

UOT 517.947

SONLU PARÇADA DÖRDTƏRTİBLİ OPERATOR-DİFERENSİAL TƏNLİKLƏR ÜÇÜN SƏRHƏD MƏSƏLƏSİNİN FREDHOLM MƏNADA HƏLL OLUNMASI HAQQINDA

EYVAZLI GÜNEL MÜBARİZ qızı*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dissertant*aliyevagunel193@mail.ru*Açar sözlər: operator, operator-diferensial tənlik, sərhəd məsələsi, öz-özünə qoşma operator, tamam kəsilməz operator, aralıq törəmə operatorları.***Məsələnin qoyuluşu.** H – Separabel Hilbert fəzasında aşağıdakı sərhəd məsələsinə baxaq:

$$Mu = \frac{d^4 u}{dt^4} + A^4 u + \sum_{j=0}^3 A_j u^{(j)} + \sum_{k=1}^3 T_k u^{(k)} = f(t) \quad (1)$$

$$u(0) = u'(0) = 0, \quad u(1) = u'(1) = 0 \quad (2)$$

Burada $u(t)$ və $f(t)$ $[0,1]$ parçasında sanki hər yerdə təyin olunmuş, qiymətləri H Hilbert fəzasına daxil olan vektor-funksiyalardır. A – öz-özünə qoşma, müsbət-müəyyən operator, $A_j (j = \overline{0,3})$ və $T_k (k = \overline{0,3})$ operatorları H fəzasında təsir edən A operatoruna tabe olan və müəyyən əlavə şərtləri ödəyən xətti operatorlardır. $A_j = 0 (j = \overline{0,3})$, $T_k = 0 (k = \overline{0,3})$ olduqda baxılan məsələnin requlyar həll olunması məsələsi [9],[10] işlərində müəllif tərəfindən öyrənilmişdir. $T_k = 0 (k = \overline{0,3})$ olduqda baxılan məsələnin requlyar həll olunması məsələsi [11] işində araşdırılmışdır. Həmin məsələnin həllində aralıq törəmə operatorlarının norması üçün alınmış qiymətləndirmələrdən istifadə olunmuşdur. Qeyd edək ki, operator-diferensial tənliklərin həll olunması məsələlərinə [1] – [8] məqalələrində müxtəlif operator-diferensial tənliklər üçün baxılmışdır.

Təqdim olunan məqalədə (1) tənliyinin bütün əmsallarının sıfır operatorlardan fərqli olduğu hallarda Fredholm mənada həll olunması məsələsi tədqiq edilmişdir. Tənliyin əmsalları üzərinə bəzi şərtlər qoymaqla aşağıdakı teorem isbat edilmişdir.

Əsas nəticələr.**Teorem.** Fərz edək ki, (1) tənliyinin əmsalları aşağıda göstərilən şərtləri ödəyir:

- 1) A operatoru öz-özünə qoşma, müsbət-müəyyən və tamam kəsilməz A^{-1} tərs operatoruna malik operatorudur;
- 2) $B_j = A_j A^{-j} (j = \overline{0,3})$ operatorları H fəzasında təsir edən məhdud operatorlardır;
- 3) $K_m = T_m A^{-m} (m = \overline{0,3})$ operatorları H fəzasında təsir edən tamam kəsilməz operatorlardır;
- 4) $h = \sum_{i=0}^3 c_i \|B_{3-i}\| < 1$ cəbri şərti ödənilir.

Burada $c_i (i = \overline{0,3})$ ədədləri A operatoruna uyğun aralıq törəmə operatorlarının normaları ilə

təyin olunan sabit ədədlərdir [11]. Onda M operatoru $\dot{W}_2^{0,4}([0,1]; H)$ fəzasını $L_2([0,1]; H)$ fəzasına inikas etdirən Fredholm tipli operatorudur, yəni (1), (2) sərhəd məsələsi Fredholm mənada həll olunandır.

İsbati. Tərifə görə (1), (2) məsələsinin Fredholm mənadı həll oluna bilən olmasını göstərmək üçün M operatorunun $\dim \ker M = \operatorname{codim} M < \infty$ şərtini ödəməsini isbat etmək lazımdır.

Bu məqsədlə $\dot{W}_2^{0,4}([0,1]; H)$ fəzasında aşağıdakı operatorları təyin edək:

$$Lu = \frac{d^4 u}{dt^4} + A^4 u + \sum_{j=0}^3 A_{3-j} u^{(j)},$$

$$Ku = \sum_{k=0}^3 T_{3-k} u^{(k)}.$$

Onda $Mu = Lu + Ku$ olar.

[11] işində isbat olunmuş teorem 1-ə görə, L operatoru $\dot{W}_2^{0,4}([0,1]; H)$ fəzasından $L_2([0,1]; H)$ fəzasına təsir edən və məhdud L^{-1} tərs operatoruna malik olan operatorudur. Göstərək ki, teoremin 3) şərti ödəndikdə $K : \dot{W}_2^{0,4}([0,1]; H) \rightarrow L_2([0,1]; H)$ operatoru tamam kəsilməz operatorudur. Bu məqsədlə istənilən $\varepsilon > 0$ üçün

$$\|Ku\|_{L_2([0,1]; H)} \leq \varepsilon \|u\|_{\dot{W}_2^{0,4}([0,1]; H)} + \eta(\varepsilon) \|u\|_{L_2([0,1]; H)} \quad (3)$$

bərabərsizliyindən istifadə edəcəyik.

İstənilən $u \in \dot{W}_2^{0,4}([0,1]; H)$ üçün $\|u\|_{\dot{W}_2^{0,4}([0,1]; H)} \leq c$, (c – sabit ədəddir) və A^{-1} operatoru tamam kəsilməz olmasından $\dot{W}_2^{0,4}([0,1]; H) \rightarrow L_2([0,1]; H)$ daxilolmasının kompakt olduğu alınır. Onda elə $u \in \dot{W}_2^{0,4}([0,1]; H)$ ardıcılığı və $\{u_{n_p}\} \subset \{u_n\}, \|u_{n_p}\|_{\dot{W}_2^{0,4}([0,1]; H)} \leq c$ alt ardıcılığı vardır ki, o $L_2([0,1]; H)$ fəzasında yığılan olar. Onda $p, q > N_0$ üçün $\|u_{n_p} - u_{n_q}\|_{L_2([0,1]; H)} \leq \delta_1$ olar, burada δ_1 kifayət qədər kiçik ədəddir.

(3) bərabərsizliyindən istifadə etsək alarıq:

$$\begin{aligned} \|Ku_{n_p} - Ku_{n_q}\|_{L_2([0,1]; H)} &\leq \varepsilon \|u_{n_p} - u_{n_q}\|_{\dot{W}_2^{0,4}([0,1]; H)} + \eta(\varepsilon) \|u_{n_p} - u_{n_q}\|_{L_2([0,1]; H)} \leq \\ &\leq \varepsilon \left(\|u_{n_p}\|_{\dot{W}_2^{0,4}([0,1]; H)} + \|u_{n_q}\|_{\dot{W}_2^{0,4}([0,1]; H)} \right) + \eta(\varepsilon) \cdot \delta_1 \end{aligned}$$

Əgər $n_p, n_q \rightarrow \infty$ şərtində limitə keçsək, buradan $\{Ku\}_{n=1}^\infty$ ardıcılığından $L_2([0,1]; H)$ fəzasında yığılan altardıcılıq ayırmağın mümkün olduğunu alarıq. Ona görə də teoremin doğruluğunu almaq üçün (3) bərabərsizliyini göstərmək lazımdır.

Bu məqsədlə əvvəlcə istənilən $j = \overline{1,4}$ üçün

$$\left\| K_j A^{4-j} \frac{d^j u}{dt^j} \right\|_{L_2([0,1]; H)} \leq \varepsilon \|u\|_{\dot{W}_2^{0,4}([0,1]; H)} + \eta(\varepsilon) \|u\|_{L_2([0,1]; H)}$$

olduğunu göstərək.

$K_j (j = \overline{1,4})$ operatorları tamam kəsilməz operatorlar olduğundan istənilən $\varepsilon_1 > 0$ ədədi üçün $K_j = Q_j + R_j$ ayrılışını yaza bilərik. Burada Q_j sonlu ölçülü operatorlar, R_j isə $\|R_j\| < \varepsilon$ şərtini ödəyən operatorlardır. Bu halda $Q_j(x) = \sum_{i=1}^s (x, \varphi_i) \varphi_i$, $x, \varphi_i \in H$ yaza bilərik.

İstənilən $j = \overline{1,4}$ üçün aşağıdakı bərabərsizliyi ala bilərik:

$$\left\| R_j A^{4-j} \frac{d^j u}{dt^j} \right\|_{L_2([0,1];H)} \leq \|R_j\| \cdot \left\| A^{4-j} \frac{d^j u}{dt^j} \right\|_{L_2([0,1];H)} \leq \varepsilon_1 \text{const} \|u\|_{W_2^{0,4}([0,1];H)}$$

Teoremin şərtlərinə görə $A = A^x \geq \mu_0 E$ və A^{-1} tamam kəsilməz operator olduğu üçün istənilən $x \in H$ vektorunu

$$Ax = \sum_k \lambda_k (x, l_k) l_k$$

şəklində göstərə bilərik; burada $Al_k = \lambda_k l_k$, yəni l_k vektorları A operatorunun məxsusi vektorları, λ_k ədədləri isə uyğun məxsusi ədədlərdir. $\|l_k\| = 1, (l_n, l_m) = 0, n \neq m$ olduqda.

