəkildə modelləşdirilməsi (adi və qeyri səliss Petri şəbəkələri şəklində) və tədqiqi məsələsinin həlli üçün təklif edilən avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasına baxılır (Şəkil).

Arxitekturdan görüldüyü kimi ÇİS-in kompleks modelləşdirilməsi və tədqiqi üçün biliklər bazaları dörd səviyyədə təsvir edilir: Sİ şəklində, predmet, riyazi və proqram səviyyələrində.

Sİ səviyyəsindəki biliklərin predmet səviyyəsində biliklərə çevrilməsi və təsviri əsasən uyğun sahələrin mütəxəssisləri tərəfindən həyata keçirilir.

Predmet səviyyəsində biliklərin təsviri iki formada, analitik modelləşdirmə aparatlarının (apriori situasiyalari identifikasiya oluna bilən prosedurların idarə edilməsi) və müxtəlif situasiyalarda qeyri müəyyənlik şəraitində fəaliyyət göstərən mexatron qurğuların qeyri səliss modelləri vasitəsi ilə təsviri üsulları ilə həyata keçirilir. Riyazi səviyyədə biliklər Petri şəbəkəsi ilə təsvir olunur və onun xassələrinin analizi nəticəsində ÇİS kompleks şəkildə tədqiq edildikdən sonra ÇİS-in idarə alqoritmı formalaşdırılır. Predmet səviyyəsində təsvir edilən biliklərin riyazi səviyyədə biliklərə çevrilməsi interfeysdə formalaşdırılan çevrilmə alqoritmləri ilə yerinə yetirilir. Proqram səviyyəsində idarə alqoritmının proqramı formalaşdırılır.

ÇİS-in kompleks şəkildə tədqiqinin realizasiyası və idarə alqoritmını formalaşdırılması üçün avtomatlaşdırılmış lahiyələndirmə alətinin əsas məsələlərindən biri interfeysin yaradılmasıdır. Məqsəd müxtəlif modelləşdirmə aparatları ilə təsvir edilmiş modellərin Petri şəbəkəsi modelinə çevrilməsi alqoritmlərinin işlənməsidir.

## **ƏDƏBİYYAT**

1. Н.М.Соломатин. Информационные семантические системы. М.: Высш. шк., 1989, 127 с.
2. Кязимов Н.М., Магомедли Х.М. Архитектура инструмента автоматизированного проектирования гибких производственных систем// Информационные технологии, моделирования и управления. Воронеж: Научная книга, 2010, №3(62), с.371-378.
3. Sadiqov Z.Ə., Məhəmmədli H.M. Produksiya modelləri ilə təsvir olunan giriş informasiyasının Petri şəbəkəsinə çevrilməsi alqoritmı/ Труды шестой Международной научно-технической конференции "Микроэлектронные преобразователи и приборы на их основе". Баку-Сумгаит: 2007, с.155-156.
4. Мамедов Дж.Ф., Магомедли Х.М. Моделирование ГПМ в виде конечных автоматов и исследование анализом основных свойств сети Петри// Сборник Трудов по итогам XVI Международной открытой научной конференции "Современные проблемы информатизации в моделировании и социальных технологиях". Воронеж: Научная книга, 2011, выпуск 16, с.260-264.

**РЕЗЮМЕ**

**РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ИНСТРУМЕНТА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ  
ПРОЕКТИРУЕМОГО ОБЪЕКТА**

*Ахмедов М.А., Насирова Е.А.*

*Ключевые слова: гибкая производственная система, гибкий производственный модуль, база знаний, моделирование, сеть Петри.*

Рассмотрены вопросы комплексного исследования гибкой производственной системы компьютерными экспериментами на этапе системотехнического проектирования, предложена архитектура инструмента автоматизированного проектирования для исследования алгоритма управления проектируемого объекта.

**SUMMARY**

**DEVELOPMENT OF ARCHITECTURE OF COMPUTING DESIGN FOR  
INVESTIGATION OF ALGORITHM CONTROLLING OF A DESIGN OBJECT**

*Akhmedov M.A., Nasirova E.A.*

*Key words: flexible manufacture system, flexible manufacture module, knowledge base, simulation, Petri net.*

There were considered the problems of complex investigation of flexible manufacture system by means of computer experiments on the stage of systemo-technical design. It was preferred architecture of computing design unit for researching control algorithm of the design object.

|                    |               |            |
|--------------------|---------------|------------|
| Daxil olma tarixi: | Ilkin variant | 11.03.2016 |
|                    | Son variant   | 01.06.2016 |

UOT 6219

## TEXNİKİ SİSTEMLƏRİN KONSEPTUAL LAYİHƏLƏNDİRMƏ PROSEDURALARININ SİSTEMLİ ANALİZİ

**HÜSEYNOV AGİL HƏMİD oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

**TALİBOV NATİQ HƏSƏN oğlu**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

*e-mail: aqil.55@mail.ru, natiq1965@bk.ru*

**Açar sözlər:** *konseptual layihələndirmə, layihələndirmə mərhələləri, paralel layihələndirmə, avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemləri, biliklər bazası.*

*İşdə texniki obyektlərin və sistemlərin layihələndirmə prosesinin səmərəliliyinin yüksəldilməsi yolları analiz və tədqiq edilir. Konseptual layihələndirmə prosesinin əsas məsələləri öyrənilir və həmin məsələlərin müasir avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin tətbiqi ilə həllinə baxılır. Həmçinin konseptual layihələndirmə prosesinin intellektuallığının yüksəldilməsi məqsədi ilə biliklər bazasından istifadənin mümkünlüyü, daxili və xarici layihələndirmə zamanı həlli zəruri olan məsələlər müəyyənləşdirilir.*

Layihələndirmə mərhələləri – zamandan asılı olaraq inkişaf edən proses kimi layihələndirmənin daha iri hissələridir. Ümumi halda elmi tədqiqat işləri, eskiz layihələndirmə, texniki, işçi layihələndirmə, nümunələrin təcrübədə yoxlanması mərhələlərinə bölünür. Elmi tədqiqat işləri mərhələsi layihələndirmədən əvvəlki tədqiqat mərhələsi və ya texniki təklif mərhələsi adlanır [1].

Aydındır ki, mərhələdən mərhələyə keçid nəticəsində layihənin reallaşdırma dərəcəsi artır və işçi layihə təcrübə və kütləvi istehsal nümunələrinin hazırlanması üçün işlənmiş olur.

Layihələndirmə səviyyələri və ya mərhələləri layihə proseduraları adlanan tərkib hissələrinə bölünür. Layihə proseduraları da özlüyündə layihə əməliyyatlarından təşkil olunur, yəni layihələndirmə prosesi layihə proseduralarının bir sıra ardıcılığını yerinə yetirir. Təsəvvür olunan layihələndirmə obyektini, hansı ki nəticədə insanların müəyyən tələbatını ödəmək üçün süni yolla təşkil olunur – layihələndirmə obyektini hesab olunur. Bu obyektin hazırlanmasında və fəaliyyət dövrünün başqa mərhələlərində çoxlu sayda insanlar iştirak edir. Ona görə layihələndirilən obyekt haqqında abstrakt təsəvvürlər vahid və dəqiq ola bilməz [4,5].

Layihələndirilən qurğu qayda üzrə qarşılıqlı əlaqəli konstruksiyalar çoxluğundan ibarətdir ki, onun da quruluşu layihələndirmənin ilkin mərhələlərində təyin edilmir.

Layihələndirmə texniki tapşırığın işlənməsi ilə başlayır ki, bu da xarici layihələndirmə, texniki tapşırığın reallaşdırılması isə daxili layihələndirmə adlandırılır.

Xarici layihələndirmənin məsələləri layihələndirilən obyektin element kimi daxil olduğu sistemin tədqiqat məsələlərindən ibarətdir. Belə sistemlər açıq və məqsədyönlü sistemlərdir.

Daxili layihələndirmə məsələlərində layihələndirilən obyektin funksionallığını və daxili qurulmasını ifadə edən strukturlaşdırılmış sistemə baxılır. Bu səviyyədə informasiyanın toplanması məqsədilə sistemin tədqiqi (analizi) məsələlərinə, həmçinin alınmış biliklərin əsasında sistemin layihələndirilməsi (sintezi) məsələlərinə baxılır.

Şəkildə xarici layihələndirmə prosesinə təsir göstərən sistemin əsas elementləri göstərilmişdir. Layihələndirmə obyektini özünü asılı olmayan obyekt kimi təsvir edə bilər və ona başqa subyektlərlə birlikdə müstəqil subyekt kimi baxılır.

Layihə-konstruktor işlərinin aparılmasına başlamaq o vaxt mümkündür ki, layihələndirmə

obyektinə tələbat var, həmçinin onun istehsalı mümkündür. Ona görə, xarici layihələndirmənin bir çox məsələlərində investorlar, texnoloqlar, infrastruktur, ehtiyatların təmini, ekoloqlar, makroiqtisadiyyat və s. tərəfindən müəssisə-istehsalçıya təqdim olunan tələblərə baxılması zəruridir. Qeyd etmək lazımdır ki, zamandan asılı olaraq tələblərin dəyişməsi ilə əlaqəli xarici layihələndirmə sisteminin bütün elementlərinə ətraf mühit təsir göstərir. Ona görə də xarici layihələndirmə sisteminin dinamikasının tədqiqi ALS-in vacib məsələlərindən biri hesab olunur [5].

Xarici layihələndirmə zamanı yaranan əsas məsələlərin formalaşdırılmasına baxaq:

**Məsələ 1.** Layihələndirilən obyektə qoyulan ümumiləşdirilmiş tələblərin təşkili müxtəlif mənbələrdən (istehsalçı, layihəçilər, istifadəçilər və investorlar) alınır. Bu münaqişə şəraitində kollektiv həll qəbulu məsələsidir. Bununla prosesin iştirakçıları layihələndirilən obyektin funksiyalarına qarşı qarşılıqlı aradan qaldırmaq tələbinə malikdirlər. Şəkildə verilmiş sistemin quruluş nümunəsi belə verilə bilər:

$$S_2 = \{C_i \in S_2, i = 1, \dots, 9; S_j \in S_2, j = 3, 4\}$$

Bütün iştirakçıların qarşılıqlı tələblərinin ödənilməsi ideal nəticə hesab olunur. Tələblər arasında bir-birini inkar etmə olmadıqda bu əldə edilir və layihələndirilən obyekt ümumi şəkildə təsvir edilir.

**Məsələ 2.**  $S_3$  sisteminin məqsədinin təyini məsələsi (və/və ya  $C_i, i = 1, \dots, 9$  (şəkil) sisteminin məqsədi)  $S_1$  və  $S_2$  metasistemlərinin tədqiqi ilə əlaqələndirilir. Əvvəlki məsələdən fərqli olaraq bu halda layihələndirilən obyektin son variantı haqqında da təsəvvürə malik olmaq zəruridir. Belə təsəvvürün təşkili, məqsədə nail olma qaydalarının strateji planlaşdırma prosesinin mümkün olan və arzulanan elementləri arasındakı münaqişəli vəziyyətlərin işlənməsini mümkün edir. Strateji planlaşdırmanın məsələlərinin həlli proqnozlaşdırmanın nəticələrinə əsaslanır və münaqişəli vəziyyətdə kollektiv həll qəbulunun proseduralarını özündə saxlayır.

**Məsələ 3.** Strukturanın ən yaxşı variantının seçilməsi məsələsi sintez məsələlərinin zəruri hissəsidir. Onun həlli üçün seçmənin prinsip və şərtlərinin təyini vacibdir, həmçinin sintezləşdirilmiş həll variantlarının texniki-iqtisadi qiymətləndirilməsi yerinə yetirilməlidir. Baxılan məsələ ən yaxşı həllin təşkil olunduğu  $S_3$  və ya  $S_2$  sistemlərində fərdi və ya kollektiv həll qəbulunun çoxkriteriyalı məsələləri hesab olunur. İnformasiyanın toplanması üçün  $S_4, S_5, S_3, S_2$  sistemlərinin tədqiqi zəruridir.