Bu halda istənilən $\varphi_i \in H$ vektorunu

$$\varphi_i = \sum_{k=1}^N (\varphi_i, l_k) l_k + \tilde{\varphi}_i(\varepsilon)$$

şəklində göstərmək olar. Burada $\sum_{i=1}^n \|\tilde{\varphi}_i(\varepsilon)\| < \varepsilon_i$. Nəticədə aralıq törəmə operatorlarının qiymətləndirilməsi haqqında məlum olan nəticələrdən istifadə edərək aşağıdakıları ala bilərik ([11] işinə bax!)

$$\left\| \sum_{i=1}^N A^{4-j} \frac{d^j u}{dt^j}, \tilde{\varphi}_i(\varepsilon) \varphi_i \right\|_{L_2([0,1];H)} \leq \left\| A^{4-j} \frac{d^j u}{dt^j} \right\|_{L_2([0,1];H)} \cdot \sum_{i=1}^n \|\tilde{\varphi}_i(\varepsilon)\| \|\varphi_i\| \leq \varepsilon_1 \text{const} \|u\|_{W_2^{0,4}([0,1];H)}$$

Digər tərəfdən alırıq:

$$\begin{aligned} \left\| \sum_{i=1}^N \sum_k \left(A^{4-j} \frac{d^j u}{dt^j}, l_k \right) \varphi_i \right\|_{L_2([0,1];H)} &\leq \left\| \sum_{i=1}^N \sum_k \left(\frac{d^j u}{dt^j}, \lambda_k^{4-j} l_k \right) \varphi_i \right\|_{L_2([0,1];H)} \leq \\ &\leq \left\| \frac{d^j u}{dt^j} \right\| \cdot \sum_{i=1}^N \sum_k \lambda_k^{4-j} \|\varphi_i\| \leq \text{const} \left\| \frac{d^j u}{dt^j} \right\|_{L_2([0,1];H)} \end{aligned}$$

[12] monoqrafiyasından məlumdur ki, $\frac{d^j u}{dt^j} (j = \overline{1,3})$ aşağıdakı bərabərsizliklər doğrudur:

$$\left\| \frac{d^j u}{dt^j} \right\|_{L_2([0,1];H)} \leq \varepsilon \|u\|_{W_2^{0,4}([0,1];H)} + \eta(\varepsilon) \|u\|_{L_2([0,1];H)}, (j = \overline{0,3})$$

Beləliklə, aşağıdakı nəticəyə gəlirik:

$$\left\| \sum_{i=1}^N \sum_k \left(A^{4-j} \frac{d^j u}{dt^j}, l_k \right) \varphi_i \right\|_{L_2([0,1];H)} \leq \varepsilon \|u\|_{W_2^{0,4}([0,1];H)} + \eta(\varepsilon) \|u\|_{L_2([0,1];H)}.$$

Burada isə istənilən $u \in W_2^{0,4}([0,1];H)$ və istənilən $\varepsilon > 0$ ədədi üçün

$$\|Ku\|_{L_2([0,1];H)} \leq \varepsilon \|u\|_{W_2^{0,3}([0,1];H)} + \eta(\varepsilon) \|u\|_{L_2([0,1];H)}, j$$

olduğu alınır.

$W_2^{0,3}([0,1];H) \rightarrow L_2([0,1];H)$ daxilolmasının kompakt olmasına əsasən buradan K operatorunun kompakt operator olduğunu alırıq.

L operatorunu $L = (E + KL^{-1})L$ kimi göstərmək olar. L operatoru məhdud L^{-1} tərs operatoruna malik olduğundan $(E + KL^{-1})$ operatorunu, $L_2([0,1];H)$ fəzasında Fredholm tipli operator olduğunu alırıq. L operatoru izomorfizm olduğundan M operatorunun da Fredholm tipli operator olduğunu alırıq. Teorem isbat olundu.

ƏDƏBİYYAT

1. Алиев А.Р. Краевые задачи для одного класса операторно-дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами // Матем. заметки, 2003, т.74, вып. 6, с.803-814
2. Алиев В.И. Разрешимость краевой задачи с оператором в краевых условиях для эллиптического дифференциально-операторного уравнения второго порядка. // ДАН Аз. ССР, 1981, т.37, № 6, с. 17-21
3. Асланов Г.И. О разрешимости и асимптотическом поведении решений дифференциальных уравнений с операторными коэффициентами в гильбертовом пространстве // Успехи мат. наук, 1993, вып.4, с. 172-173
4. Гасымов М.Г. О краевых задачах для одного класса операторно-дифференциальных уравнений // ДАН СССР, 1977, т. 235, с. 505-508
5. Лионс Ж.Л., Мадженес Э. Неоднородные граничные задачи и их приложения. М.: Мир, 1971, 371 с.
6. Мирзоев С.С. Об условиях корректной разрешимости краевых задач для операторно-дифференциальных уравнений // ДАН СССР, 1983, т.273, № 2, с. 292-296
7. Mirzoev S.S. On the norms of operators of intermediate derivatives // Transactions of NASA, 2003, v.XIII, № 1, pp. 157-165
8. Шкаликов А.А. Эллиптические уравнения в гильбертовом пространстве и спектральные задачи, связанные с ними / Труды семинара им. И.Г.Петровского, 1983, вып. 14, с.140-224
9. Эйвазлы Г.М. Об однозначной разрешимости краевой задачи для операторно-дифференциального уравнения четвертого порядка в гильбертовом пространстве // Journal of Baku Engineering University. Mathematics and Computer Science, 2018, vol.2, №2, pp. 59-66
10. Эйвазлы Г.М. О разрешимости одной краевой задачи для однородного операторно-дифференциального уравнения четвертого порядка в гильбертовом пространстве // Journal of Contemporary Applied Mathematics. v.9, № 2, 2019. December, ISSN 2222-5498. pp. 57-61

РЕЗЮМЕ

ФРЕДГОЛЬМОВАЯ РАЗРЕШИМОСТЬ НЕКОТОРЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ОПЕРАТОРНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА НА КОНЕЧНОМ ОТРЕЗКЕ

Эйвазлы Г.М.

Ключевые слова: оператор, операторно-дифференциальные уравнения, краевые условия, самосопряженный оператор, вполне непрерывный оператор, фредгольмова разрешимость.

В представленной статье доказывается теорема о фредгольмовой разрешимости некоторых краевых задач для операторно-дифференциального уравнения четвертого порядка на конечном отрезке. Для этой цели используются ранее полученные результаты о регулярной разрешимости краевой задачи для операторно-дифференциального уравнения четвертого порядка

с самосопряженными положительно-определенными коэффициентами на конечном отрезке. В доказательстве теоремы важную роль играют оценки нормы операторов промежуточных производных, ранее полученные автором в других работах.

SUMMARY
ON FREDHOLM SOLVABILITY OF ONE BOUNDARY VALUE
PROBLEM FOR FOURTH ORDER OPERATOR-DIFFERENTIAL
EQUATION IN FINITE SEGMENT
Eyvazli G.M.

Key words: *operator, operator-differential equation, boundary problem, self-adjoint operator, completely continuous operator, operators of intermediate derivatives.*

In the paper we prove a theorem on Fredholm solvability of some boundary value problem for a fourth order operator-differential equation on a finite segment. To this end, we use the earlier obtained results on regular solvability of a boundary value problem for a fourth order operator-differential equation with self-adjoint positive-definite coefficients on a finite segment. The estimates of the norms on intermediate derivatives operators obtained earlier by the author in other paper play an important role in proving the theorem.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	01.06.2020
	Son variant	10.09.2020

УДК 532 (075.8)

О ПОЛУЭМПИРИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

АГАМАЛЫЕВА (РУСТАМОВА) КАМАЛА ФАИГ кызы*Сумгаитский государственный университет, диссертант*kama_faiq@mail.ru

Ключевые слова: *полуэмпирическая теория, турбулентность, вязкость, хаотическое движение, диффузия, коэффициент, дисперсия.*

Аналогия между турбулентным движением среды (жидкости) и хаотическим молекулярным движением является приближенной, так как жидкие частицы и турбулентные образования в отличие от молекул испытывают влияние окружающих жидких частиц и турбулентных образований, и поэтому длина пути смещения, строго говоря, не является аналогом длины свободного пробега. Кроме этого, и сами молекулы, и величина их свободного пробега значительно меньше характерных пространственных масштабов изменения макроскопических величин. Что касается турбулентных образований, то их размеры, и поперечные перемещения в потоке сравнимы с пространственными масштабами изменения осредненных величин. Следовательно, выражения для потоков различных субстанций через локальные значения градиентов осредненных переменных не являются достаточно обоснованными.

Хотя эти теории не являются физически строгими, тем не менее, они наиболее широко используются при практических приложениях, т.к. позволяют получить достаточно простые замыкающие соотношения. Кроме того, полученные в рамках этих теорий уравнения переноса достаточно просты, что позволяет получить их аналитические или численные решения.

Необходимо отметить, что известные полуэмпирические теории турбулентности развиваются в направлении получения таких замыкающих соотношений, в которые в качестве параметров входили бы константы, являющиеся одинаковыми для возможно более широкого класса течений. При этом классические полуэмпирические теории турбулентности, предложенные Буссунеском, Прандтлем, Тейлором, Карманом и др. содержат коэффициенты и функции, не являющиеся в полном смысле универсальными, и, следовательно, для их определения необходимо привлекать экспериментальные данные, относящиеся к течениям различных видов [5].

Можно попытаться построить феноменологические уравнения для отмеченных функций и, таким образом, находить эти функции путем решения соответствующих уравнений, а не путем обработки экспериментальных данных. Полученные замыкающие соотношения будут содержать неизвестные коэффициенты, так как для их определения требуется меньший объем эмпирической информации, чем для нахождения явного вида замыкающих соотношений в рамках полуэмпирических теорий. Полученные таким образом замыкающие соотношения будут справедливы для более широкого класса течений среды.

Среди таких теорий часто используются полуэмпирические теории, содержащие, помимо системы уравнения переноса, еще одно дополнительное уравнение для параметров, входящих в замыкающие соотношения. Таким уравнением является уравнение для масштаба турбулентности или соответствующие коэффициенты турбулентного переноса.

В некоторых полуэмпирических теориях турбулентности для замыкания системы уравнений переноса используются два и более дополнительных уравнения [3]. Однако такие теории применяются довольно редко, так как получающиеся в рамках этой теории системы дифференциальных уравнений весьма сложны для решения. С другой стороны, эти системы уравнений содержат гораздо больше подгоночных параметров, что позволяет добиться

удовлетворительного совпадения теории с экспериментом при различных сочетаниях значений этих параметров. Это в некоторой мере затрудняет влияние того, какой набор значений параметров больше соответствует истинной физической картине турбулентного потока.

Наиболее широко применяются полуэмпирические теории турбулентности, в которых используются соотношения, связывающие турбулентные касательные напряжения или плотность турбулентного потока скалярной субстанции с характеристиками осредненного течения [1, 2]. Эти соотношения позволяют замкнуть систему уравнений переноса. В уравнении этой системы входят турбулентные касательные напряжения, $\overline{u'_x u'_y}$ и плотность турбулентного потока скалярной субстанции (температуры) $\overline{u'_y T'}$. Для установления выражений этих величин через характеристики осредненного течения достаточно рассматривать плоскопараллельные течения или аналогичные им по свойствам ассиметричные течения в трубах.

Для установления связи между турбулентными напряжениями и полем осредненной скорости, используется гипотеза, впервые выдвинутая Буссинеском

$$-\overline{u'_x u'_y} = \nu_T \frac{\partial \overline{u_x}}{\partial y} \quad (1)$$

где ν_T -кинематический коэффициент турбулентной вязкости, $\nu_T = \mu_T / \rho$.

Аналогичное выражение имеет место и для плотности турбулентного потока скалярной субстанции:

$$-\overline{u'_x T'} = \lambda_T \frac{\partial \overline{T}}{\partial y} \quad (2)$$

где λ_T -коэффициент турбулентной теплопроводности.

Эти гипотезы турбулентности можно обосновать следующим образом. Рассмотрим, например, перенос скалярной субстанции. Введем некоторую жидкую частицу, характеризующуюся значением интенсивности скалярной субстанции T . Предположим, что скорость обмена скалярной субстанции между жидкой частицей и окружающей средой пропорциональна разности $T - \bar{T}$. Здесь $\bar{T} = \bar{T}(r(t))$ -значение осредненной интенсивности скалярной субстанции в той точке $\bar{r}(t)$, где в данный момент находится жидкая частица. Тогда изменение интенсивности скалярной субстанции T жидкой частицы при ее движении будет [3]

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - \bar{T}) \quad (3)$$

где k -постоянная. Считая, что $T = 0$ при $t = 0$, можно получить решение (3) в форме

$$T(t) = k \int_0^t \bar{T}(t - \tau) e^{-k\tau} d\tau \quad (4)$$

Принимая осредненное течение плоскопараллельным, рассмотрим перенос скалярной субстанции в направлении перпендикулярном направлению течения (т.е. по Oy). Тогда $\bar{T}(t - \tau) = \bar{T}(y(t - \tau))$, где $y(t - \tau)$ -поперечная координата жидкой частицы в момент времени $t - \tau$. За промежуток времени τ поперечная координата жидкой частицы изменилась на

$$\Delta y(\tau) = y(t) - y(t - \tau) = k \int_{t-\tau}^t u_y(\tau') d\tau' \quad (5)$$

Предположим, что поле T достаточно плавно изменяется в пространстве, а поперечные смещения жидкой частицы малы. Тогда можно записать

$$T(y(t - \tau)) = \bar{T}(y(t)) - \frac{\partial \bar{T}}{\partial y} \Delta y(\tau) = \bar{T}(t) - \frac{\partial \bar{T}}{\partial y} \int_{t-\tau}^t u_y(\tau') d\tau' \quad (6)$$

Подставим правую часть (6) в соотношение (3) вместо $\bar{T}(t-\tau)$, изменим порядок интегрирования и вычислим интеграл по τ . Ввиду быстрой сходимости интегралов устремим их верхние пределы к бесконечности. В результате можем получить

$$T(t) - T'(t) = -\frac{\partial T}{\partial y} \int_0^{\infty} u_y(t-\tau) e^{-k\tau} d\tau \quad (7)$$

Величины, характеризующие жидкую частицу, одновременно являются мгновенными значениями физических переменных течения в той точке, где находится жидкая частица. Поэтому величина $T' = T(t) - \bar{T}(t)$ представляет собой пульсацию скалярной субстанции, а u_y - пульсацию скорости (которую далее будем обозначать u'_y) в той точке, где находится жидкая частица. Умножим почленно (7) на u'_y и усредним полученное выражение по времени. Тогда для рассматриваемой жидкой частицы имеем

$$\overline{T(t)u'_y(t)} = -\frac{\partial \bar{T}}{\partial y} \int_0^{\infty} u'_y(t-\tau) u'_y(t) e^{-k\tau} d\tau \quad (8)$$

Предполагая, что рассматриваемое течение стационарное (установившееся), преобразуем последнюю формулу к виду

$$\overline{T(t)u'_y(t)} = -\frac{\partial \bar{T}}{\partial y} \int_0^{\infty} Q(\tau) e^{-k\tau} d\tau, \quad (9)$$

где $Q(\tau) = \overline{u'_y(t)u'_y(t-\tau)}$.

В силу эргодических свойств турбулентной среды (в котором период флуктуаций много меньше области осреднения) можно считать, что соотношение (9) справедливо не только для временных, но и для статических средних. Из (9) следует, что он представляет искомое выражение для плотности турбулентного потока скалярной субстанции, причем

$$\lambda_T = \int_0^{\infty} Q(\tau) e^{-k\tau} d\tau \quad (10)$$

Из приведенных рассуждений следует, что (8) и, следовательно, (9) будут справедливы, если поле осредненной интенсивности скалярной субстанции плавно меняется в пространстве, а поперечные смещения жидких частиц являются малыми по сравнению с пространственными масштабами изменения $\bar{T}(y)$.

Следует отметить, что замыкающие соотношения (1) и (2) не позволяют решить задачу определения профилей $\bar{u}$ и $\bar{T}$, если неизвестны выражения для коэффициентов ν_T и λ_T . Самое простое допущение, высказанное Буседнеском, состоит в постоянстве коэффициента турбулентной вязкости. Основанием для этого служило соображение, заключающееся в том, что и молекулярное, и макроскопическое смещения дают один и тот же окончательный эффект [4]. С другой стороны, независимость коэффициента молекулярной вязкости от движения требует, чтобы масштаб молекулярных взаимодействий (т.е. средняя длина пути свободного пробега молекул), был намного меньше масштаба длины среднемассового движения. Это условие не всегда выполняется для взаимодействий при турбулентности. Постоянство ν_T выполняется в основном для малых масштабов турбулентности; турбулентных струй, распространяющихся в безграничном пространстве, или турбулентности в свободной атмосфере [3].

В случае течений, ограниченных стенками, в пристеночной области или в турбулентном пограничном слое (где интенсивность турбулентных флуктуаций значительно меняется по толщине слоя), коэффициенты ν_T и λ_T нельзя считать постоянными. В частности, в вязком подслое пульсации быстро забухают по мере приближения к стенке и соответственно стремятся к нулю коэффициенты турбулентного переноса [1].

Более широкое распространение (по сравнению с теорией Буссунеска) получили полуэмпирические теории, основанные на использовании понятия пути смещения. Это

понятие базируется на определенных представлениях о характере турбулентного переноса, которые были использованы выше для обоснования модели градиентного течения. Рассматривая плоскопараллельные течения, будем считать, что поле осредненной интенсивности скалярной субстанции $\bar{T}$ зависит от y . Тогда, считая, что турбулентный перенос скалярной субстанции осуществляется за счет поперечного движения жидких частиц, то для описания зависимости скалярной субстанции жидкой частицы от времени можно использовать соотношение (7).

Рассмотрим интеграл, стоящий в правой части равенства (7) при $k > 1$, верхний предел интегрирования можно приближенно заменить на $1/k$:

$$\int_0^{\infty} u_y(t-\tau)e^{-k\tau}d\tau = \int_0^{1/k} u_y(t-\tau)e^{-k\tau}d\tau \quad (11)$$

Пренебрегая изменением функции $e^{-k\tau}$ на промежутке интегрирования, можно утверждать, что величина (11) приближенно равна смещению жидкой частицы в поперечном направлении за время $1/k$. Как видно из формулы (3), величина $1/k$ имеет смысл характерного времени обмена скалярной субстанций между жидкой частицей и окружающей ее средой. Из этих оценок следует, что величину

$$l'_0 = \int_0^{\infty} u_y(t-\tau)e^{-k\tau}d\tau \quad (12)$$

можно интерпретировать как расстояние, которое проходит жидкая частица в поперечном направлении, прежде чем сравняются интенсивности скалярной субстанции этой частицы и окружающей среды. При этом величину l'_0 называют путем смещения. Величина l'_0 зависит от скорости обмена скалярной субстанций между жидкой частицей и окружающей средой, т.е. для одного и того же потока путь смещения, вообще говоря, различен для различных субстанций. Следует подчеркнуть, что l'_0 является случайной величиной. Важно также иметь в виду, что путь смещения l'_0 нельзя отождествлять с поперечным перемещением жидкой частицы в турбулентном потоке, так как это перемещение может существенно отличаться по величине от пути смещения.

С учетом определения пути смещения (12), соотношение (7) примет вид

$$T(t) - \bar{T}(t) = -\frac{\partial \bar{T}}{\partial y} l'_0 \quad (13)$$

Величина $T' = T(t) - \bar{T}(t)$ представляет собой пульсацию интенсивности скалярной субстанции в той точке, где находится жидкая частица.

Отметим, что формула (13) предполагает следующий механизм возникновения пульсаций интенсивности скалярной субстанции. В слой $y = \text{const}$, который характеризуется значением $\bar{T}(y)$ осредненной интенсивности скалярной субстанции, попадают жидкие частицы из слоя $y \pm l = \text{const}$, значение осредненной интенсивности субстанции в которых $\bar{T}(y \pm l)$. Если в качестве l выбрать путь смещения l'_0 , то можно считать, что частицы во время своего движения из слоя $y \pm l'_0 = \text{const}$ в слой $y = \text{const}$ практически не обмениваются скалярной субстанцией с окружающей средой и значение ее интенсивности для этих частиц приближенно постоянно. Вследствие этого в слое $y = \text{const}$ возникают пульсации интенсивности скалярной субстанции

$$\bar{T}'(y) = \bar{T}(y \pm |l'_0|) - \bar{T}(y) = \pm \frac{\partial \bar{T}}{\partial y} |l'_0| \quad (14)$$

Умножая (13) почленно на скорость u'_y жидкой частицы и усредняя по времени, получим

$$\overline{T'u'_y} = -\frac{\partial \overline{T}}{\partial y} \overline{u'_y l'_0} \quad (15)$$

В силу эргодичности процесса такое же соотношение справедливо и для статистических средних. Тогда для плотности турбулентного потока скалярной субстанции имеем

$$q_\tau = -\frac{\partial \overline{T}}{\partial y} \overline{u'_y l'_0} \quad (16)$$

При этом l'_0 будет иметь смысл длины пути смещения жидких частиц, проходящих через данную точку пространства.

Сравнивая (15) с (2) нетрудно видеть, что

$$\lambda_\tau = \overline{u'_y l'_0} \quad (17)$$

Заметим, что (17) аналогично формуле для коэффициентов переноса, которая вводится в кинетической теории газов и имеет вид [3] $\lambda_\tau = \bar{u} \bar{l}$, где $\bar{u}$ - средняя скорость молекул, а $\bar{l}$ - средняя длина среднего пробега молекул. При этом считают, что длина пути смещения играет роль длины свободного пробега молекул, а пульсационная скорость - скорости молекул.