Məsələlər və nəticələr arasındakı müxtəlifliliyə baxmayaraq onlar bir çox ümumi xüsusiyyətlərə malikdirlər.

Birinci, bu məsələlər qarşılıqlı əlaqədirlər. Analiz və ya həll qəbulu məsələsi həmişə sistemin alternativ variantlarının sintezindən alınır. Əgər alternativlər çoxelementli quruluşa malikdirlərsə sintez məsələsi həll qəbulu prosesinin hissəsindən ibarətdir. Gələcəkdə reallaşan həll hazırki andakı vəziyyətlərin mövcudluğunun dəyişməsi imkanlarının proqnozlaşdırılmasını tələb edir. Proqnozlaşdırmaya bir çox hallarda gələcəkdə yerinə yetiriləcək sintez prosesi kimi baxmaq olar. Planlaşdırma məsələlərinə həmişə həllin sintezi, analizi və proqnozlaşdırma proseduraları daxildir.

İkinci, bütün sadalanan məsələlər mürəkkəb sistemdə xüsusi yerə malikdirlər. Onların həlli qeyri müəyyənlik şəraitində yerinə yetirilir ki, bu da ekspert biliklərindən istifadəni zəruri edir.

Üçüncü, ekspert informasiyalarını emal etmək üçün bu məsələlərdə eyni üsullar tətbiq olunur.

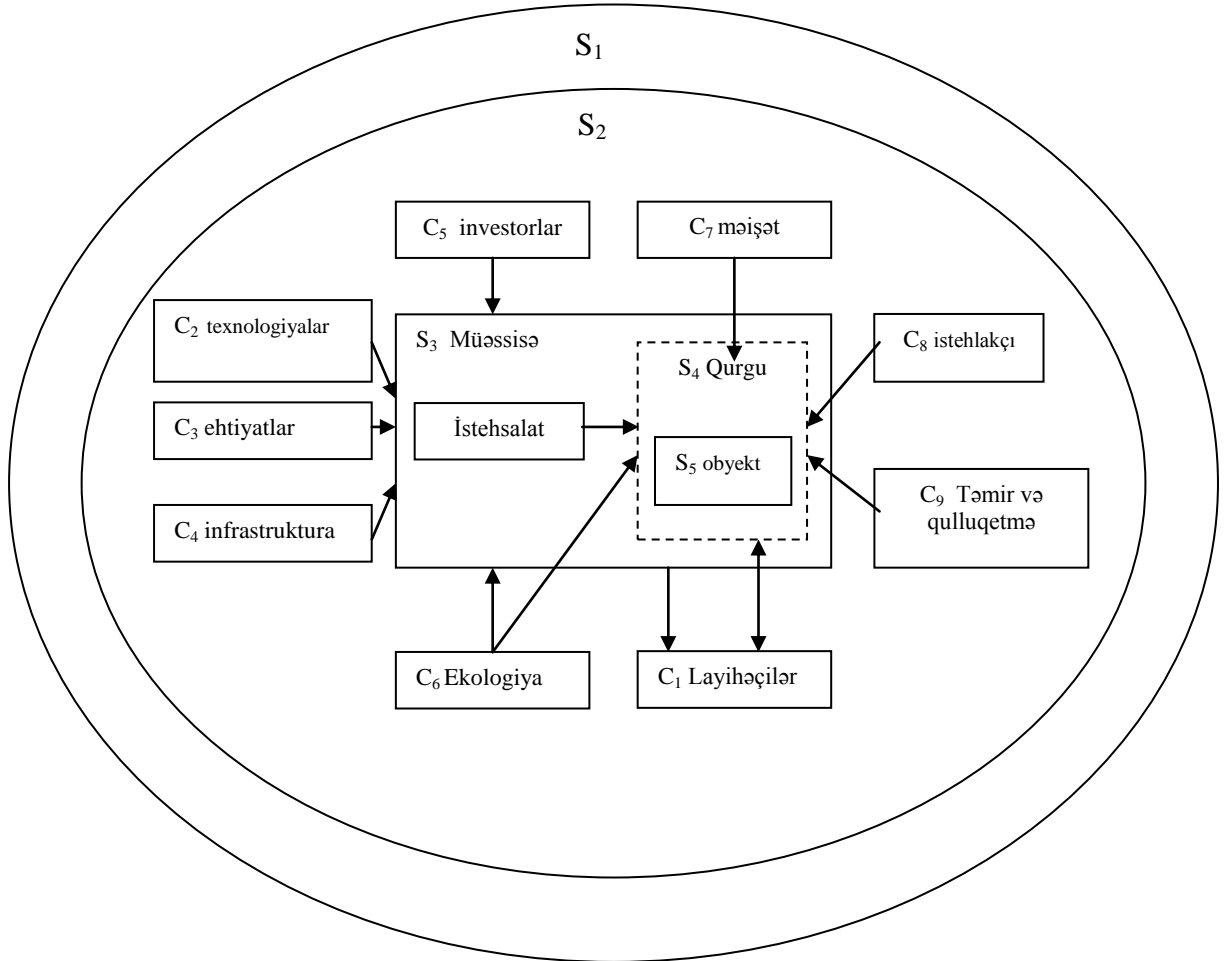
Layihələndirməyə sərf olunan zamanın qısaltılmasına cəhd paralel layihələndirmə metodikasının işlənməsinə gətirib çıxarmışdır. Belə ki, məsələlərin birinin həlli üçün başqa məsələlərin həllərinin nəticələri haqqında biliklər tələb olunur ki, nəticədə giriş və çıxış verilənlərinə görə əlaqəli məsələlər zamana görə paralel həll edilir. Baxmayaraq ki, paralel layihələndirmənin başlanğıc proseduralarında bu nəticələr hələ alınmamışdır ancaq, paralel



layihələndirmə metodikasında parametrlərin hələ təyin edilməmiş qiymətlərinin verilmə qaydaları göstərilməlidir.

Layihələndirilən qurğunun və sistemin fəaliyyət prinsipinə və obrazına görə prinsiplial layihə həlləri qəbul edən proseslər, yəni layihələndirmənin başlanğıc mərhələləri konseptual layihələndirmə adlanır. [1]-də konseptual layihələndirmə prosesinin sistemli analizi aparılır. Layihələndirmə prosesində meydana çıxan əsas məsələlər sadalanır.

Konseptual layihələndirmədə reallaşan layihə proseduraları çətin formalaşdırılan və zərif strukturlaşan məsələlərin həlli ilə əlaqəlidir.



**Şəkil.** Xarici layihələndirmə sisteminin əsas modulları

Konseptual layihələndirmə aşağıdakı mərhələlərə bölünür: məqsədin modelinin formalaşdırılması, konseptual modellərin sintezi, modelləşdirmənin nəticəsinin interpretasiyası.

İstifadə olunan texnologiya nöqtəyi-nəzərindən modelləşdirməni üç səviyyədə aparmaq olar: hiper struktur səviyyədə, fiziki funksional səviyyədə və konskuktiv funksional səviyyədə.

Eyni zamanda, istifadə olunan texnologiyalar çərçivəsində aşağıdakı növ qeyri-səlisliyi ayırmaq olar [6]:

- məqsədin modelinin formalaşdırılmasının quruluşca tam olmaması və qeyri-səlisliyi;
- texniki sistemin sintezləşdirilən quruluşunu xarakterizə edən modelin qeyri-dəqiqliyi;
- sintez prosesində iştirak edən alt sistemlərin əlaqələrinin və uyğunluq əlaqələrinin və uyğunluq dərəcələrinin qeyri-dəqiqliyi.

Konseptual modelləşdirmənin avtomatlaşdırılmış sisteminin qurulması üçün çoxagentli

sistemin metodologiyası qəbul edilmişdir ki, o da biliklərə əsaslanır. Çoxagentli sistemdən istifadə paylanmış paralel layihələndirmə sisteminin qurulmasına imkan verir [3].

Məqalə [2]-də qeyd olunur ki, istənilən təyinatlı məhsulun işlənməsi üçün predmet sahəsinə uyğun məlumat bazasının təşkili tələb olunur. O, hər biri hər hansı əlamətlər toplusu ilə xarakterizə olunan layihə həlləri toplusundan ibarətdir. Onun təqdim olunmasının təbii forması relyasiya tipli verilənlər bazasıdır. Empirik yolla təşkil olunan verilənlər bazasının çatışmazlığı onun tam olmaması, bir-birini inkar etməsi və s.-dir. Empirik verilənlər bazasına alternativ kimi predmet sahəsinin qanunauyğunluqlarına əsaslanan, layihə həllərinin generasiyası üçün biliklər bazasından istifadə hesab olunur.

Analiz göstərir ki, layihələndirmə prosesində layihə həllərinin qəbulu aşağıda sadalanan səbəblərdən olduqca mürəkkəbdir:

- layihələndirmə obyektlərinin ayrı-ayrı blokları və qovşaqları kimi standart olmayan komponentlərin tətbiqi;
- intellektual sistemlərin tətbiqinə qoyulan tələblərin yüksəldilməsi, hansı ki, hesablama qovşaqlarına düşən yük bərabər deyildir və dinamik olaraq dəyişə bilər;
- yüksək dəqiqlikli layihələndirmənin təmini üçün verilənlərin mübadilə sürətlərinin kifayət qədər olmaması;
- verilənlərin qısa müddətli və eləcə də uzunmüddətli saxlanması alt sisteminə qoyulan yüksək tələblər.

Sadalanan problemlərdən başqa, prinsiplial olaraq qeyd etmək lazımdır ki, element bazası çoxalternativliyi də bir sıra çətinlik yaradır. Ancaq, qeyd olunanlara baxmayaraq, kompüter texnikası istehsalçıları kompüterlərin və onun element bazasının imkanlarını sürətlə inkişaf etdirirlər. Bütün bunlar geniş alternativlər sahəsinin yaranmasını təmin edir və yeni, əlavə vəsaitlərin qurulması problemini aktualaşdırır, fəaliyyət göstərən avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin, həmçinin problem təyinatlı ALS-lərin imkanlarını artırır [7].

İntellektual ALS-in mübahisə olunmayan üstünlüyü məhsulun layihələndirmə prosesinin sonuncu istifadəçinin ixtisas səviyyəsindən asılı olmamasıdır.

Yeni texnologiyanın ənənəvidən fərqi, verilənlərin emalının proqramlaşdırılmasının prosedur oriyentasiyalı üsullarının köməyi ilə reallaşdırılmasıdır ki, burada da aparıcı rol prosedur komponentlər oynayır, deklarativ komponentlər passiv qalırlar.

Hazırda, yeni nəsil ALS-in təşkili problemi aktualdır, layihələndirmənin bütün mərhələləri işlənməyə səmərəliliyin daha yüksəlməsinin təmin edilməsinə, layihələndirmənin müddətinin dəfələrlə qısaldılmasına, məhsulun keyfiyyətinin nəzərə çarpacaq dərəcədə yaxşılaşdırılmasına yönəldilir. Belə yeni nəsil ALS-lər inteqrasiyalı intellektual ALS kimi qurulmalıdır [3]. Bunun üçün müxtəlif informasiya texnologiyaları, o cümlədən, biliklərin emalı vasitələri, maşın qrafikası vasitələri, layihə-konstruktor verilənlər bazası, hesabat, optimallaşdırma və imitasiya paketləri birlikdə tətbiq edilməlidir. Biliklərin emalının gücləndirilmiş yeni informasiya texnologiyaları, həmçinin modullarla inkişaf etmiş əlaqə vasitələri ilə təchiz olunmuş klassik ALS inteqrasiyalı intellektual ALS adlanır.

Yeni nəsil ALS-in təşkilinin əsas istiqamətləri aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Layihələndirmənin bütün mərhələlər üzrə aktualaşdırılması: layihələndirmə məsələsinin səmərəliliyini yüksəltmək məqsədi ilə ixtiyari layihə prosedurasının formalizə edilməsinə yaxınlaşma;
2. İnsanla kompüter sisteminin məlumat əlaqəsinin optimallaşdırılması, tətbiqi proqram topluları ilə daxili və xarici interfeyslərin təşkili;
3. ALS-in instrumental vəsaitlərinin köməyi ilə layihə modellərini təqdim edən verilən/biliklər bazasının idarəsi.

Bütün bu istiqamətlər süni intellektin üsul və vəsaitlərinin geniş istifadə olunmasını fərz edir. ALS-lərin intellektualaşdırılmasının iki əsas strategiyası mövcuddur:

- Daxili intellektualaşdırma – proseslərin təşkilinin və ayrı-ayrı layihə-hesabat məsələlərinin intellektualaşdırılması, həmçinin uyğun alqoritmlərin.

- Xarici intellektuallaşdırma – mövcud layihə proseduraları da daxil olmaqla layihələndirmə prosedurasının intellektual idarə vasitələrinin təşkili, tətbiqi məsələlər toplusu, həndəsi modelləşdirmə toplusunun və s. təşkili .

Hazırda, xarici intellektuallaşdırma daha aktual hesab olunur. Bu, məhsulun obrazını təşkil edən və layihələndirmə prosesində əsas hesab olunan güclü proqram məhsullarının iştirakı ilə izah edilir. Ancaq, ona görə göstərilən proqram məhsullarını intellektual adlandırmaq olmaz.

Xarici intellektuallaşdırmanın və proqram vəsaitlərinin inteqrasiyasının əsası, vahid prinsiplə qurulmuş paylanmış biliklər bazasından ibarətdir ki, onun istifadəsi ilə layihələndirmənin ixtiyarı mərhələsindəki aşağıdakı dörd əsas tip məsələ həll edilir:

- axtarışlı layihələndirmə (məlumat axtarışı və layihələndirilən obyektin modellərinin sintezi);

- layihə və yoxlama hesabatlarının yerinə yetirilməsi ilə əlaqəli mühəndis analizi;

- Alınmış layihə həllərinin çox kriteriyalı qiymətləndirilməsi və optimaallaşdırma (səmərəli həllin seçilməsi);

- çertyoj-qrafik işlərin yerinə yetirilməsi.

Müasir ALS olduqca mürəkkəb arxitekturalara malikdir. Onların əksəriyyəti arxitekturanın qurulmasının klassik prinsiplərinə əsaslanır. Bu prinsiplər layihələndirmə prinsiplərinin müasir tələblərinə cavab vermir. Belə ki, ancaq müəyyən növ məhsulların buraxılışına və layihələndirilməsinə istiqamətləndirilir. Keyfiyyətli yeni layihələndirməyə və keyfiyyətli yeni məhsul buraxılışına keçid ALS-in özünün qlobal yenidən qurulması ilə müşayiət olunur. Bu problemi həll etmək üçün süni intellektin müasir ideyalarından istifadə etmək təklif olunur. Praktiki belə ideyalardan istifadə etmək, məhsulların yeni növünün mənimlənməsi üçün bütün keyfiyyətli dəyişikliklərin sadələşməsinə və sistemin özünün məhsuldarlığının artmasına imkan verir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Норенков И. П.. Введение в автоматизированное проектирование технических систем и устройств. //Электронный журнал «Наука и образование». Инженерное образование ассоциации технических университетов. ЭЛ № ФС 77, 27.11.2004.
2. Халилов С.А., Гусейнов А.Г., Талыбов Н.Г. Наука и техника: Автоматизированное проектирование нестандартных механических модулей с применением интеллектуальных средств. Монография, / отв. ред. Я.А.Максимов, Красноярск: Научно-инновационный центр, 2011, 179 с.
3. Янушко В.В., Жмурко С.А. Многоагентные системы в САПР (часть 1). //Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. Таганрог: ЮФУ, №1, 2007, с.24-30.
4. Hüseynov A.H., Orucova G.E. Çevik istehsal sistemlərinin avtomatlaşdırılmış layihələndirilmə strategiyasının analizi. «Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları» Respublika Elmi Konfransının materialları, Sumqayıt, 26-27 noyabr, 2007, s. 191-192
5. Hüseynov A.H., Mövsümov B.Ə. ÇİS-lərin element və qovşaqları üçün unifikasiyalı ALS-lərin işlənməsinin tədqiqi. SDU, Elmi xəbərlər, cild7, 2007, №3 s. 109-114
6. Huseynov A.H. Greation of a Knowledge Base for Searh And Designing of Active of Flexible Manufacturing systems Abstracts. The 2<sup>nd</sup> International Conference on Control And Optimization with Industrial Applications yune, 2-4, 2008. Baku, Azerbaijan, p.77
7. Hüseynov A.H., Xəlilov S.X., Talibov N.H. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmədə unifikasiyalı konseptual modelin tətbiqi. Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları II Respublika elmi konfransının materialları, Sumqayıt, 2012, s. 144

**РЕЗЮМЕ**  
**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ПРОЕКТНЫХ**  
**ПРОЦЕДУР ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

*Гусейнов А.Г., Талыбов Н.Г.*

**Ключевые слова:** *концептуальное проектирование, этапы проектирования, параллельное проектирование, авторизованная система проектирования, база знаний.*

В работе проведен анализ и исследован вопрос путей повышения экономической эффективности процесса проектирования технических объектов и систем. Рассматривается вопрос применения и решения задач современных автоматизированных систем проектирования, изучаются основные проблемы концептуального проектирования. Также, с целью повышения интеллектуальности концептуального процесса проектирования, определены возможности применения базы знаний и важность применения необходимых задач при внутреннем и внешнем проектировании.

**SUMMARY**  
**SYSTEM ANALYZE OF THE CONCEPTING DESIGN**  
**PROCEDURES OF TECHNICAL SYSTEMS**

*Huseynov A.H., Talbov N.H.*

**Keywords:** *concepting design, design stapes, parallel design, CAD, knowledge.*

There were analyzed and researched the ways of rising efficiency of design process of the technical objects and systems in the paper. As a basis problem concepting design process learning and solution of the problem of application of theirs computing design systems are considered. It was defined the problems which could be effective for solution of internal and external design and applied in knowledge base of the intelligence systems.

|                    |               |            |
|--------------------|---------------|------------|
| Daxil olma tarixi: | Ilkin variant | 26.04.2016 |
|                    | Son variant   | 01.06.2016 |

УДК 621.6.053

**КРАТКИЙ ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕБАЗ****КЯЗИМОВ НАДИР МАМЕДАЛИ оглу***Сумгаитский государственный университет, профессор***АЛЛАХВЕРДИЕВА КЁНЮЛЬ АСФЕР гызы***Сумгаитский государственный университет, ассистент**e-mail: kalim\_sinan@mail.ru*

**Ключевые слова:** *нефтебаза, технологический процесс, моделирование, автоматизация*

**Нефтебазами** называются предприятия, состоящие из комплекса сооружений и установок, предназначенных для приема, хранения и отпуска нефтепродуктов потребителям. Основное назначение нефтебаз — обеспечить бесперебойное снабжение промышленности, транспорта, сельского хозяйства и других потребителей нефтепродуктами в необходимом количестве и ассортименте; сохранение качества нефтепродуктов и сокращение до минимума их потерь при приеме, хранении и отпуске потребителям [1].

**По функциональному назначению** (по принципу оперативной деятельности) нефтебазы делятся на:

1. *Перевалочные нефтебазы* - предназначены для перегрузки (перевалки) нефтепродуктов с одного вида транспорта на другой. Размещают их на берегах судоходных рек и озер, вблизи морских портов, крупных железнодорожных магистралей, промежуточных перекачивающих станций нефтепродуктопроводов. Роль конечного пункта магистрального нефтепродуктопровода (МНПП) также обычно играет перевалочная нефтебаза.

Водно-железнодорожные нефтебазы расположены на берегах рек и морей. В основном это крупные перевалочные нефтебазы, находящиеся на пересечении водных и железнодорожных магистралей, осуществляющие прием и перевалку нефти и нефтепродуктов с одного вида транспорта на другой. Перевалочная нефтебаза должна иметь большое число резервуаров, при этом, как правило, вместимостью 2000 м<sup>3</sup> и выше, что дает возможность накапливать достаточное количество нефтепродуктов для загрузки нефтеналивных судов при перевалке нефтепродуктов с железной дороги на нефтеналивные суда и наоборот, для бесперебойной выкачки нефтепродуктов из нефтеналивного судна при перевалке груза с воды на железную дорогу. А если учесть, что в настоящее время нефтеналивные суда имеют грузоподъемность 50- 60 тыс. т и что уже построен танкер на 150 тыс. т, то становится очевидным, что вместимость морской перевалочной базы должна быть весьма значительной [6].

В период активного перевалочного процесса, когда постоянно происходит слив и налив нефтепродуктов, заполнять до предела резервуары не рекомендуется. Если на период создания сезонных запасов или же временного размещения избыточных ресурсов на распределительных нефтебазах с целью эффективного использования вместимости резервуаров рекомендуется и разрешается заполнять последние на 90—95% их полезного объема, то для перевалочной нефтебазы в период активной работы такого положения допускать не следует, так как это неизбежно приведет к простоям транспортных средств. Допустим, что в приведенном выше примере перевалочная нефтебаза имеет под дизельное топливо резервуар вместимостью 25 тыс. м<sup>3</sup>, в который можно принять

максимально 21,2 тыс. т продукта, из расчета:  $25 \text{ тыс. м}^3 \cdot 0,9 \cdot 0,95 = 21,25 \text{ тыс. т}$ , где 0,9 — плотность дизельного топлива; 0,95 — процент максимального заполнения резервуара.

Особенно большие перевалочные нефтебазы сооружаются в морских портах для отгрузки нефти. Перевозка нефти осуществляется в крупнотоннажных танкерах водоизмещением от 30 до 150 тыс. т. Для обеспечения такого танкера грузом перевалочная нефтебаза должна иметь в наличии не менее 150 тыс. т нефти, для хранения которой, с учетом плотности нефти 0,85, максимального заполнения емкости на 95% и рационального - на 60%, потребуется резервуаров общей вместимостью 150 тыс. т:  $(0,85 \cdot 0,95) = 186 \text{ тыс. м}^3$ ;  $186 \text{ тыс. м}^3 \cdot 100 : 0,6 = 310 \text{ тыс. м}^3$ .

Товарооборот перевалочной нефтебазы включает объемы нефтепродуктов, подлежащих отгрузке различными видами транспорта независимо от назначения. Товарооборот перевалочной нефтебазы, которая одновременно занимается реализацией нефтепродуктов потребителям, включает количество нефтепродуктов, реализуемых по условиям распределительной нефтебазы.

Производственные процессы подразделяются на основные и вспомогательные. Производственный процесс, в результате которого решается основная производственная задача для данного предприятия, называется основным производственным процессом. Для трубопровода — транспорт нефти или газа, для перевалочной нефтебазы — перевалка нефтепродуктов, для распределительной нефтебазы — реализация нефтепродуктов и т. д. [6].

2. *Распределительные нефтебазы* - предназначены для непродолжительного хранения нефтепродуктов и снабжения ими потребителей обслуживаемого района. Их разделяют на оперативные, обслуживающие лишь местных потребителей, и сезонного хранения, предназначенные как для удовлетворения местных потребностей, так и для компенсации неравномерности подачи нефтепродуктов на оперативные нефтебазы, входящие в зону влияния нефтебазы сезонного хранения. Распределительные нефтебазы предназначены для снабжения потребителей нефтепродуктами. Они имеют меньшую емкость, чем перевалочные, и рассчитаны на непродолжительное хранение и ограниченный район обслуживания [1, 7].

К распределительным нефтебазам относятся нефтебазы II и III категорий, емкостью до 30 000. м<sup>3</sup>, в редких случаях они могут быть большей емкости. Распределительные нефтебазы принимают нефтепродукты с железнодорожного, водного, трубопроводного и автомобильного транспорта и отпускают их в железнодорожные вагоны, мелкие баржи, на автотранспорт и в мелкую тару [7].