Согласно рассуждениям сделанным при выводе (13), нетрудно убедиться, что аналогичная формула будет справедлива и для продольной составляющей скорости

$$u'_x(y) = -\frac{\partial \bar{u}_x}{\partial y} l'_u \quad (18)$$

Получая, что продольная и поперечная составляющие пульсационной скорости имеют одинаковый порядок, можно записать

$$u'_y = -\left| \frac{\partial \bar{u}_x}{\partial y} \right| l'_u \quad (19)$$

Использование знака модуля в этой формуле объясняется тем, что положительным значениям u'_y соответствуют перемещения частиц вверх, т.е. $l'_u > 0$. С учетом (19) выражения (16) и (17) можно записать в виде

$$q_\tau = -l_0^2 \left| \frac{\partial \bar{u}_x}{\partial y} \right| \frac{\partial \overline{T}}{\partial y}; \quad (20)$$

$$\lambda_\tau = l_0^2 \left| \frac{\partial \bar{u}_x}{\partial y} \right|, \quad (21)$$

где $l_0^2 = \overline{l_0'^2}$. Выражения (20) и (21) представляют искомые замыкающие соотношения для уравнения переноса тепловой энергии. Однако для их практического применения следует иметь явное выражение для величины l_0 . В настоящее время отсутствуют достаточно строгие и общие теоретические методы получения таких выражений для различных видов турбулентных течений двухфазных сред. В этом аспекте весьма важным является также и исследование влияние дисперсных частиц на турбулентность среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дейч М.Е., Зарянкин А.Е. Гидрогазодинамика, М.: Энергоатомиздат, 1984, 384 с.
2. Дейч М.Е., Селезнев Л. И., Исмаилов Р.Ш. и др. Обобщенная модель турбулентности в двухфазных средах // Изв. АН СССР, Энергетика и транспорт, № 3, М., 1986, с. 123-129
3. Рейнольдс А Дж. Турбулентные течения в инженерных приложениях. Пер. с англ. М.: Энергия, 1979, 408 с.
4. Гахраманов П.Ф. Разностная схема для интегрирования систем уравнений типа уравнений пограничного слоя // Актуальные проблемы современной науки. №5(49). М., 2009, с. 153-158
5. Гахраманов П.Ф. Решения уравнений конвективного теплопереноса методом конечных разностей // Естественные и технические науки, №6(44). М., 2009, с. 555-560

XÜLASƏ
TURBULENTLİYİN YARIMEMPİRİK NƏZƏRİYYƏLƏRİ HAQQINDA
Ağamaliyeva (Rüstəmovə) K.F.

Açar sözlər: *yarımempirik nəzəriyyə, turbulent, özlülük, xaotik hərəkət, diffuziya, əmsal, dispersiya.*

Qeyd olunduğu kimi, turbulentliyin riyazi modelləşməsi məsələsinin qoyulması zamanı köçürmə tənliklər sisteminin qapanması problemi əmələ gəlir. Məlum olan turbulentliyin yarımempirik nəzəriyyələri, qapanma münasibətləri müəyyən növlər ilə xarakterizə olunur, hansılar ki, ya təyin edilir, ya da keyfiyyətə görə əsaslanır. Bu zaman qapanma münasibətlərində naməlum əmsallar, yaxud funksiyalar olur və konkret axınlar üçün eksperimental qaydada müəyyən edilir. Bu qaydada tapılmış qapanma münasibətləri perspektivdə daha geniş axın sinfində nəzəri tədqiqatlar üçün istifadə olunur. Turbulentliyin yarımempirik nəzəriyyələrinin əsas keyfiyyəti məhz bundan ibarətdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, turbulentliyin yarımempirik klassik nəzəriyyəsinin yaranmasında turbulent hərəkətin və molekulların xaotik hərəkətlərinin oxşarlığından istifadə olunur. Bu halda molekulyar-kinetik nəzəriyyədə olduğu kimi, müxtəlif axın sıxlıqları üçün qradiyent təsəvvürlərindən istifadə olunur. Həm də turbulentlik nəzəriyyəsi anlamından (Prandtlın qarışma yolu kimi), onların pulsasiyasının orta kvadratik sürəti və qatılığı, istilik-köçürmə və diffuziya anlayışlarının oxşarı hesab olunurdu.

SUMMARY
ON THE SEMI-EMPIRICAL THEORY OF TURBULENCE
Aghamaliyeva (Rustamova) K.F.

Key words: *semi-empirical theory, turbulence, viscosity, chaotic motion, diffusion, coefficient, dispersion.*

As already noted, the problem of closing the system of transfer equations arises in the mathematical setting of turbulence model tasks. Known semi-empirical theories of turbulence are characterized by a certain kind of closing relationship that is postulated or based on qualitative reasoning. At the same time closing ratios contain unknown coefficients or functions, which are determined experimentally for specific currents. The closing ratios found are used further for theoretical investigation of a wider class of currents. This is the main advantage of semi-empirical theories of turbulence.

It should be noted that in the creation of classical semi-empirical theories of turbulence, the analogy between turbulence and chaotic movement of molecules was used. At the same time, as in molecular kinetic theory, gradient representations for flow densities of different substances were used, as well as concepts of turbulence theory, as a way of Prandtle mixing, standard value of velocity pulsations, coefficients of turbulent (apparent) viscosity, thermal conductivity and diffusion, were considered analogues of concepts of free run length of molecules, their standard velocity and coefficients of viscosity, thermal conductivity.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	04.07.2020
	Son variant	15.09.2020

HİDRİDSİLANLARIN 2-SİAN-BİSİKLO-(2,2,1)-HEPTEN-5 İLƏ QARŞILIQLI TƏSİRİ

¹AĞAYEV ƏKBƏR ƏLİ oğlu

²AŞUROV DURSUN ƏHMƏD oğlu

³TARVERDİYEV ŞƏMSƏDDİN ƏBİL oğlu

⁴NƏSİROVA İRADƏ MƏMMƏD qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,2- professor, 3- dosent, 4-baş müəllim

nesirova264@gmail.com

Açar sözlər: hidridsilanlar, bisiklohepten, nitril, avtoklav, atmosfer təzyiqi, Qrinyar reaktiv, Speyer katalizatoru

Silisiyum əsasında alınmış polimer maddələr sənayenin müxtəlif sahələrində yağlar, hidravlik mayelər, örtüklər və s. kimi geniş tətbiq edilir. Onların ən əhəmiyyətli xassələrindən biri istiyə və soyuğa davamlı olmasıdır. Onlardan hazırlanmış materiallar fasiləsiz olaraq uzun müddət yüksək temperaturda işləyə bilər. O cümlədən yağlar hətta -90°C -də belə özlülüklərini dəyişmir, öz elastikliyini -80°C ilə $+300^{\circ}\text{C}$ arasında itirmir. Silisiyumun yan zəncirlərində müxtəlif funksional qruplar, o cümlədən nitril qrupu olduqda yeni keyfiyyətlər: termostabillik, soyuğa davamlılıq, plastiklik, elastiklik və həlledicilərdə həll olma qabiliyyəti daha da artır [1-3].

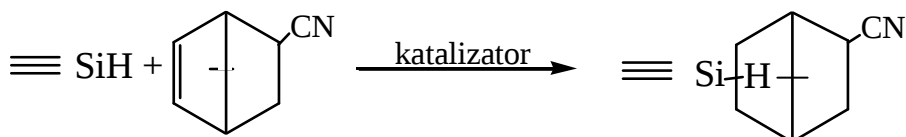
Silisiyumun siankil törəmələrində olan nitril qrupunun kimyəvi çevrilmələri nəticəsində yeni növlü karbofunksional silisiyum – üzvi monomerlərin, polimerlərin alınması üçün geniş imkanlar açılır.

Bu cür keyfiyyətlərinə görə nitril tərkibli silisiyum üzvi monomerlərin sintezi sahəsi sürətli inkişafa və geniş tədqiqat işlərinə səbəb olmuşdur.

Təqdim olunan məqalədə siklopentadien və akrilonitrildən dien sintezi üsulu ilə alınmış 2-sian-bisiklo- (2,2,1) –hepten-5-in hidrosililləşmə reaksiyası öyrənilmişdir. Bu məqsədlə aşağıdakı hidridsilanlardan istifadə edilmişdir: HSiCl_3 , HSiRCl_2 , HSiR_2Cl , HSiR_3 , HSi(OR)_3 , HSiR(OR)_2 , $\text{HSiR(CH}_2)_4$, burada $\text{R} = \text{CH}_3$, $-\text{C}_2\text{H}_5$, $-\text{C}_3\text{H}_7$, $\text{R} = \text{CH}_3$.

Göstərilən hidridsilanlardan HSiCl_3 , $\text{HSiCH}_3\text{Cl}_2$, $\text{HSi(OC}_2\text{H}_5)_3$ və başqaları sənaye miqyasında istehsal olunur. Qalanlarını isə müvafiq xlorasilanlardan birmərhələli sintez vasitəsilə asanlıqla almaq mümkündür.

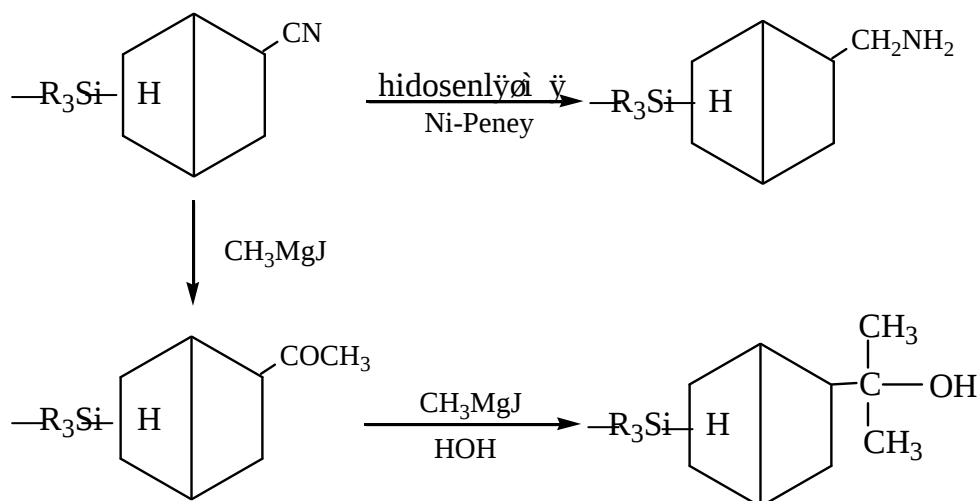
Hidridsilanların 2-sian-bisiklo (2,2,1) –hepten-5 ilə qarşılıqlı reaksiyanı sxematik olaraq aşağıdakı şəkildə təsvir etmək mümkündür:



Lakin burada $\text{CH}_3\text{Cl}_2\text{SiH}$, Cl_3SiH , $(\text{OC}_2\text{H}_5)_3\text{SiH}$ həmin olefinə istifadə olunan katalizatorlar (H_2PtCl_6 , Pt/c (20% Pt)) iştirakında adi atmosfer təzyiqi altında birləşməmişlər. Odur ki, həmin reaksiyalar yüksək temperaturda və təzyiq altında avtoklavda aparıldıqda birləşmə məhsullarını almaq mümkün olmuşdur. Ancaq reaksiyaları həmin şəraitdə apardıqda qətranaoxşar məhsulların alınması baş verir. Ona görə də avtoklavda temperatur 200°C -dən yüksək olduqda adduktun çıxımı əhəmiyyətli dərəcədə azalır. Eyni zamanda qeyd etmək lazımdır ki, həmin şəraitdə $\text{CH}_3\text{Cl}_2\text{SiH}$ birləşmə məhsulu vermir. Bu zaman əsasən sıxlaşma məhsulu alınır. Reaksiyanın həmin istiqamətdə getməsinə nitril qrupunun da iştirak etməsi ilə əlaqələndirmək mümkündür.

Müşahidə edilmişdir ki, bisiklik nitrillə birləşmə reaksiyası, elektromənfə əvəzediciləri olan silisium hidridlərinə nisbətən alkil silanlarla daha asan gedir. O cümlədən $\text{CH}_3(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{SiH}$ bisiklə adi atmosfer təzyiqində katalizator iştirakında birləşdirmək mümkün olmuşdur. Eyni zamanda, maraqlıdır ki, metil-tetrametil-silanla birləşmə reaksiyası hətta ekzotermiki olmuşdur. Həmin silanın aktivliyini onun özünün aktivliyi ilə əlaqələndirmək mümkündür.

Alınan birləşmələrdə nitril qrupunun varlığını ona xas olan reaksiyalarla sübut etmək mümkün olmuşdur. Doğrudan da? nitril tərkibli addukt hidrogenləşdirdikdə müvafiq amin birləşməsi alınır. Qrinyar reaktivini ilə təsir etdikdə isə uyğun olaraq keton, daha sonra isə üçlü spirt alınmışdır.



Təcrübi hissə

1. 5(6)–trixlorsilil–2–sian–bisiklo (2,2,1)–heptanın alınması.

150 ml-lik fırlanan avtoklavda 23 q (0,2 mol) bisiklik nitril, 5 damla Speyer katalizatoru və 41 q (0,3 mol) trixlorosilan yerləşdirilir. Temperatur $200\div 240^\circ\text{C}$ -də 6 saat müddətində qızdırılmışdır. Sonrakı gün reaksiya qarışığından alınmışdır. $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{SiCl}_3$. Çıxım nitrillə görə 25% təşkil etmişdir.

Qaynama temperaturu $118\div 120^\circ/2\text{ mm}$; Elementar analiz: xlorun nəzəri miqdarı 42%; Təcrübi – 41,88% alınmışdır.

Reaksiyanı $160\div 180^\circ\text{C}$ -də apardıqda çıxım 40%-dək artmışdır.

2. 5(6) trimetilsilil–2sian–bisiklo (2,2,1)–heptanın alınması.

Reaksiya avtoklavda aparılmışdır. Reaksiya üçün 11,9 q (0,1 mol) bisiklik nitril, 5 damla katalizator və 20 q (0,12 mol) trietoksisilan götürülmüşdür. $160\div 170^\circ\text{C}$ -də 6 saat qızdırmadan sonra qarışıq fraksiyalaşdırılmışdır.

Adi qovulma zamanı $130\div 135^\circ/2\text{ mm}$, n_D^{20} – 1,4520 olan 7 q miqdarında arzu olunan maddə təkrar qovulmadan sonra aşağıdakı göstəricilərə malik olmuşdur:

Qaynama temperaturu $131\div 133^\circ/2\text{ mm}$; n_D^{20} – 1,4523; d_4^{20} – 1,0276; MR_D təcrübi = 74,43; MR_D nəzəri = 74,48; Çıxım nitrillə görə 25% olmuşdur.

İQ spektrdə –CN qrupu üçün xarakterik olan 2237 cm^{-1} uzunluğunda bir xətt tapılmışdır.

3. 5(6)–metiltetrametilsilil –2 sian–bisiklo– (2,2,1)–heptanın alınması.

Əks soyuducu, damcı qığı və termometri olan 100 ml-lik kolbaya 11,9 q (0,1 mol) nitril tərkibli bisiklik nitril, 3 damla 0,1 n. H_2PtCl_6 izopropil spirindəki məhlulu yerləşdirilib, üzərinə 10,0 q (0,1 mol) metiltetrametilsilan əlavə edilir. Reaksiyanın temperaturu $90\div 92^\circ\text{C}$ olduqda reaksiya sürətlə getmiş və ekzotermiki olduğundan qarışığın temperaturu 185°C -yə qalxmışdır. Vakuumda $122\div 127^\circ(3\text{ mm})$, n_D^{20} – 1,5088 olan 18 q miqdarında alınmış maddə təkrar qovulmadan sonra aşağıdakı göstəricilərə malik olmuşdur: Qaynama temperaturu $118\div 119^\circ/2\text{ mm}$; n_D^{20} – 1,5091; d_4^{20} – 0,9999; MR_D təcrübi = 65,51; MR_D nəzəri = 65,44.

Alınan birləşmələrdə xlorun və nitril qruplarının olmasını təsdiq edən aşağıdakı xarakterik reaksiyalar aparılmışdır:

1. *Molekulda trixlorun olmasını təsdiq edən xarakterik reaksiya:*

100 ml efirdə qarışdırılmış 13,2 q trixlor tərkibli bisiklik nitrilin üzərinə 4,25 q (0,175 mol) Mg və CH₃Br-dan hazırlanmış Qrinyar reaktivi bir saat müddətində əlavə edilir. Reaksiya kolbası efirin qaynadığı temperaturda daha 2 saat qızdırılmışdır.

Sonrakı gün qarışıq su ilə parçaladıqdan sonra üzvi təbəqə CaCl₂ üzərində qurudulmuşdur. Həlləddici qovulduqdan sonra vakuumda 3,1 q metilləşdirilmiş maddə ayırılmışdır. Nəticədə, 5(6) trimetilsilil –2–sian bisiklo (2,2,1) –heptan alınır.

Qaynama temperaturu – 92÷93⁰ / 2 mm; n_D^{20} – 1,4781, d_4^{20} – 0,9396; MR_D nəzəri = 58,31; MR_D təcrübi = 58,26.

İKS aparatında həmin maddənin infra-qırmızı spektri alınmışdır. Burada CN qrupu üçün xarakterik olan 2238 cm⁻¹ uzunluğunda xətt alınmışdır.

2. *5(6) metil–tetrametilsilil–2–sian–bisiklo– (2,2,1) heptanın Qrinyar reaktivi ilə qarşılıqlı təsiri.*

Qarışdırıcı kolbada 10 q (0,07 mol) CH₃J və 2 q Mg hazırlanmış Qrinyar reaktivinin üzərinə 10,4 q (0,0474 mol) nitril tərkibli addukt əlavə edilib bir saat efirdə qaynadılır. Daha sonra qızdırılmaqla efir qovulur və reaksiya kolbası 70-80⁰C-də 1,5 saat su hamamında qızdırılır. Qovulmuş efir geri qaytarılıb su ilə parçalanmışdır. Ayırılmış efir təbəqəsi CaCl₂ üzərində qurudulduqdan sonra qovma əməliyyatı nəticəsində 9,2 q maddə alınmış, təkrar qovulmadan sonra aşağıdakı göstəricilərə malik olmuşdur: Qaynama temperaturu 106 ÷ 107⁰ / 2 mm; n_D^{20} – 1,5027; d_4^{20} – 0,9952; MR_D təcrübi = 69,89; MR_D nəzəri = 70,19; Çıxım: 82,48%.

ƏDƏBİYYAT

1. Благонравова А.А., Неполнящий А.И. Лаковые эпоксидные смолы. М.: Химия, 1970, 248 с.
2. Юрьева В.П., Салимгареева И.М. Реакция гидросилилирования олефинов. М.: Наука, 1982, 233 с.
3. Казыцина Л.А., Куплемская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР- спектроскопии в органической химии. М.: Высшая школа, 1971, 263 с.
4. Tarverdiyev Ş.Ə., Nəsirova İ.M. Dialkil (aril) silalların 1-fenil-4-qlisidiloksibutin-1-ə katalitik birləşməsi // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. c. 18, № 3. Sumqayıt: SDU, 2018, s. 37-41

РЕЗЮМЕ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГИДРИДСИЛАНОВ С 2-ЦИАН-БИЦИКЛО-(2,2,1)-ГЕПТЕНОМ -5

Агаев А.А., Ашуров Д.А., Тарвердиев Ш.А., Насирова И.М.

Ключевые слова: гидросиланы, бициклогептен, нитрил, автоклав, атмосферное давление, реактив Гриньяра, катализатор Спейера

Исследована реакция присоединения гидридсиланов с 2-циан-бицикло-(2,2,1)-гептеном-5 в присутствии каталитических систем. Установлено, что гидридсиланы, имеющие электроотрицательные функциональные группы 2-циан-бицикло-(2,2,1)-гептену-5 в присутствии катализатора Спейера присоединяются лишь в автоклаве при атмосферном давлении и высоких температур (180÷240⁰C) с незначительным выходом (около 25%). Однако, гидридсиланы имеющие электроположительные функциональные группы, легко присоединяются при обычном атмосферном давлении к 2-циано-бицикло-(2,2,1)-гептену-5 в присутствии платина хлористоводородной кислоты с достаточно высокими выходами.

SUMMARY

THE INTERACTION OF HYDROSILANES WITH 2-CYANO-BICYCLO- (2,2,1) -HEPTEN-5
Aghayev A.A., Ashurov D.A., TarverdiyevSh.A., Nasirova I.M.

Key words: *hydrosilanes, bicyclohepten, nitrile, autoclave, atmospheric pressure, Grignard reagents, Speyer catalyst*

The reaction of the addition of hydrosilanes with 2-cyano-bicyclo-(2.2.1)-hepten-5 in the presence of catalytic systems was researched. It was determined that hydride silanes with electronegative functional groups of the 2-cyan-bicyclo-(2.2.1)-hepten-5 in the presence of a Speyer catalyst are attached only in an autoclave at atmospheric pressure and high temperatures ($180\div 240^{\circ}\text{C}$) with a minor yield (about 25%). However, hydridsilanes having electropositive functional groups are easily affiliated at ordinary atmospheric pressure to 2-cyano-bicyclo-(2,2,1)-hepten-5 in the presence of platinum hydrochloric acid with sufficiently high yields.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	11.03.2019
	Son variant	08.07.2020

УДК 661.632.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗЛОЖЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ФОСФАТОВ СЕРНОЙ КИСЛОТОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕНСИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК - $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

¹САМЕДОВ МУХТАР МАМЕД оглу²ГАСАНОВА ТАМАРА ШАМХАЛ гызы*Сумгаитский государственный университет, 1-профессор, 2-докторант*

МАМЕДОВА ГЮЛЬНУРЕ МУСТАФА гызы

*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, доцент**Баку, Азербайджан,*samedov-muxtar@mail.ru

Ключевые слова: разложение, интенсификация, добавки, удобрение, природные фосфаты

Известно, что разложение природных фосфатов минеральными кислотами является сложным физико-химическим явлением. При этом реакционная система состоит из отдельных, взаимосвязанных и одновременно протекающих процессов. На границе фаз протекает химическая реакция с образованием новых ионов и молекул, не содержащихся в исходном твердом веществе. Такие реакции происходят между малорастворимыми солями слабых кислот с водными растворами сильных кислот. Первичным явлением разложения природных фосфатов минеральными кислотами можно считать присоединение протона кислоты к аниону исходного твердого вещества с образованием кислых солей или свободной малодиссоциированной кислоты. К этому типу реакции относится разложение апатитового концентрата кислотами [1-2].