По характеру операций распределительные нефтебазы делятся на областные и районные, железнодорожные, водно-железнодорожные и водные. Они должны располагаться с учетом наилучшего обслуживания потребителей, в строгом соответствии с санитарными и пожарными нормами и с учетом того, чтобы пробег автотранспорта от потребителей до нефтебазы был минимальным.

К распределительным относятся также глубинные базы и нефтебазы на магистральных продуктопроводах. Первые располагаются вдали от железнодорожных и водных путей сообщения, и все операции с нефтепродуктами производят посредством автотранспорта. Вторые располагаются вблизи от магистральных продуктопроводов и снабжаются периодически подачей и нефтепродуктов из трубопроводов; отпуск нефти продуктов производится на автотранспорт.

Глубинные распределительные нефтебазы являются массовыми пунктами отпуска нефтепродуктов потребителям, тяготеющим к данной нефтебазе. В течение зимнего периода, когда потребление нефтепродуктов сельскохозяйственными потребителями сокращается, на глубинных нефтебазах должны накапливаться запасы нефтепродуктов для весенних полевых работ.

3. *Перевалочно-распределительные нефтебазы* - совмещают функции перевалочных и распределительных нефтебаз. По своему назначению нефтебазы могут быть перевалочными, распределительными, перевалочно-распределительными и базами хранения. Распределительные нефтебазы являются наиболее распространенными и предназначены для снабжения непосредственных потребителей нефти и нефтепродуктов, расположенных в районе, обслуживаемом базой. *Перевалочно-распределительные нефтебазы* выполняют функции перевалочных и распределительных нефтебаз [8].

4. *Базы хранения* - осуществляют прием, хранение и периодическое освежение нефтепродуктов. Товарные нефтебазы - Кроме перевалочных и распределительных нефтебаз при нефтеперерабатывающих заводах существуют склады сырья и готовой продукции. Они часто располагаются на специально выделенных участках. Назначением сырьевых складов является прием сырья с железнодорожного, водного и трубопроводного транспорта, хранение необходимого запаса для обеспечения бесперебойной работы завода, подготовка сырья для переработки (обезвоживание, деэмульсация, обессоливание, обессеривание, смешение и т. д.) и подача его на завод по трубопроводу. Назначением товарных нефтебаз или складов является прием по трубопроводам с завода готовой продукции, хранение оперативных запасов и отгрузка продуктов перевалочным и распределительным нефтебазам [7]. В зависимости от назначения нефтебаз (перевалочная, распределительная, сезонного регулирования и т. д.) изменяются их производственные процессы. Если перевалочная нефтебаза осуществляет перевалку нефтепродуктов с одного вида транспорта на другой, то основная задача распределительных нефтебаз — хранение, распределение и выдача нефтепродуктов потребителям. Специфика нефтебаз определяет и состав их сооружений. Например, в состав железно-дорожно-распределительной нефтебазы входит железнодорожная сливно-наливная эстакада, а водная нефтебаза имеет причальные сооружения. Виды транспорта, на который ориентируются нефтебазы, обуславливают равномерность их работы. Так, железнодорожно-трубопроводная нефтебаза работает более равномерно, чем водная [6].

Все указанные нефтебазы находятся во взаимной связи между собой; главной задачей их является снабжение потребителей нефтепродуктами с максимальной оперативностью и при наименьших потерях и эксплуатационных расходах. Для выполнения этой задачи нефтебазы должны иметь техническую оснащенность, удовлетворяющую следующим основным требованиям [7]:

1. Емкость нефтебазы должна обеспечивать хранение необходимого количества и ассортимента нефтепродуктов;

2. Трубопроводные коммуникации должны обеспечивать одновременный прием и отпуск различных нефтепродуктов без смешения их;

3. Сливно-наливные устройства и насосные установки должны обеспечивать выполнение норм времени по сливу и наливу различных нефтепродуктов.

Нефтебазы, склады и базы горючего, выполняя важные функции по приему, хранению и выдаче нефтепродуктов для распределительной сети автозаправочных станций системы нефтепродуктообеспечения, относятся к объектам повышенной опасности [2]. Факторами риска для объектов особой важности традиционно являются:

-террористические акты; -хищения; -пожар; -стихийные бедствия.

Транспортировка нефти на нефтеперерабатывающие заводы и полученных продуктов к потребителю связана со значительными их потерями. Потери от смешения и утечек при трубопроводном транспорте, из резервуаров, от неполного слива нефтеналивных судов, железнодорожных и автомобильных цистерн, обводнения, зачистки, а также вследствие аварий, разливов, разбрызгивания и испарения наносят огромный ущерб экономике страны, приводят к затратам общественного труда и снижению эффективности производства. Кроме того, потери нефти и нефтепродуктов при

авариях, разливах и утечках загрязняют почву, грунтовые воды и водоемы. Многократные перевалки готовых нефтепродуктов в резервуарах ведут к потерям от испарения. В атмосферу уходят миллионы тонн углеводородов. Испаряются главным образом легкие фракции. При этом уменьшается сырье для нефтехимического синтеза, ухудшается качество нефтепродуктов [5].

Нефтебывтовые компании, имеющие свои нефтебазы и склады горюче-смазочных материалов, часто сталкиваются с тем, что большинство складов ГСМ используют в своей работе технологии и оборудование для нефтебаз, не обеспечивающие должный уровень технологической и экологической безопасности и точности учета. Внедрение систем комплексной автоматизации должно решить эти проблемы, повысить производственную и финансовую эффективность эксплуатации нефтебаз и сократить до минимума экологические риски [2].

В настоящее время вопросы обеспечения промышленной безопасности стоят как никогда остро. Это вызвано объективными факторами, такими, как например, развитие новых технологий добычи, хранения и переработки нефтепродуктов, предполагающих использование сложных технических решений с применением систем автоматики [3].

Большинство нефтебаз работают на оборудовании и по технологиям, которые не обеспечивают необходимый уровень технологической и экологической безопасности, точности учетных операций [5]. Отсутствие современных автоматизированных систем управления (АСУ ТП и АСУП), неудовлетворительное состояние очистительных сооружений и систем пожарной безопасности делают такие объекты чрезвычайно опасными как с производственной, так и с экологической точки зрения. Современные системы автоматизации нефтебаз позволяют ее руководителям **получать достоверную информацию** на всех этапах реализуемых технологических процессов, организовать **коммерческий учет** на базе электронного документооборота и многое другое, без чего сегодня трудно представить эффективно работающее предприятие.

**Устаревшие технологии**, кроме загрязнения окружающей среды, **приводят к прямым потерям** товарной продукции - за счет испарения, разливов, применения приборов с большой погрешностью. **Создание современных автоматизированных систем контроля и учета** продукции дает возможность **значительно уменьшить потери** (например, для нефтебазы с годовым объемом перевалки 100 тыс. т при установлении современных систем учета и утилизации паров углеводородов потери уменьшаются до 2%, что составляет 2 тыс. т. горючего за год). Техническая оснащенность нефтебаз должна удовлетворять следующим требованиям [1]:

А. Резервуарный парк должен обеспечивать прием, хранение и отгрузку заданного количества и ассортимента нефтепродуктов.

В. Технологические трубопроводы должны позволять вести одновременный прием и отгрузку различных марок нефтепродуктов без смешения и потери качества.

С. Наливные и сливные устройства, а также насосное оборудование должны обеспечивать соблюдение нормативов времени по сливу и наливу нефтепродуктов.

Автоматизированная система управления технологическими процессами нефтебазы предназначена для оперативно-диспетчерского контроля и управления процессами хранения и слива/налива нефтепродуктов, а также обеспечения требуемых технологических блокировок и противоаварийных защит.

Нефтебазы представляют большую опасность в пожарном отношении. Наиболее пожароопасными объектами являются резервуары. Поэтому за критерий пожароопасности нефтебаз принят суммарный объем резервуарного парка. Его величина, а также максимальный объем одного резервуара  $V_{p,max}$ , положены в основу деления нефтебаз на категории [1]:



I – общий объем резервуарного парка свыше 100 000 м<sup>3</sup>; II – общий объем резервуарного парка свыше 20 000 м<sup>3</sup> по 100 000 м<sup>3</sup>; IIIа – общий объем резервуарного парка свыше 10 000 м<sup>3</sup> по 20 000 м<sup>3</sup>,  $V_{p,max}=5000$  м<sup>3</sup>; IIIб – общий объем резервуарного парка свыше 2 000 м<sup>3</sup> по 10 000 м<sup>3</sup>,  $V_{p,max}=2000$  м<sup>3</sup>; IIIв – общий объем резервуарного парка до 2 000 м<sup>3</sup> включительно,  $V_{p,max}=700$  м<sup>3</sup>.

В зависимости от категории нефтебаз строительными нормами и правилами устанавливаются минимально допустимые (с точки зрения пожарной безопасности) расстояния до соседних объектов, например, расстояние от нефтебаз I категории до жилых и общественных зданий должно быть не менее 200 м, а от нефтебаз II и III категории — не менее 100 м.

**По величине годового грузооборота** нефтебазы подразделяются на пять классов: 1 класс - от 500 и более тыс. т/год; 2 класс - свыше 100 до 500 тыс. т/год включительно; 3 класс - свыше 50 до 100 тыс. т/год включительно; 4 класс - свыше 20 до 50 тыс. т/год включительно; 5 класс - от 20 и менее тыс. т/год.

Безусловное обеспечение необходимого уровня безопасности и надежности функционирования нефтебазы во всех режимах эксплуатации в соответствии с нормативными документами; снижение уровня трудоемкости технологических операций на объекте управления; повышение экологической безопасности; обеспечение максимально комфортных условий труда эксплуатационного персонала и, как следствие, – минимизация субъективной составляющей ведения процесса.

Информационные функции обеспечивают формирование экранных изображений и выходных форм информационно-вычислительных задач по запросам оператора или неоперативного персонала (администратора системы) и включают: - сбор и обработку информации о состоянии технологических параметров; обнаружение, сигнализацию и регистрацию аварийных ситуаций; контроль доступа в основные помещения нефтебазы; ведение протокола событий; архивирование истории изменения параметров на жестком магнитном диске; формирование и выдачу оперативных и архивных данных персоналу [9].

Управляющие функции обеспечивает противоаварийные защиты и блокировки, дистанционное управление запорно-регулирующей арматурой (задвижки), дистанционное управление насосными агрегатами, управление процессом слива / налива нефтепродуктов: автоматическое открытие / закрытие задвижек с целью обеспечения требуемого маршрута слива / налива.

Вспомогательные функции позволяют провести диагностика состояния программно-технических средств управления; проверка достоверности информационных сигналов; перенастройка системы (реконфигурация и параметрическая настройка программного обеспечения); ручной ввод (изменение устава и констант управления и обработки информации).

Доступ к функциональным возможностям системы предоставляется согласно установленным разграничениям уровней доступа.

Типовая архитектура - АСУ ТП построена по иерархическому принципу и представляет собой трехуровневую структуру [9]. На нижнем уровне системы расположены «полевые» контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации, а также кабельные линии связи. Средний уровень АСУ ТП построен на базе микропроцесс-сорного контроллера с необходимым количеством модулей ввода/вывода (дискретных/аналоговых сигналов), барьеров искробезопасной и коммуникационного оборудования полевых шин. Контроллер принимает сигналы от устройств нижнего уровня (датчиков), обрабатывает эти сигналы и формирует командные воздействия в соответствии с алгоритмом работы. Технические средства среднего уровня смонтированы в электротехнических шкафах управления, которые устанавливаются в помещении операторной. В состав программного обеспечения контроллера входит как общее

программное обеспечение, предназначенное для разработки специального программного обеспечения, так и специальное, разработанное непосредственно для выполнения функций АСУ ТП. Контроллеры осуществляют обмен данными с автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора, составляющего верхний уровень и реализованного на базе персонального компьютера промышленного исполнения с сенсорным экраном. Кроме того, в состав АСУ ТП входит автономная система измерения уровня, температуры и плотности нефтепродуктов в резервуарах и весы железнодорожных и автоцистерн, оснащенные отдельным АРМ.

Из представленного краткого обзора следует, что не рассмотрено компьютерное моделирование технологических процессов нефтебаз. Существуют определённые предпосылки, которые следует учитывать при составлении компьютерной модели для автоматизации процессов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Internet resurs - «Безопасность резервуарных парков нефтебаз как объектов особой важности», Журнал "Системы безопасности", № 5 , 2007 г.  
<http://proofoil.ru/Oilbase/classification.html>
2. Internet resurs –  
[http://www.secuteck.ru/articles2/OPS/obiecti\\_povishennoi\\_opasnosti\\_page154](http://www.secuteck.ru/articles2/OPS/obiecti_povishennoi_opasnosti_page154)
3. Internet resurs – М.В.Рукин  
<http://www.ervist.ru/stati/pozharnaya-bezopasnost-obektov-nefti-i-gaza-kak-sostavnoy-element-promyshlennoy-bezopasnosti-rossii.html>
4. Абузова Ф.Ф., Бронштейн И.С., Новоселов В.Ф. и др. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении— М., Недра, 1981. -248 с.
5. Internet resurs- <http://itc-nt.com/usluhy/neftebazy.html>
6. Internet resurs –  
<http://www.koefficienta.ru/enduratexter-material19modered-206-index.html>
7. Internet resurs –  
<http://neftepererabotka-info.ru/tipy-neftebaz-harakteristiki-naznachenie.php>
8. Internet resurs – <http://www.ngpedia.ru/id185887p1.html>
9. Internet resurs – журнал Сфера Нефтегаз №4 (сентябрь) 2011  
<http://www.krug2000.ru/publications/512/1060.html>

### XÜLASƏ

#### NEFT BAZALARINDA TEXNOLOJİ PROSESLƏRİN QISA İCMALI

*Kazimov N.M., Allahverdiyeva K.Ə.*

**Açar sözlər:** *neft bazaları, texnoloji proseslər, modelləşdirmə, avtomatlaşdırma*

Məqalədə neft bazalarında texnoloji proseslərin qısa icmalı verilir. Neft bazası dedikdə neft və neft məhsullarını qəbul etmək, yığıb saxlamaq, bir nəqliyyat növündən digərinə yükləmək, yaxud istehsalçıya ötürmək üçün bina və qurğular kompleksi nəzərdə tutulur. Qısa icmalda **boşaldılıb- yükləyici neft bazaları** (neft və neft məhsullarının bir nəqliyyat növündən başqasına, yaxud həmin növdən olan nəqliyyata yükləmək üçün), **paylayıcı neft bazaları** (bilavasitə müəyyən ərazidə yerləşən müəssisələri kiçik taralarda neft və neft məhsulları ilə təhviz edir və s.), **boşaldılıb- yükləyici- paylayıcı neft bazaları** (yuxarıda göstərdiyimiz hər iki neft bazasının bütün funksiyalarını özündə cəmləşdirir), və **zavod nəzdindəki neft bazaları** (emal olunacaq nefti, neft məhsullarını qəbul edir, saxlayır, emal üçün hazırlayır) araşdırılır.

**SUMMARY**  
**BRIEF ANALYSIS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS IN THE TANK FARMS**  
*Kazimov N.M., Allahverdiyeva K.A.*

**Keywords:** *tank farm, technological process, modelling, automation*

In the paper brief analysis of the technological process in the tank farms is indicated.

The tank farm is presented as the building complex for oil production receiving, its storing, its loading from one type of transport to other one or passing to the manufacturer. In the brief analysis unloading-loading the oil basis (for loading from one transport to another one distribution of the oil basis) (location struct to any place of the manufacture, there is provided with oil and oil production), unloading- loading distribution of the oil basis (having all functions of in two oil basis), the oil basis in the factory ris received (processing oil, oil productions, saving and preparing for processing) are given.

|                    |               |            |
|--------------------|---------------|------------|
| Daxil olma tarixi: | Ilkin variant | 16.02.2016 |
|                    | Son variant   | 01.06.2016 |

UOT 677.017.84

## PARÇALARIN İŞIQ VƏ İŞIQLI HAVANIN TƏSİRİNDƏN YEYİLMƏSİ

**AĞAYEVA AYTƏN ƏLİAĞA qızı**

*Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, müəllim*

**NURİYEV MƏHƏMMƏD NÜRƏDDİN oğlu**

*Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, professor*

*e-mail: [Aytenka72@mail.ru](mailto:Aytenka72@mail.ru)*

**Açar sözlər:** *parça, işıq və işıqlı hava, yeyilmə, köhnəlmə, parçanın quruluşu*

*Məqalədə parçaların işıq və işıqlı havanın təsirindən yeyilməsi, yaxud da istismar dövründən tez sıradan çıxması kimi aktual problemlərə baxılır. Tədqiqatlarla müəyyən olunur ki, süni şəraitdə işıqdan köhnəlmənin təyini üçün istifadə olunan mövcud metodların müxtəlif çatışmazlıqları vardır. Sınağın aparılması zamanı şüa enerji mənbəyinin təbiətini, şüalanmanın ardıcılığını və intensivliyini, tərkibi, ətraf mühitin temperaturu və nəmliyini, lifin struktur-morfoloji xüsusiyyətini, lifin və ondan alınan məmulatın tamamlama prosesinin növünü, ipliyin və parçanın quruluşunu nəzərə almaq vacibdir.*

Tekstil materiallarının müxtəlif növ yeyilmələrinin arasında xarici mühitin iqlim amillərinin təsirindən yeyilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu amillərə aid olan temperatur, havanın nəmliyi, günəş radiasiyası, yağış, külək və s. göstəricilər bir ümumiləşdirilmiş “ışıqlı hava” termini altında birləşdirilmişdir. İşıqlı havanın təsirindən tekstil materialları köhnəlir, yəni materialın ilkin xassəsi pisləşir (mexaniki, optik və s.), yaxud onlar tamamilə dağılır.

Xarici mühitin iqlim amillərindən tekstil materiallarının köhnəlməsi prosesinə ən çox təsir göstərən işıq və nəmlikdir. Ən çox işığa dözümlü məmulat yundan istehsal olunan, ən az dözümlü isə ipəkdən istehsal olunandır. Kimyəvi məmulatlardan işığa dözümlüsü poliakrilonitril və poliefirlərdən istehsal olunanlardır. Poliamid məmulatlarına işıqlı hava uzun müddət təsir etdikdə onların ilkin xassələri əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. Lakin parçaların işıqlı havanın təsirinə dözümlülüyü onun lifli tərkibindən asılı olmaqla yanaşı, quruluşundan və xüsusi ilə də tamamlama prosesinin aparılmasından asılıdır.

Tekstil materiallarının işıqlı havanın təsirinə dözümlülüyü aşağıdakı şəraitlərdə öyrənilir:

- təbii şəraitdə, bu zaman köhnəlmə amili meteoroloji şəraitdən asılı olur;
- süni şəraitdə, bu zaman aparatlarda süni hava iqlimi yaradılır [1].

Süni şəraitdə işıqdan köhnəlmənin təyin üçün istifadə olunan mövcud metodların çatışmazlığı qaranlıq fasiləsinin olmamasıdır. Bu hal işıqdan köhnəlmə reaksiyasının gedişinə xüsusi olaraq təsir edir. Sınağın aparılması zamanı şüa enerji mənbəyinin təbiətinin, şüalanmanın ardıcılığını və intensivliyini, tərkibi, ətraf mühitin temperaturu və nəmliyini, lifin struktur-morfoloji xüsusiyyətini, lifin və ondan alınan məmulatın tamamlama prosesinin növünü, ipliyin və parçanın quruluşunu nəzərə almaq vacibdir. Beləliklə, süni yaradılmış işıqlı havanın təsiri tekstil materiallarının istismar şəraitini tamamilə modelləşdirə bilmir [2].

Boyanmış liflərin işıqdan köhnəlməsi probleminin araşdırılması zamanı liflərdə rəngləyicilərin köhnəlməsi, eləcə də materialın, yəni lifin özünün köhnəlməsinə diqqəti yetirmək vacibdir. Boyanmış lif yetərinə yüksək işığa dözümlülük qabiliyyətinə malik olmalıdır. Əgər polimerin və rəngləyicinin işığa dözümlülük dərəcəsi kəskin fərqlənsə, onda material daha tez dağılır. İşığa dözümlülük nöqtəyi-nəzərdən ideal lifli material o hesab olunur ki, onun lifinin və rəngləyicisinin işığa dözümlülük həddi yüksəkdir, yaxud eynidir.

Liflərdə rəngləyicilərin və lifin özünün dağılması vaxtlarla əmələ gəlir, yəni buna kinetik proses kimi baxmaq olar [3].

Liflərdə boyanın daha yaxşı başa düşülməsində vacib rol oynayan iki əsas qanun var.

1. Qrotkus – Dreyper qanunu. Bu qanun təsdiq edir ki, fotokimyəvi təsiri işığın yalnız sistem tərəfindən udulan hissəsi edir. Bu nöqtəyi-nəzərdən lif və rəngləyici özlərini müxtəlif cür aparır. Çünki rəngləyicilər radiasiyanı güclü qəbul edən hissəciklərdir. Xüsusilə, az miqdarda da olsa, spektrin ultraçəhrayı hissəsində görünür. Kimyəvi strukturdan asılı olaraq, polimerlər isə spektrin ultraçəhrayı şüalarının müxtəlif hissəsində görünürlər.

2. Eynşteynin kvant ekvivalentliliyi qanunu. Bu qanuna əsasən, bir fotokimyəvi akta bir kvant işıq tələb olunur. Hazırda göstərilir ki, bir molekulun iki kvant işıq udması ilə fotokimyəvi çevrilmələr mümkündür. Lazer qurğularından istifadə olunan zaman şüalandırılan işıq selində enerji sıxlığının böyük olması bu cür oxşar ikifotonlu fotokimyəvi reaksiyanın getməsi asanlaşır [2].

Hazırda tekstil materiallarında boyanın işıqadözümlülüyü milli standartlara əsasən bal sistemi üzrə qiymətləndirilir. Bu zaman sınağı aparılan nümunələrlə birgə tutulan xüsusi göy şkalalardan geniş istifadə edilir. Parçanın günəş şüalarının təsirinə məruz etdikdən sonra işığa dözümlülüyün balla qiymətləndirilməsi sınağı aparılan nümunəni parlaqlığının boz şkalası ilə müqayisə etməklə vizual və instrumental yolla balla həyata keçirilir [4].

İşıqlı havanın təsirinə boyanın dözümlülük dərəcəsi seçilən rəngləyicinin tipindən və markasından asılıdır. Eyni zamanda rəngləyicilər tekstil materiallarının lifli tərkibindən asılı olaraq seçilir [5]. Tekstil materiallarının struktur xarakteristikasında əhəmiyyətli dərəcədə nümunənin işığa davamlılığına təsir göstərir. Deməli, adi parçalardan daha nazik olan mikrofibrov poliestrindən istehsal olunmuş parçaların rəngləri işığın təsirinə daha az dözürlər [6].

Boyanmış materialın xassəsinin işığın təsirindən dəyişməsi fotokimyəvi çevrilmələrin getməsi ilə şərtlənir. Tekstil materiallarının struktur dəyişikliklərinin öyrənilməsi üçün elektrik mikroskopundan, İK-spektroskopundan və s. istifadə olunur. Baxmayaraq ki, işıqadözümlülüyün qiymətləndirilməsində hər şeydən əvvəl fiziki-kimyəvi göstəricilərdən istifadə olunur [6].