Следует отметить, что химическая реакция у поверхности твердого вещества обычно протекает сравнительно быстро, значительно медленнее протекает процесс перехода продуктов реакции из пограничного слоя в общий объем химической системы т.е. в жидкую фазу. При обычных условиях взаимодействия основное значение имеет перенос растворенного вещества в объем растворителя и обратный перенос реагирующего вещества к поверхности твердого тела, который осуществляется путем медленной диффузии ионов и молекул сквозь соли жидкости, прилегающей к твердому веществу. Этот слой называется диффузионным слоем. Дальнейший перенос продуктов реакции в общий объем жидкой фазы происходит в слоях жидкости, более отдаленных от исходного твердого вещества [3-4].

Известно, что скорость сложных реакций определяется тем из его этапов, который протекает с наименьшей скоростью. В случае растворения, сопровождаемого химической реакцией, наиболее медленно протекает диффузия через слой жидкости, которая и определяет, т.е. лимитирует скорость всего процесса в целом, так называемой кинетикой диффузионной области. Вследствие медленности диффузии в сравнении с другими звеньями сложного процесса концентрация растворяемого вещества или продуктов реакции в диффузионном слое довольно быстро повышается и вблизи от поверхности твердого вещества может приближаться к концентрации насыщенного раствора. В пределах диффузионного и прилегающих к нему слоев вскоре устанавливается стационарный режим обмена, то есть отток продуктов реакций и приток реагирующих веществ или растворителя [5-6].

Исследование разложения природных фосфатов серной кислотой проводились в присутствии сульфата аммония, гидросульфата аммония, хлорида аммония и других интенсифицирующих добавок [7-9]. Однако исследование разложения природных фосфатов серной кислотой в присутствии $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ изучено недостаточно.

Целью настоящего исследования является изучение некоторых кинетических закономерностей процесса разложения природных фосфатов серной кислотой в присутствии интенсифицирующих добавок - дигидрофосфата аммония.

Экспериментальная часть. Известно, что при разложении природных фосфатов серной кислотой на степень разложения исходного сырья существенным образом влияет начальная температура серной кислоты. Повышение начальной температуры H_2SO_4 ускоряет реакцию разложения природного фосфата. Однако существуют определенные оптимальные интервалы температуры кислоты, которые должны быть связаны с ее концентрацией, так как чем выше концентрация кислоты, тем ниже находится оптимальная температура серной кислоты [1].

Поэтому результатами экспериментов изучена кинетика разложения апатитового концентрата серной кислотой с применением интенсифицирующей добавки - гидрофосфата аммония. Опыты проводили в лабораторной установке (рис.1) в следующей последовательности.

В дозатор 1 наливали 2-2,5л серной кислоты концентрацией 75% , в дозатор 2 наливали 45%-ый раствор $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ в количестве 1,0-1,5л. В бункер дозатора 6 засыпают 1,5-2,0 кг апатитового концентрата. После градуировки дозаторов раствор серной кислоты и гидрофосфата аммония через подогреватель (3) поступает в смеситель (8), одновременно в смесителе из бункера (5) через дозатор (6) поступает расчетное количество апатитового концентрата. Отбор пробы пульпы производят после того, как в смесителе установится нормальный режим, обеспечивающий получение хорошо схватывающейся пульпы, что происходит примерно через 7 мин. После установления нормального режима смешения отбирают пульпу в предварительно взвешенный и подогретый фарфоровый стакан (9). По заполнении стакана его помещают в термостат, где выдерживают в течение 1,5 ч при температуре 110°C . После этого полученное фосфорсодержащее минеральное удобрение извлекают из термостата, обрабатывают и анализируют.

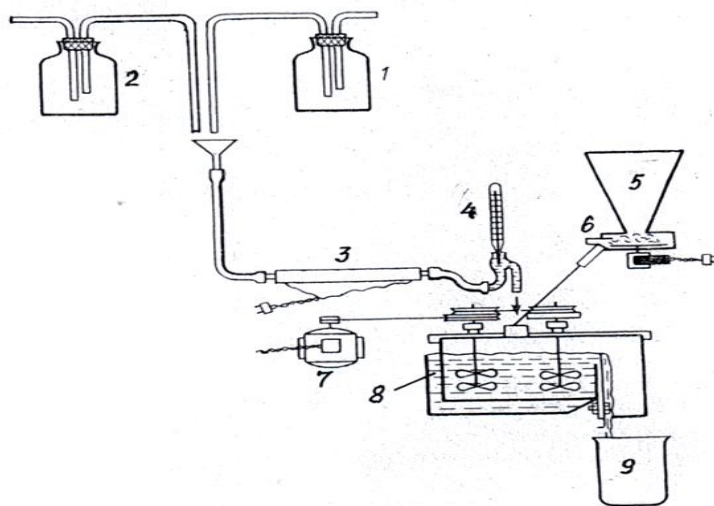


Рис. 1. Схема лабораторной установки получения суперфосфата с применением интенсифицирующих добавок: 1 и 2 – дозаторы серной кислоты и интенсифицирующего раствора соответственно; 3 – подогреватель кислоты; 4 – контактный термометр; 5 – бункер для апатитового концентрата; 6 – дозатор апатита; 7 – электродвигатель; 8 – смеситель; 9 – стакан.

Исследование проводили с изменением начальной температуры кислоты в интервале $55-105^\circ\text{C}$ при концентрации серной кислоты 67% H_2SO_4 , добавка 45% - ного раствора гидрофосфата аммония составляла 12% от массы серной кислоты. Степень разложения

исходного сырья определяли стандартными методами [10] через каждые 3,5,7,9 и 90 минут. Результаты исследований на стадии смешения представлены на рис. 2, а данные по степени разложения апатитового концентрата фосфорсодержащего удобрения после камерного вызревания представлены в табл.1.

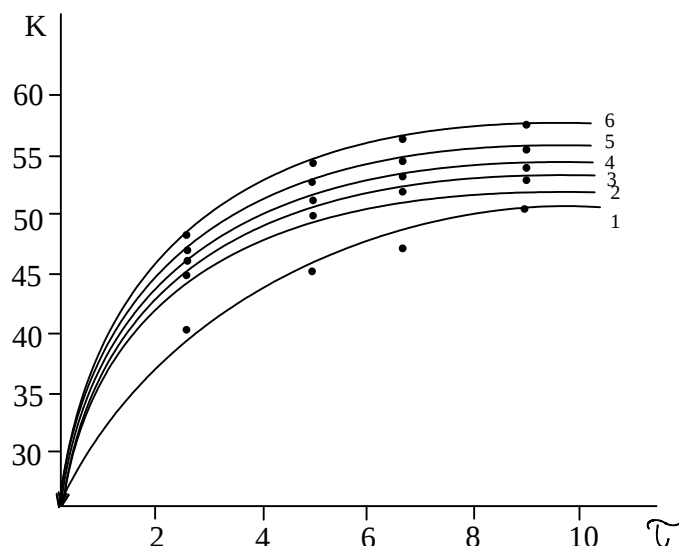


Рис.2. Кинетические кривые степени разложения апатитового концентрата с применением добавки гидрофосфата аммония в зависимости от продолжительности процесса смешения при различных температурах: 1-50⁰С; 2-60⁰С; 3-70⁰С; 4-80⁰С; 5-90⁰С; 6-100⁰С.

Как видно из рис.2 при повышении начальной температуры кислоты степень разложения фосфатного сырья значительно увеличивается в начальных стадиях процесса, т.е. в течение первых 3-9 минут. Это явление объясняется тем, что с повышением температуры кислоты повышается активность водородных ионов, что способствует увеличению степени разложения апатитового концентрата.

В дальнейшем процесс разложения протекает иначе, т.е. по мере накопления продуктов реакции, чрезмерно высокая температура отрицательно влияет на степень разложения апатитового концентрата.

Таблица 1.

Степени разложения фторапатита в камерном продукте, полученного с применением гидрофосфата аммония

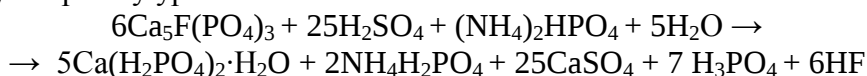
№ опыта	Начальная температура серной кислоты, ⁰ С	Количество добавки 45%-ного раствора (NH ₄) ₂ HPO ₄	Степень разложения апатита через 90 минут %
1	50	12% от массы серной кислоты	83,4
2	60	- " -	85,7
3	65	- " -	88,2
4	70	- " -	84,6
5	80	- " -	81,6
6	90	- " -	78,7

Как видно из табл.1, при увеличении температуры до 65⁰С, степень разложения сырья через 90 минут, т.е. в камерном продукте составляет 88,2%. Однако, дальнейшее повышение температуры не создает благоприятных условий для увеличения степени разложения апатита в камерном продукте. Это можно объяснить влиянием температуры на растворимость кальция дигидрофосфата и микроструктуры выделяющихся кристаллов

сульфата кальция. Установлено, что при высоких температурах большое значение имеет образование более дисперсного осадка сульфата кальция, которое, оседая на поверхность непрореагировавших зерен апатитового концентрата, создает сопротивление диффузии кислоты в глубину зерен апатита. С другой стороны, с повышением температуры при одной и той же концентрации P_2O_5 раствора, фазовый переход полугидрата сульфата кальция в ангидрид замедляется [2].

В результате степень разложения при высоких температурах в начальной стадии реакции увеличивается, а в дальнейшем замедляется.