Nəzərdə tutulmuş vaxtdan sonra işığın təsirindən parçanın hansı vəziyyətdə olması onun işıqadözümlülüyü kriteriyası adlanır [6]. İşıqlı havanın təsirinə parçaların dözümlülüyü onlarda qırılma yükünün azalması ilə xarakterizə edilir (%)

$$P = \frac{P_k - P_c}{P_k} \cdot 100,$$

burada  $P_k$  - nəzarət olunan zolağın qırılma yükü, daH;

$P_c$  - zolağın sınaqdan sonra qırılma yüküdür, daH [1].

İşıqlı havanın təsirindən liflərin dağılması dərəcəsi parçanın quruluşundan, (onun qalınlığından, səthi doldurulması və sıxlığından) asılıdır. Burulmuş iplikdən istehsal olunan pambıq parça, zəif buruqlu ipliklərdən istehsal olunmuş pambıq parçalara nisbətən daha az dağılır [7].

F.İ.Sadov [8] qeyd edir ki, işıqlı havanın təsirindən liflərin möhkəmliyinin itməsini toxunma iki dəfə azaldır. Toxunmanın göstərdiyi təsirdən parçalarda işıqlı havaya davamlılığın fərqi 1,5 dəfə dəyişir.

İşıq hər şeydən əvvəl parçanın dayaq səthinə təsir edir. Hətta üstü örtülməyən, amma dayaq səthindən aşağıdakı səviyyədə yerləşən saplar işığın təsirini az hiss edir.

İşığın təsirinə daha dözümlü saplardan istehsal olunmuş parçalarda dayaq səthinin yaradılması onların əsas strukturunu qorumağa imkan verir və əhəmiyyətli dərəcədə uzunömürlülüyünü artırır. Buna qeyri-bərabər sistemdən, yaxud xovlu toxunuşdan istifadə etməklə əriş və arğac üzrə sıxlıqlar və diametrlər nisbətində uyğun quruluş fazanı əmələ gətirməklə nail olmaq mümkündür. Oxşar metodla istismar zamanı yüksək gərginliyə məruz olan həmin sap sistemini qorumaq olar. Əris və arğacda işıqadözümlülüyü eyni olan saplardan istifadə edilən zaman əriş üzrə yüksək sıxlıqda parçaların yaradılması vacib olarsa, bu dağılan sap sistemi üzrə böyük möhkəmlik ehtiyatının yaradılması üçün ərişin sıxlığının kəskin yüksəldilməsi məqsəduyğun hesab olunur [9].

Tekstil materiallarının yeyilməsi dərəcəsini qiymətləndirmək məqsədilə sonrakı qüsurların şablonu ilə müqayisəsi üçün nümunələrin səthinin saknerindən istifadə olunması təklif edilir [10]. Tekstil materiallarının xarici görünüşünün dəyişməsi şkala etalonlarının köməyi nümunələrinin görünüşündə strukturun dəyişməsi tezliyi üzrə də qiymətləndirilə bilər [11].

X.Aminovun [12] tədqiqatlarına görə, əriş üzrə böyük sıxlıqlı pambıq parçaların günəş şüalarının təsiri altında saxlanmasının nəticəsində (əriş üzrə nisbi sıxlıq 100%, arğac üzrə 60%) əriş saplarının möhkəmliyi 35,7%, arğac saplarınınkı isə yalnız 4,4% aşağı düşür. Nəticədə parçalar əriş və arğac sapları üzrə bərabər möhkəmlikdədirlər [13].

Bir lifi digər lif ilə də müdafiə etmək mümkündür. Belə ki, M.S.Palladova müəyyənləşdirmişdir ki, yun və kapron liflərinin qarışığından alınan yarımıyun parçaların günəş şüalarının təsiri altında saxlanması zamanı möhkəmliyinin azalması burulmuş kapron kompleks saplarından alınan parçalardan daha əhəmiyyətli dərəcədə azdır [9]. Birinci halda möhkəmliyin itirilməsi əriş üzrə 42% və arğac üzrə 54%, ikinci halda isə əriş üzrə 59%, arğac üzrə 71% təşkil edir.

Parçanın işıqədavamlılığının yüksəldilməsi yolunun səmərəliliyi işığın təsirində olan lifli kütlənin nisbi səthinin azaldılmasıdır. Bu səth nə qədər az olarsa, parçanın işıqədavamlılığı bir o qədər çox olur. Lifli kütlənin açıq səthinin nisbi həddinə ən böyük təsiri bu kütlənin qalınlığı və sıxlıq dərəcəsi edir. Kütlənin qalınlığı və sıxlıq dərəcəsi çox olduqda göstərilən səth az olur, və parçanın işıqədavamlılığı yüksəlir.

F.İ.Sadovın gəldiyi qənaətə görə, eyni vaxt müddətində günəş şüalarının təsiri altında saxlanması zamanı burulmuş ipliklərdən alınan pambıq parçaların möhkəmliyinin azalması burulmayan ipliklərdən alınan parçaların möhkəmliyinə nisbətən daha az olur [8]. Daha sıx və qalın parçalar az sıxlıqlı və nazik parçalara nisbətən atmosfer şəraitindən və işığın təsirindən daha az dağılır.

M.İ.Suxarev [9] müəyyənləşdirmişdir ki, günəş şüalarının təsiri altında saxlanması zamanı viskoz kompleks saplarından alınan parçalar, viskoz ipliyindən alınan parçalardan 2 dəfə tez dağılır. Bu onunla izah olunur ki, iplikdə lif daha sıx vəziyyətdə olur.

İsbat olunmuşdur ki, təbii atmosfer təsirindən poliefir və sellüloza liflərinin qarışığından alınan parçalar, pambıq parça, yaxud təmiz lavsandan olan parçalara nisbətən daha az dərəcədə dağılırlar [13]. Qarışıq parçalarda möhkəmliyin azalma həddinin az olmasının səbəbi parçada lavsanın komponentlərinin struktur dəyişikliklərinin zəif getməsidir.

Plaş parçalarının möhkəmliyinin dəyişməsi halında onun işıqlı havaya dözümlülüyünün riyazi modeli aşağıdakı kimi verilmişdir [14];

$$C_n = e^{9,215} \cdot KII2^{1,894} \cdot P^{1,179} \cdot 1,001^{n_1} \cdot 1,003^{n_2}$$

burada  $KII2$  - parçanın doldurulması dərəcəsi;

$n_1$  və  $n_2$  - poliefir və kapron liflərinin faizlə tərkibi;

$P$  - hopmanın dərəcəsidir.

Pambıq və viskoz parçalar üçün qırılma yükünün bir sap hesabında həm təbii şəraitdə (105 gün) günəş şüalarının təsiri altında saxlanma vaxtından, həm də bu şəraitin süni yaradılması vaxtından asılılığı aşağıdakı qüvvələr funksiyası kimi yazılır;

$$y = ax^b + c$$

burada  $y$  - bir sapın hesabında qırılma yükü, qg;

$x$  - günəş şüalarının təsiri altında saxlanması vaxtı, saat;

$a, b, c$  - hesablama əmsallarıdır.

Araşdırılaraq müəyyənləşdirilmişdir ki, 15 gün günəş şüalarının təsiri altında saxlandıqdan sonra parçanın qalınlığı əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir [15]. Parçaların cırılma uzunluğu, həmçinin günəş şüalarının təsiri altında saxlanmasından onun təsirindən kiçilir. Bu vaxtın artması ilə nümunənin tam deformasiyası qısalmanın səbəbindən əvvəlcə artır və yeyilmənin

hesabına isə aşağı düşür. Tam deformasiyanın qayıdan komponentinin payı aşağı düşür, qalıq deformasiya isə yüksəlir. Tropik şəraitdə parçanın günəş şüalarının təsiri altında saxlanması zamanı onun yeyilməsi prosesi normal şəraitdəkinə nisbətən 2 dəfə tez başlayır.

S.S.Qorşkovanın araşdırmalarında dəqiqləşdirilmişdir ki, temperaturun və ultrabənövşəyi şüalanmanın intensivliyi, yüksəldilməsi lifli tərkibinə görə parçaların xassəsinin dəyişməsinin sürətlərlənməsinə gətirib çıxarır [15].

Laboratoriya şəraitindəki cihazlarda parçaların qırılma və cırılma yükü və uzanmasının təyininin nəticələri göstərdi ki, toxunma növü  $1\text{m}^2$  parçanın səthi sabit olan zamanı, onun tədqiq olunan xassəsinin dəyişməsinin kinetikasına əhəmiyyətli təsir göstərmir. Lakin lifli tərkib iqlim amillərinin təsirindən parçanın dözümlülüyünə əhəmiyyətli təsir göstərir.

Həmçinin sintetik parçaların xassələrinin saxlanma müddətinin temperaturdan və ultrabənövşəyi şüalanmanın intensivliyindən asılılığı tapılmışdır:

$$\tau = \tau_0 J^{-\alpha} e^{\beta/RT}$$

burada  $J$  – ultrabənövşəyi şüalanmanın intensivliyi,  $\text{Wt/m}^2$ ;

$T$  – temperatur,  $K$ ;

$R$  – universal qaz sabiti,  $(\text{mol} \cdot \text{qrad})$ ;

$\tau_0$  – hesablama əmsalı, saat;

$\alpha, \beta$  – eksperimentlə təyin olunmuş tənliyin parametrləridir [15].

Göründüyü kimi, parçaların sıxlığı onların işıqadavamlılığını ancaq təyin olunan həddə qədər artırır. Parçaların maksimum işıqadavamlılığını nöqtəyi-nəzərindən parametrlərinin optimal həddi hələ də müəyyən olunmamışdır [9].

Aparılan tədqiqatlarla müəyyən olunmuşdur ki, ultrabənövşəyi şüalanmanın artırılması ilə nümunələrdə qırılma möhkəmliyi azalır [15]. Bu şüalanmanın növündən, boyanın qatılığından, şüalanma vaxtından və qoyulmuş gərginlikdən asılıdır. Mexaniki gərginlik boyanın az qatılığında nümunələrin daha parlaq görünməsində özünü göstərir. Boya parçaların işığın və havanın təsirindən dağılması prosesinə katalizator kimi iştirak edə bilər. Parçaların və boyanın dağılması prosesi müxtəlif formada gedə bilər: eyni zamanda bu halda parçanın əsas maddələri boyanın hissəciklərinə nisbətən tez dağılır. Bu proseslərin istiqaməti və onların intensivliyi işıq mənbəyinin enerjisindən asılıdır [2].

İşıqlı havanın parçalara təsirinin sınaqları göstərdi ki, əksəriyyət parçalarda əhəmiyyətli dərəcədə qısalma halları olur [7]. Xüsusilə, bu qısalma arğac sapı üzrə bəzi hallarda 12%-ə çatır. İşıqlı havanın təsirindən cırılmaya qarşı möhkəmlik və sürtünməyə dözümlülük əhəmiyyətli dərəcədə azalır. Bu, xüsusi ilə, pambıq ipliyindən istehsal olunan parçalara aid olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, təmiz yun parçalarda cırılmaya qarşı möhkəmliyin əhəmiyyətli dərəcədə azalması zamanı sürtünməyə dözümlülüyü azalmır.

Müəyyən olunmuşdur ki, parçaların möhkəmliyinin itirilməsi sürtünmədən sonra və işıqlı havanın təsirindən bir, iki, üç və dördüncü aylarda artır.