Реакция получения фосфорного минерального удобрения разложением апатитового концентрата серной кислотой в присутствии гидрофосфата аммония, протекает в две стадии. Вначале образуется свободная фосфорная кислота и сульфат кальция. После полного израсходования серной кислоты начинается вторая стадия процесса, т.е. получение смеси кальция и аммония дигидрофосфата, сульфата кальция и фтористого водорода согласно следующему суммарному уравнению



Таким образом, изучение кинетики процесса разложения апатитового концентрата серной кислотой в присутствии гидрофосфата аммония показало, что наиболее высокая степень разложения исходного сырья достигается при начальной температуре серной кислоты 65°C и при добавке 45%-ного раствора гидрофосфата аммония в количестве 12% от массы серной кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология фосфорных и комплексных удобрений. Под ред. С.Д.Эвенчика и А.А.Бродского. М.: Химия, 1987, 464 с.
2. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. Л.: Химия, 1989, 352 с.
3. Чепелевский М.Л., Бруцкус Е.Б. Суперфосфат. Физико-химические основы производства. М.: Госхимиздат, 1968, 272 с.
4. Позин М.Е. Технология минеральных солей. ч. II. Л.: Химия, 1970, с. 828-880
5. Булгакова Т.Н. Реакции в твердых фазах. М.: МГУ, 1981, 165 с.
6. Вест А.Р. Химия твердого тела. Перевод с англ. т.1, М.: Мир, 1988, 320 с.
7. Орехов И.И., Смородинов А.В., Власова Т.Л. Исследование влияния азотной и соляной кислот на степень разложения фосфоритов фосфорной кислотой // Журн. прикл. химии. 1972, №7, с. 1425-1428
8. Орехов И.И., Власова Т.Л. Влияние сульфат-ионов на механизм взаимодействия природных фосфатов с фосфорной кислотой // Химическая промышленность, №2, 1975, с. 755-757
9. Самедов М.М. Изучение кинетики процесса разложения фторапатита серной кислотой в присутствии интенсифицирующей добавки – бисульфата аммония // Научные известия. Серия: Естественные и технические науки. т. 5, №1. Сумгаит: СГУ, 2005, с. 46-48
10. Кельман Ф.Н., Бруцкус Е.Б., Ошерович Р.Х. Методы анализа при контроле производства серной кислоты и фосфорных удобрений. М.: Химия, 1985, 370 с.

XÜLASƏ
TƏBİİ FOSFATLARIN İNTENSİVLƏŞDİRİCİ ƏLAVƏ-(NH₄)₂HPO₄-ÜN İŞTİRAKI
İLƏ SULFAT TURŞUSUNDA PARÇALANMASI PROSESİNİN TƏDQIQI

Səmədov M.M, Həsənova T.Ş., Məmmədova G.M.

Açar sözlər: parçalanma, intensivləşdirmə, əlavələr, gübrə, təbii fosfatlar

Məqalə təbii fosfatların intensivləşdirici əlavə (NH₄)₂HPO₄-ün iştirakı ilə sulfat turşusunda parçalanması prosesinin tədqiqinə həsr olunub. Müəyyənləşdirilmişdir ki, verilmiş əlavədən istifadə etdikdə təbii fosfatların sulfat turşusu ilə parçalanması prosesi intensivləşir. Tədqiq olunan prosesdə alınan məhsulun xassələri yaxşılaşır və əlavə qida elementi azotla zənginləşir. Optimal miqdarda ammonium hidrofosfatın qarışdırıcıya verilməsi apatit konsentratının parçalanma dərəcəsini 85,6-88,2%-ə qədər yüksəltdiyi müəyyənədirilmişdir.

SUMMARY
STUDY OF THE PROCESS OF DECOMPOSITION OF NATURAL PHOSPHATES
OF SULFURIC ACID WITH THE USE OF INTENSIFYING ADDITIVES- (NH₄)₂HPO₄
Samedov M.M., Hasanova T.Sh., Mammadova G.M.

Key words: decomposition, intensification, additives, fertilizer, natural phosphates

The process of obtaining phosphorus-containing mineral fertilizers was investigated using a mixture of solutions of (NH₄)₂HPO₄. It is noted that these additives have a positive effect on the process of decomposition of natural phosphates with sulfuric acid and increase the degree of decomposition of raw materials. In this case, the resulting product is enriched with additional nutrients - nitrogen. It was established that at the optimal amount of additive of the mixture of ammonium hydrophosphate solutions, the degree of decomposition of apatite concentrate is 85,6-88,2%.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.05.2019
	Son variant	16.09.2019

UOT- 547.4473.3; 542.951.1

SİNTEZ OLUNMUŞ AMİDOAMİNLƏR VƏ TƏBİİ NEFT TURŞUSUNUN MÜXTƏLİF METAL DUZLARININ KOMPOZİSİYASININ KONSERVASIYA MAYELƏRİ KİMİ TƏDQIQI

HƏSƏNOV ELGÜN KAMİL oğlu

AMEA Y.H.Məmmədəliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı, dosent

elqun.hasanzade02@gmail.com

Açar sözlər: texniki neft turşusu, təbii neft turşusu, berolamin-20, konservasiya mayeləri, mineral yağlar, korroziya.

Giriş. Metal avadanlıqların saxlanması, nəql olunması və istismarı əsasən atmosfer şəraitində olduğundan onların atmosfer korroziyasından qorunması böyük əhəmiyyət kəsb edir [1].

Müasir dövrdə texnologiyanın sürətlə inkişaf etdiyi qlobal və yerli mühitdə metal tərkibli avadanlıqların korroziyadan mühafizəsi aktual problemlərdən biridir. Bu problem daha çox neft sektorunun əsası olan neft və qaz hasilatı, nəqli və emalı zamanı polad avadanlıq və boru kəmərlərinin atmosfer korroziyasının təsirinə məruz qalması ilə bağlıdır. Bu qurğu və avadanlıqların fəaliyyət göstərdiyi mühit tərkibində böyük miqdarda duzlu su, hidrogen-sulfid və karbon qazı olması səbəbindən çox aqressiv xassəyə malikdir. Belə mühitin təsiri yeraltı avadanlıq və neft quyularında intensiv korroziya proseslərinin getməsinə səbəb olur [2,3].

Müasir dövrümüzdə istər Azərbaycanda, istərsə də dünyada korroziya problemi və onun həlli yolları kimya sənayesinin ən aktual məsələsi olaraq qalmaqdadır. Belə ki, bu problem həm kənd təsərrüfatında, hərbi sənayedə, xüsusilə neft-kimya sektorunda açıq şəkildə özünü göstərir.

Müxtəlif metal avadanlıqlarının korroziyadan mühafizəsi və onların istismar müddətinin uzadılması neft-qaz və kimya sənayesi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edən ən mühüm problemlərdən biridir. [4;5] Korroziya prosesinin qarşısını tam almaq mümkün olmasa da, onun sürətini nəzərəcarpacaq dərəcədə azaltmaq mümkündür.

Metal və avadanlıqları korroziyadan qorumaq üçün yağlar və sürtkülərdən, inert atmosferdən, quruduculardan və korroziya inhibitorlarından istifadə olunur. [6;7]

Korroziya inhibitorlarının geniş tətbiq sahələrindən biri də neftçixarma və neft emalı sənayeləridir. Bu sahədə korroziya inhibitorlarından istifadə etməklə yüksək nəticələr əldə edilmişdir.

Korroziya inhibitorlarından sənayedə geniş istifadə edilməsinin səbəbi təkcə onun effektivliyi yox, eyni zamanda universal xassəyə malik olması və iqtisadi cəhətdən səmərəliliyidir.

Hazırda tərkibcə qeyri-üzvi və üzvi birləşmələrdən ibarət olan çoxlu miqdarda korroziya inhibitorları məlumdur. [8]

Neftdə həll olan yüksəkkeyfiyyətli alifatik aminlərin sintezi sahəsində NKPI-də AMEA-nın həqiqi üzvü V.M.Abbasovun rəhbərliyi ilə yüksək müdafiə effektivliyinə malik hidrogen sulfid korroziyası inhibitorları yaradılmışdır [9, 10].

Korroziyadan müdafiə olunan metalın səthindən asılı olaraq, inhibitorun təsir mexanizmi dəyişərək səthdə adsorbsiya oluna bilər və yaxud metalın kationu ilə çətin həll olan birləşmələr əmələ gətirə bilər. Bu zaman metalın təbiətindən asılı olaraq, səthdə əmələ gəlmiş müdafiə təbəqəsi öz kimyəvi tərkibinə görə nəzərəcarpacaq dərəcədə fərqlənə bilər. Bir çox inhibitorlar metalın səthinə xemosorbsiya olunaraq onun təsir müddətini artırır. Bu xassəli inhibitorlar metalın səthində passivləşməni eyni artırmaqla həllolmanı aşağı salır, səthdə kompleks əmələ gətirməklə təbəqə yaradaraq metalın korroziyaya uğramasının qarşısını alır. [11;12]

Tədqiqatların nəticəsi olaraq belə fikir formalaşmışdır ki, effektiv nəticə əldə etməyin yolu, karbohidrogenlərdə həll olan yüksəkkeyfiyyətli korroziya inhibitorlarının yaradılmasıdır. Ədəbiyyat araşdırmaları nəticəsində məlum olur ki, tərkibində azot saxlayan birləşmələr korroziyadan müdafiədə ən yüksək nəticə göstərən inhibitorlardır. [13; 14; 15]

Yüksəkkeyfiyyətli konservasiya mayeləri almaq üçün texniki neft turşusunun Berolamin-20 ilə müxtəlif mol nisbətlərində (1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 və 6:1) amidoaminləri sintez olunmuşdur. Texniki neft turşusunun 1:1, 2:1 və 3:1 mol nisbətlərində sintez olunmuş amidoaminlərinin mineral yağlarda həll olması zəif olduğu üçün kompozisiyaların hazırlanmasında 4:1, 5:1 və 6:1 mol nisbətlərində sintez olunmuş amidoaminlərdən istifadə edilərək konservasiya mayeləri hazırlanmışdır.

Sintez olunmuş amidoaminlər və təbii neft turşusunun metal duzları əsasında kompozisiyaları müxtəlif mineral yağ distillatlarında (T-22 və T-30) 5, 7 və 10% miqdarında əlavə olunmaqla konservasiya mayeləri hazırlanmışdır.

Amidoaminlərin sintezində xammal olaraq iqtisadi cəhətdən səmərəli, ucuz və ehtiyatı çox olan texniki neft turşusundan və tərkibi trietilen tetramin, tetraetilen pentamin və amino etiletanolamindən ibarət Berolamin-20-dən istifadə olunmuşdur.

TNT və BA-20 əsasında alınmış amidoaminlərin sintezi aşağıdakı kimi aparılmışdır: qarışdırıcı, termometr, qızdırıcı və ayırıcı qıf ilə təchiz olunmuş üçboğazlı reaksiya kolbasına əvvəlcədən hesablanmış miqdarda texniki neft turşusu tökülərək qarışdırılmaqla 80-100°C-yə qədər qızdırılır. Sonra bu temperatur şəraitində sintez üçün nəzərdə tutulmuş BA-20 kolbada yerləşən turşu üzərinə tədricən əlavə olunur. Reaksiyanın temperaturu 140°C-yə çatdırılaraq 3-3,5 saat müddətində intensiv qarışdırmaqla davam etdirilir. Reaksiya başa çatdıqdan sonra qızdırıcı söndürülür, qarışdırmanı davam etdirməklə reaksiya məhsulu 30 - 40°C-yə qədər soyudulur və reaksiya kolbasından ağzı kip bağlanan qaba keçirilir.

Hazırlanmış konservasiya mayeləri ən müasir korroziya aparatı olan «Corrosionbox-1000E» aparatında sınaq tədqiqat işləri aparılmışdır.