**Nəticə.** İşıqlı havanın təsirinin öyrənilməsi üçün aparılan sınaqların nəticələrinin qiymətləndirilməsində nəzərə almaq lazımdır ki, parça adi şəraitdə fasiləsiz olaraq istismar edildikdə də ona işıqlı hava bir o qədər də təsir etmir. Ona görə də adi istismar dövründə bu göstəricilərin azalması əhəmiyyətli dərəcədə olacaqdır. Deməli, tekstil materiallarının layihələndirilməsi zamanı yalnız onların quruluş parametrlərindən başqa, xarici mühitin şəraitini də nəzərə almaq vacibdir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение (часть III). М.: Легкая индустрия, 1967, 301 с.
2. Гупина К.Г. Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки и качества. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 312 с.
3. Сафонов В.В. Развитие технологии отделки текстильных материалов. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004, 243 с.
4. ГОСТ 9733.0-83 «Материалы текстильные. Общие требования к методам устойчивости окрасок на текстильных материалах к физико-химическим воздействиям».
5. Балашова Т. Д., Булушева Н. Е., Новорадовская Т. С, Садова С. Ф. Краткий курс химической технологии волокнистых материалов. М.: Легкая индустрия и пищевая промышленность, 1984, 298 с.
6. Md. Zulhash Uddin, Masashi Watanabe, Hiroflisa Shirai, Toshihiro Hirai Dyeing Conventional and Microfiber Polyester with Disperse Dyes. // Textile Research Journal, № 1,2002, p. 77 - 82.
7. Пугачевский Г.Ф. Изнашивание целлюлозных тканей при воздействии различных факторов. М.: Легкая индустрия, 1977. - 136 с.
8. Садов Ф. И. Действие света и атмосферных условий на хлопчатобумажные ткани. М.-Д.: Гизлегпром, 1945, 172 с.
9. Склянников В.П. Строение и качество тканей. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984, 176 с.
10. A. P. S. Sawhney A Novel Technique for Evaluating the Appearance and Quality of a Cotton Fabric. // Textile Research Journal, N3, 2000, p. 187 -191.
11. O.B. Bercalp, B.Pourdeyhimi, A.Seyam, R.Holmes Texture Retention After Fabric-to-Fabric Abrasion. // Textile Research Journal, №4, 2003, p. 316 -321.
12. Аминов Х. Исследование эксплуатационных свойств хлопчатобумажных одежных тканей в зависимости от их строения и волокнистого состава. Дисс....канд. техн. наук. М.: МТИ, 1969.
13. Шатохина Г.К, Анисимов В.М., Анисимова В.М., Кричевский Г.Е. Кинетический метод оценки светостойкости окраски текстильных материалов. //Известия вузов. Технология текстильной промышленности, №4, 1988, с. 60 - 63.
14. Горшкова С.С. Моделирование старения синтетических тканей технического назначения при естественных климатических воздействиях на аппаратах искусственной погоды. Дисс.... канд. техн. наук. М.: МТИ, 1988.
15. Короденко Г.Д., Лукашов В.С., Короденко Е.Г. Влияние активных красителей на фотомеханическую деструкции капронового волокна. Тезисы докладов XII Всесоюзной научной конференции по текстильному материаловедению «Надежность, экономичность и качество текстильных материалов». М.: МТИ, т. 2, 1988, 42-43.



**РЕЗЮМЕ**  
**ИЗНОС ТКАНЕЙ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЕТА И СВЕТОПОГОДЫ**

*Агаева А.А., Нуриев М.Н.*

**Ключевые слова:** *ткань, свет и светопогода, износ, светостарение, структуры тканей*

В статье рассмотрены такие актуальные проблемы, как износ или преждевременный выход из эксплуатации тканей от воздействию света и светопогоды.

Исследованиями установлено, что недостатком существующих методов светостарения в искусственных условиях является отсутствие темновых пауз, особым образом влияющих на протекание реакций светостарения. При проведении испытаний необходимо учитывать природу источника лучистой энергии, продолжительность и интенсивность облучения, состав, температуру и влажность окружающей среды, структурно-морфологические особенности волокон, вид отделки волокон и изделий из них, строение пряжи и тканей.

**SUMMARY**  
**WEAR TISSUE FROM THE EFFECTS OF LIGHT AND ALKALIS**

*Agayeva A.A., Nuriyev M.N.*

**Keywords:** *cloth, light and alkalis, wear, photoaging, tissue structure.*

In the article the actual problems as wear or premature exit from the operation of tissue from the effects of light and alkalis are considered.

Research has shown that the lack of existing methods svetostareniya in artificial conditions is the lack of dark pause, specifically affecting the flow fotoaging reactions. When testing in is necessary to consider the nature of the source of radiant energy, duration and intensity of exposure, composition, temperature and ambient humidity, structural and morphological features of cal-fiber, fiber type of finish and their products, the structure of yarns and fabrics.

|                    |               |            |
|--------------------|---------------|------------|
| Daxil olma tarixi: | Ilkin variant | 04.04.2016 |
|                    | Son variant   | 01.06.2016 |

## MÜNDƏRİCAT

### *Fizika və riyaziyyat*

- 1 *Qurbanov M.M., Qocayev M.M., Zeynalov H.İ., Məhərrəmov Ə.B.* (TlGaSe<sub>2</sub>)<sub>1-x</sub>(TlInS<sub>2</sub>)<sub>x</sub> (x=0,1; 0,2) bərk məhlullarında atomların rəqsinin qeyri-harmoniklik dərəcəsi və entropiya dəyişməsi 6
- 2 *Zərbəliyev M.M., Əliyev F.F., Ağayeva Ü.M., Qurbanova S.A.* TlInSe<sub>2</sub> - TlNdSe<sub>2</sub> sisteminin bərk məhlullarının kristallarının elektrofiziki xassələrinə tablamanın təsiri 10
- 3 *Feyziyev F.G., Mehdiyeva M.R., Ramazanova L.M.* İkilik Bouz-Çoudxuri-Xokvinqem kodları üçün Piterson-Qornsteyn-Çirler metodunun bir modifikasiyası haqqında 16
- 4 *Məmmədov Ə.C., Aliyev X.H.* Parabolik sistem üçün bir hərəkət edən optimal idarəetmə məsələsi 21

### *Kimya*

- 5 *Muradov M.M., Ağayeva N.Ə., Mütəllimova K.M., Nəsirova İ.M.* Maqnezium və sinkferrit katalizatorlarının iştirakı ilə fenolun 2-propanolla alkiləşməsi 26
- 6 *Zeynalov E.T.* n-heksanın hidroizomerləşməsi prosesi üçün optimal şəraitin seçilməsi 33
- 7 *Aşurov D.Ə., Hətəmov M.M., Aşurova N.D., Abdullayeva M.B.* Elektrokimyəvi üsulla dezinfeksiyaedici məhlulun alınması 37
- 8 *Abuzərli F.Z., Bağıyev V.L.* Sink-kobalt-oksit katalizatorların termoqravimetrik tədqiqi 41
- 9 *Qəhrəmanov R.F., Orucov K.C., Şahqəldiyev F.X., Məmmədova A.A.* Modifikasiya yolu ilə yüksək fiziki-mexaniki göstəricilərə malik kompozisiya materialının alınması 46
- 10 *Quliyev T.D., Quliyeva G.N., Məmmədova B.H., Ramazanov Q.Ə.* Butil kaucukun xlor və karboksil tərkibli birləşmələrlə modifikasiyası 50
- 11 *Ələkbərov S.D.* Həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi və onu şərtləndirən amillər 57

### *Texnika*

- 12 *Nağıyev H.Ə., Sadıxov V.V., Quliyeva N.Ə.* Diferensial tənliklərin sərt sistemləri və ədədi həllərin alqoritmlərinin təkmilləşdirmə yolları 61
- 13 *Məmmədov C.İ.* Fraktal alqoritmlərin informasiyanın şifrələnməsinə tətbiqi haqqında 66
- 14 *Əhmədov M.A., Nəsirova E.Ə.* Layihələndirilən obyektin idarə alqoritminin tədqiqinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasının işlənməsi 71
- 15 *Hüseynov A.H., Talıbov N.H.* Texniki sistemlərin konseptual layihələndirmə prosedurlarının sistemli analizi 76
- 16 *Kazımov N.M., Allahverdiyeva K.Ə.* Neft bazalarında texnoloji proseslərin qısa icmalı 82
- 17 *Ağayeva A.Ə., Nuriyev M.N.* Parçaların işıq və işıqlı havanın təsirindən yeyilməsi 89

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### **Физика и математика**

- 1 Курбанов М.М., Годжаев М.М., Зейналов Г.И., Магеррамов А.Б. Степень ангармоничности колебаний атомов и изменение энтропии в твердых растворах  $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$  ( $x=0,1; 0,2$ ) 6
- 2 Зарбалиев М.М., Алиев Ф.Ф., Агаева У.М., Гурбанова С.А. Влияние отжига на термоэлектрические свойства кристаллов твердых растворов системы  $\text{TlInSe}_2$  -  $\text{TlNdSe}_2$  10
- 3 Фейзиев Ф.Г., Мехтиева М.Р., Рамазанова Л.М. Об одной модификации метода Питерсона-Горенштейна-Цирлера для двоичных кодов Боуза-Чоудхури-Хоквингема 16
- 4 Мамедов А.Д., Алыев Х.Г. Об одной задаче подвижного оптимального управления для параболических систем 21

### **Химия**

- 5 Мурадов М.М., Агаева Н.А., Муталлимова К.М., Насирова И.М. Алкилирование фенола пропанолом-2 в присутствии магний- и цинкферритовых катализаторов 26
- 6 Зейналов Э.Т. Выбор оптимального режима для процесса гидроизомеризации п-гексана 33
- 7 Аиуров Д.А., Атамов М.М., Аиурова Н.Д., Абдуллаева М.Б. Получение дезинфицирующего раствора электрохимическим методом 37
- 8 Абузерли Ф.З., Багиев В.Л. Термогравиметрические исследования цинк-кобальт-оксидных катализаторов. 41
- 9 Гахраманов Р.Ф., Оруджев К.Дж., Шахгельдиев Ф.Х., Мамедова А.А. Получение композиционного материала, имеющего соответствующие высокие физико-механические показатели 46
- 10 Гулиев Т.Д., Гулиева Г.Н., Мамедова Б.Г., Рамазанов Г.А. Модификация бутилкаучука с хлор и карбоксилсодержащими соединениями 50
- 11 Алекперов С.Д. Безопасность жизнедеятельности и факторы способствующие ей 57

### **Техника**

- 12 Нагиев Г.А., Садыхов В.В., Гулиева Н.А. Жесткие системы дифференциальных уравнений и пути совершенствования алгоритмов численного решения 61
- 13 Мамедов Дж.И. О применении фрактальных алгоритмов для шифрования информации 66
- 14 Ахмедов М.Л., Насирова Е.А. Разработка архитектуры инструмента автоматизированного проектирования для исследования алгоритма управления, проектируемого объекта 71
- 15 Гусейнов А.Г., Талыбов Н.Г. Системный анализ концептуальных проектных процедур технических систем 76
- 16 Кязимов Н.М., Аллаhverдиева К.А. Краткий обзор технологических процессов нефтебаз 82
- 17 Агаева А.А., Нуриев М.Н. Износ тканей от воздействия света и светопогоды 89

---

## CONTENTS

### ***Physics and Mathematics***

- 1 *Gurbanov M.M., Gocayev M.M., Zeynalov H.İ., Maherramov A.B.* The degree of anharmonicity of atomic vibrations and the change of the entropy in solid solution of  $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$  ( $x=0,1; 0,2$ ) 6
- 2 *Zarbaliyev M.M., Aliyev F.F., Ağayeva U.M., Gurbanova S.A.* The influence of the annealing on the electrophysical properties of the crystals of hard solutions  $\text{TlIn}_{1-x}\text{Nd}_x\text{Se}_2$  10
- 3 *Feyziyev F.G., Mekhtiyeva M.R., Ramazanova L.M.* About one modification of algorithm of Peterson-Gorenstein-Zierler for binary codes of Bose-Chaudhuri-Hocguenghem 16
- 4 *Mamedov A.D., Aliyev Kh.G.* On a movable object of optimal control for parabolic systems 21

### ***Chemistry***

- 5 *Muradov M.M., Agayeva N.A., Mutalibova K.M., Nasirova I.M.* Alkylation of phenol 2 propanol in the presence of maqnezium and zink ferrite catalysts 26
- 6 *Zeynalov E.T.* Selection of the best mode for the process of hydroisomerization of n- hexane 33
- 7 *Ashurov D.A., Hatamov M.M., Abdullayeva M.B., Ashurova N.D.* Production of disinfectant solution by electrochemical method 37
- 8 *Abuzarli F.Z., Baghiyev V.L.* Thermogravimetric investigations of zinc-cobalt oxide catalyst 41
- 9 *Qahramanov R.F., Orujov K.J., Shahgeldiyev F.Kh., Mammadova A.A.* Receipt of composite materials with high physic-mechanical indicators 46
- 10 *Guliyev T.D., Guliyeva G.N., Mamedova B.G., Ramazanov G.A.* Modification of butyl rubber with chlorine- and carboxyl-containing compounds 50
- 11 *Alakbarov S.D.* Safety of life activity and factors contributing to it 57

### ***Technics***

- 12 *Nagiyeu H.A., Sadiqov V.V., Quliyeva N.A.* Hard systems of differential equation and way of improving algorithm for numerical solution 61
- 13 *Mammadov J.I.* On the application of fractal algorithms to encrypt information 66
- 14 *Akhmedov M.A., Nasirova E.A.* Development of architecture of computing design for investigation of algorithm controlling of a design object 71
- 15 *Huseynov A.H., Talibov N.H.* System analyze of the conceiving design procedures of technical systems 76
- 16 *Kazimov N.M., Allahverdiyeva K.A.* Brief analysis of the technological process in the tank farm 82
- 17 *Agayeva A.A., Nuriyev M.N.* Wear tissue from the effects of light and alkalis 89

## MƏQALƏLƏRİN TƏRTİBATI QAYDALARI

Dərc olunacaq məqalə redaksiyaya həm kağız, həm də elektron formada təqdim olunmalıdır. Məqalə hazırlanarkən aşağıdakı tələblər nəzərə alınmalıdır:

1. Məqalə azərbaycan, rus və ya ingilis dillərində hazırlanmalıdır.
2. Məqalənin adı, xülasə və açar sözlər hər üç dildə təqdim olmalıdır.
3. Məqalə Microsoft Word mətn redaktorunda A4 formatda (soldan, yuxarıdan, aşağıdan və sağdan – 2 sm), Times News Roman şrifti ilə 12 pt. ölçüdə, vahid sətərası intervala və mətn daxili yazıda 1 sm. abzas buraxmaqla hazırlanmalı və 8 səhifədən artıq olmamalıdır.
4. Məqalənin mətninin aşağıdakı bölmələrdən ibarət olması tövsiyə olunur:
  - Giriş (məsələnin aktuallığı, problemin hazırkı vəziyyəti);
  - Tədqiqatın məqsədi, məsələnin qoyuluşu;
  - Məsələnin həlli üsulları və aprobeasiyası;
  - Alınan nəticələrin tətbiqi;
  - Nəticə.
5. Məqalə aşağıdakı ardıcılıqla hazırlanmalıdır:
  - UOT – soldan, böyük hərflərlə, qalın şriftlə, sonda 6 pt. interval;
  - məqalənin adı – ortadan, böyük hərflərlə, qalın şriftlə, sonda 6 pt. interval;
  - müəlliflərin inisialları və soyadı – ortadan, böyük hərflərlə, qalın şriftlə;
  - müəlliflərin iş yeri, şəhər, ölkə və e-poçt ünvanı – ortadan, 6 pt. interval;
  - xülasə (mətn təqdim olunan dildə) – sonda 6 pt. interval;
  - açar sözlər – kursivlə, sonda 6 pt. interval;
  - giriş və digər alt başlıqlar – soldan qalın şriftlə, əvvəlində və sonunda 6 pt. interval.
6. Ədəbiyyat siyahısı: hər bir istinad olunan mənbənin adı tərcümə olunmadan, məqalədə istifadə ardıcılığına uyğun olaraq nömrələnir.
7. Ədəbiyyat siyahısından sonra məqalənin hazırlandığı dildən fərqli digər 2 dildə məqalənin adı, müəllifin soyadı, adı, atasının adı, müəllifin iş yeri, şəhər, ölkə və e-poçt ünvanı, xülasə və açar sözlər təqdim olunur.
8. Məqalədə cədvəl və şəkillər nömrələnir: cədvəl – cədvəlin yuxarısında kursivlə, ortadan, (məs., *cədvəl 1.*), şəkil – şəkilin altında, kursivlə, ortadan (məs., *şəkil 1.*) və mətn hissədən (yuxarıdan və aşağıdan) 1 boş sətir buraxmaqla göstərməlidir. Cədvəllər bilavasitə məqalənin mətnində yerləşdirilməlidir.
9. Düsturlar Microsoft Equation-də standart parametr ilə yığılır. Mətnə ancaq istifadə olunan düsturlar nömrələnir. Düsturun nömrəsi sağda mötərizədə yazılır.
10. Müəssisədə yerinə yetirilən tədqiqatın nəticələrini açıqlayan məqalənin çap edilməsi üçün müvafiq yazılı razılıq olmalıdır.
11. Məqalədə göstərilən məlumat və faktlara görə müəllif məsuliyyət daşıyır.
12. Redaksiya məqalədə əsas məzmununa xələl gətirməqən redaktə dəyişiklikləri və ixtisarlara etmək hüququnu özündə saxlayır.
13. Məqalə çapa tövsiyə edildikdə redaksiya heyətinin qərarı barədə müəllifə məlumat verilir.
14. Məqalə sadalanan tələblərə cavab verməzsə, baxılmaq üçün qəbul edilmir və müəllifə qaytarılır. Əlyazmanın daxil olduğu vaxt mətnin son variantının redaksiyaya daxil olduğu gündən sayılır.
15. Redaksiyanın ünvanı : **Sumqayıt Dövlət Universiteti**

---

## ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

Публикуемая статья должна быть представлена в редакцию в бумажном и в электронном виде. При подготовке статьи должны быть выполнены следующие требования:

1. Статья должна быть подготовлена на одном из языков – азербайджанском, русском или английском.
2. Название статьи, аннотация и ключевые слова должны быть представлены на трех языках.
3. Электронный вариант статьи должен выполняться в текстовом редакторе Microsoft Word в формате А4 (поля: левое, правое, верхнее и нижнее – 2 см), шрифтом Times News Roman размером 12 пт. Межстрочный интервал – одинарный, абзацный отступ – 1 см, размер статьи не должен превышать 8 страниц.
4. Текст статьи рекомендуется составлять из нижеследующих разделов:
  - введение (актуальность проблемы, нынешнее состояние проблемы);
  - цель исследования, постановка задачи;
  - методы решения и апробация задачи;
  - внедрение полученных результатов;
  - результат.
5. Статья должна быть подготовлена в следующей последовательности:
  - УДК – слева жирным шрифтом, в конце интервал 6 пт;
  - название статьи – в центре, прописным и жирным шрифтом, в конце интервал 6 пт;
  - инициалы и фамилии авторов в центре прописным и жирным шрифтом;
  - место работы авторов, страна, город и адрес электронной почты – по центру, в конце интервал 6 пт;
  - аннотации (на языке представленного текста) – в конце интервал 6 пт;
  - ключевые слова – курсивом, в конце интервал 6 пт;
  - введение и другие подзаголовки – слева, жирным шрифтом. В начале и конце интервал 6 пт.
6. Список литературы: название каждого источника не переводится и нумеруется в статье в соответствии с последовательностью использования.
7. После списка литературы название статьи, инициалы и фамилия авторов, место работы авторов, страна, город и адрес электронной почты, аннотация и ключевые слова представляются также на двух других языках.
8. В статье нумеруются таблицы и рисунки: таблица – верхней части таблицы, курсивом, в центре (например, *таблица 1*), рисунок – под рисунком, курсивом, в центре (например, *рисунок 1*) и, пропуская одну пустую строку от текста (из верхней и нижней частей).
9. Формулы набираются стандартными параметрами в Microsoft Equation. Номер формулы пишется в скобках с правой стороны. В тексте нумеруются только использованные формулы.
10. Статьи, излагающие результаты исследований, выполняемых в учреждениях, должны иметь соответствующие разрешения и опубликование.
11. Автор несет ответственность за информацию и факты, указанные в статье.
12. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения и сокращения, не искажающие основное содержание статьи.
13. В случае отклонения статьи редакция сообщает автору решение редколлегии.
14. Статьи, не отвечающие перечисленным требованиям, к рассмотрению не принимаются и возвращаются авторам. Датой поступления рукописи считается день получения редакцией окончательного текста.
15. Адрес редакции: **Сумгаитский государственный университет**

---

## RULES OF ARTICLE FORMATION

The article being published must be submitted to the editorship in paper or electron form/. In preparing the article the following requirements must be accomplished|:

1. An article must be prepared in one of the languages – Azeri, Russian or English.
2. The title, the summary and the key words must be submitted in there languages.
3. The electron variant of an article must be performed in the text-editor Microsoft Word in A4 format (margins: left side, right side, top, bottom – 2 cm), in Times News Roman type of size 12 pt. The vertical spasing is unary, paragraph indention – 1 cm, the article must not surpass 8 pages.
4. The text of an article is recommended to be prepared of the divisions mentioned below:
  - introduction (problem actuality, present state of the problem);
  - the aim of the investigation, task statement;
  - solution methods and task approbation;
  - introduction of the received results;
  - result.
5. An article must be prepared in the following sequence:
  - UDK – left-side – with extra bold type, at the end – the interval 6 pt;
  - The title of an article must be in the center, in a capital letter with extra-bold type, at the end the interval 6 pt;
  - Authors’ initials and last names – in the center, in a capital letter with extra-bold type;
  - Authors’ work places country, city and e-mail towards the center, at the end the interval 6 pt;
  - Summaries (in the language of the submitted text) – at the end the interval 6 pt;
  - key words in italic type, at the end the interval 6 pt;
  - Introduction and other subtitles – on the left-side with extra-bold type, at the beginning and at the end the interval 6 pt.
6. Literature list: the title of each source isn’t translated and is numbered in the article in correspondence with the usage sequence.
7. After the literature list, the title of the article, initials and authors’ last names, their work places, the country, the city, e-mail, summary and key words are presented in two other languages.
8. In the article tables and drawings are numbered: the table – in the upper part of the table, italicized, in the center (for example: *table 1*), the drawing – below the center (for example: *drawing 1*) and missing one blank line of the text (of upper and lower parts).
9. The formulas are collected in standard parameters in Microsoft Equation. The number of the formula is written in brackets on the right-side. In the text only used formulas are numbered.
10. The articles given account of results of the investigations realized in the enterprises must have corresponding permission and publication.
11. The author is responsible for the information and facts, given in the text.
12. The editorship reserves the right to make editorial changes and abbreviations not distorting the main contents of the article.
13. In case of article deflection the editorship informs the author about the decision of the editorial board.
14. The articles, not meeting the above mentioned requirements, aren’t taken into consideration and are returned to their authors. The date of the manuscript accession is considered the day of getting the completed text.
15. Editorship address: **Sumqayit State University**

---

Kompüter yığıcı – *S.Şahverdiyeva*  
Korrektorlar: – *B.Eminli*  
– *Ş.Nəcəfova*  
– *G.Hüseynova*  
Texniki redaktor – *E.Həsəratova*

Yığılmağa verilmişdir: 05.04.2016- ci il  
Çapa imzalanmışdır: 01.06.2016-ci il  
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70\*108 ¼  
Yüksək çap üsulu  
Şerti çap vərəqi 6,312.  
Sifariş 19 .  
Tiraj 250 nüsxə.  
Qiyməti müqavilə yolu ilə.  
Sumqayıt Dövlət Universitetinin mətbəəsində çap olunmuşdur.

**Müxbir ünvan:**

Azərbaycan, 5008, Sumqayıt,  
43-cü məhəllə  
Tel: (0-12) 448-12-74  
(0-18) 644-88-10  
Faks: (0-18) 642-02-70  
**Web: [www.sdu.edu.az](http://www.sdu.edu.az)**  
**E-mail: [sdu.elmihisse@mail.ru](mailto:sdu.elmihisse@mail.ru)**