T-22 yağ distillatı mühitində sintez olunmuş amidoaminlərin və təbii neft turşusunun müxtəlif metal duzlarının konservasiya mayeləri kimi «Corrosionbox-1000E» aparatında sınaq nəticələri aşağıdakı kimidir.

Cədvəl 1.

T-22 yağ distillatı mühitində sintez olunmuş amidoaminlərin və müxtəlif metal duzlarının konservasiya mayeləri kimi «Corrosionbox-1000E» aparatında sınaq nəticələri

№	Kompozisiyaların T-22 yağ distillatında məhlulu			Korroziyadan mühafizə müddəti, günlə	
	Tərkibi	Komponentlərin məhlulda miqdarı, %		Kondensasiya fazası	Atmosfer fazası
		Inhibitor	Məhlul		
1	2	3	4	5	6
1	Amidoamin (TNT:Berolamin 6:1 mol nisbətində) + TNT-nin Co duzu	5 5	10	267	312
2	Amidoamin (TNT:Berolamin 5:1 mol nisbətində) + TNT-nin Co duzu	5 5	10	278	327
3	Amidoamin (TNT:Berolamin 4:1 mol nisbətində) + TNT-nin Co duzu	5 5	10	295	345
4	Amidoamin (TNT:Berolamin 6:1 mol nisbətində) + TNT-nin Ni duzu	5 5	10	167	207
5	Amidoamin (TNT:Berolamin 5:1 mol nisbətində) + TNT-nin Ni duzu	5 5	10	182	222
6	Amidoamin (TNT:Berolamin 4:1 mol nisbətində) + TNT-nin Ni duzu	5 5	10	195	236

1	2	3	4	5	6
7	Amidoamin (TNT:Berolamin 6:1 mol nisbətində) + TNT-nin Mn duzu	5 5	10	157	196
8	Amidoamin (TNT:Berolamin 5:1 mol nisbətində) + TNT-nin Mn duzu	5 5	10	162	203
9	Amidoamin (TNT:Berolamin 4:1 mol nisbətində) + TNT-nin Mn duzu	5 5	10	171	200
10	Amidoamin (TNT:Berolamin 6:1 mol nisbətində) + TNT-nin Zn duzu	5 5	10	173	201
11	Amidoamin (TNT:Berolamin 5:1 mol nisbətində) + TNT-nin Zn duzu	5 5	10	204	241
12	Amidoamin (TNT:Berolamin 4:1 mol nisbətində) + TNT-nin Zn duzu	5 5	10	237	283
13	Amidoamin (TNT:Berolamin 6:1 mol nisbətində) + TNT-nin Ba duzu	5 5	10	218	264
14	Amidoamin (TNT:Berolamin 5:1 mol nisbətində) + TNT-nin Ba duzu	5 5	10	247	296
15	Amidoamin (TNT:Berolamin 4:1 mol nisbətində) + TNT-nin Ba duzu	5 5	10	271	315

Sintez olunmuş aşqarların kompozisiyasının T-22 yağ distillatına əlavə olunması ilə hazırlanmış konservasiya mayelərinin aparılan sınaqlarının nəticəsi onu göstərir ki, bu yağ mühitində aşqarın istifadə olunması hər iki mühitdə metal lövhələrin korroziyadan mühafizə effektivini xeyli artırır. Belə ki, cədvəl 1-dən göründüyü kimi, TNT:BA-20 4:1 mol nisbətində sintez olunmuş amidoaminin və təbii neft turşusunun Co duzunun kompozisiyasının 10% miqdarında T-22 yağ distillatlarına əlavə olunması ilə hazırlanmış konservasiya mayelərinin sınaq nəticələri həmin mühitlərdə 295 və 345 gün nəticə göstərmişdir.

Bundan əlavə, sintez olunmuş bu aşqarlar digər yağ mühitində, yəni T-30 yağ distillatına kompozisiya şəklində müxtəlif faiz nisbətlərinə əlavə olunaraq, konservasiya mayesi kimi sınaqları aparılmışdır.

T-30 yağ distillatı mühitində sintez olunmuş amidoaminlərin və təbii neft turşusunun müxtəlif metal duzlarının konservasiya mayeləri kimi «Corrosionbox-1000E» aparatında sınaq nəticələri aşağıdakı kimidir.

Cədvəl 2.

T-30 yağ distillatı mühitində sintez olunmuş amidoaminlərin və müxtəlif metal duzlarının konservasiya mayeləri kimi «Corrosionbox -1000E» aparatında sınaq nəticələri.

№	Kompozisiyaların T-30 yağ distillatında məhlulu			Korroziyadan mühafizə müddəti, günlə	
	Tərkibi	Komponentlərin məhlulda miqdarı, %		Kondensasiya fazası	Atmosfer fazası
		İnhibitor	Məhlul		
1	2	3	4	5	6
1	Amidoamin (TNT:Berolamin 6:1 mol nisbətində) + TNT-nin Co duzu	5 5	10	268	312
2	Amidoamin (TNT:Berolamin 5:1 mol nisbətində) + TNT-nin Co duzu	5 5	10	292	345
3	Amidoamin (TNT:Berolamin 4:1 mol nisbətində) + TNT-nin Co duzu	5 5	10	315	365
4	Amidoamin (TNT:Berolamin 6:1 mol nisbətində) + TNT-nin Ni duzu	5 5	10	251	296

1	2	3	4	5	6
5	Amidoamin (TNT:Berolamin 5:1 mol nisbətində) + TNT-nin Ni duzu	5 5	10	271	325
6	Amidoamin (TNT:Berolamin 4:1 mol nisbətində) + TNT-nin Ni duzu	5 5	10	287	335
7	Amidoamin (TNT:Berolamin 6:1 mol nisbətində) + TNT-nin Mn duzu	5 5	10	205	262
8	Amidoamin (TNT:Berolamin 5:1 mol nisbətində) + TNT-nin Mn duzu	5 5	10	258	302
9	Amidoamin (TNT:Berolamin 4:1 mol nisbətində) + TNT-nin Mn duzu	5 5	10	270	322
10	Amidoamin (TNT:Berolamin 6:1 mol nisbətində) + TNT-nin Zn duzu	5 5	10	242	284
11	Amidoamin (TNT:Berolamin 5:1 mol nisbətində) + TNT-nin Zn duzu	5 5	10	265	317
12	Amidoamin (TNT:Berolamin 4:1 mol nisbətində) + TNT-nin Zn duzu	5 5	10	286	332
13	Amidoamin (TNT:Berolamin 6:1 mol nisbətində) + TNT-nin Ba duzu	5 5	10	245	291
14	Amidoamin (TNT:Berolamin 5:1 mol nisbətində) + TNT-nin Ba duzu	5 5	10	272	328
15	Amidoamin (TNT:Berolamin 4:1 mol nisbətində) + TNT-nin Ba duzu	5 5	10	282	333

T-30 yağ distillatı mühitində hazırlanmış konservasiya mayelərinin sınaq nəticələrindən görüldüyü kimi, hər iki mühitdə alınan nəticələr yüksəkdir. Belə ki, cədvəl 2-dən görüldüyü kimi, TNT:BA-20 4:1 mol nisbətində sintez olunmuş amidoaminin, təbii neft turşusunun Co duzu ilə kompozisiyasının T-30 yağı mühitində 10%-li məhlulu kondensasiya və atmosfer fazasında metal lövhələri 295 və 345 gün korroziyadan mühafizə etmişdir.

Aparılan sınaq nəticələrindən belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, texniki neft turşusunun Berolamin-20 ilə 4:1 mol nisbətində sintez olunmuş amidoaminin, təbii neft turşusunun Co duzu ilə kompozisiyasının 10%-miqdarında T-30 yağına əlavə olunması ilə konservasiya mayelərinin hazırlanması daha əlverişli hesab olunur.

ƏDƏBİYYAT

- Северный А.Э., Перновская О.Н., Мареев Г.В. Современное состояние и защита от коррозии сельскохозяйственной техники в агропромышленном комплексе России // Защита металлов, 1996, т.32, № 4, с. 401-404
- Трифорова О.Н. Научные основы разработки малокомпонентных антикоррозионных составов на базе амидоаминов и высших карбоновых кислот для защиты стали от атмосферной коррозии. Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. Тамбовский государственный университет, Тамбов, 2005, 135 с.
- Ивонин В.Н. и др. Защита металлов антикоррозионными бумагами во влажном тропическом климате // Коррозия: материалы, защита. № 5, 2008, с. 24-28
- Коррозионная стойкость оборудования химических производств. Под. ред. Арачакова Ю.И., Сухотина А.М., Нефтеперерабатывающая промышленность. Справ. Издат. Л.: Химия, 1990, 302 с.
- Сивоконь И.С. Лабораторная оценка эффективности ингибиторов коррозии нефтепромысловых трубопроводов Западно-Сибирского региона: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. тех. наук. Тамб. гос. техн. ун-т, Тамбов, 2013, 19 с.

6. Abdullayeva E.H. Naften karbohidrogenləri əsasında azotlu korroziya inhibitorlarının sintezi və tətqiqi: Kim. elm. nam. ... dis. Bakı, 2005, 142 s.
7. Аббасов В.М., Мамедов И.А. Исследование механизма защитного действия ингибиторов коррозии в двухфазной системе // Защита от коррозии и охрана окружающей среды. №10, 1995, с.6-8
8. Tebbal S., Hackerman N. Effect of the liquid film thickness on the carbon dioxide corrosion of steel // Corrosion. v.45, №7. 1989, pp. 558-562
9. Ефременко Е.Н., Азизов Р.Э., Махлис Т.А., Варфоломеев С.Д., Аббасов В.М. Оценка биоцидной активности ингибиторов коррозии биOLUMИНЕСЦЕНТНЫМ методом. // Процессы нефтехимии и нефтепереработки. №4, 2004, с.70-75
10. Шангарев Т.Э., Пташко О.А., Бугай Д.Е.Замещенные аминопиридины: синтез и ингибирующие свойства. // Башкирский химический журнал, №1, 2007, с. 30-32
11. Nesic S., Sun W. 2.25-Corrosion in acid gas solutions, in: J.A.R. Tony (Ed.), Shreir's Corrosion // Elsevier, Oxford, 2010, pp. 1270-1298
12. Аббасов В.М., Керимова Н.Г., Магерамов Р.С., Гурбанов И.Х. Продукты нитрования олефинов в качестве ингибиторов коррозии для консервационных масел // Процессы нефтехимии и нефтепереработки. № 1, 2001, с.6-8.

РЕЗЮМЕ

ИЗУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИЙ СИНТЕЗИРОВАННЫХ АМИНОАМИДОВ И РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОЛЕЙ ПРИРОДНЫХ НЕФТЯНЫХ КИСЛОТ В КАЧЕСТВЕ КОНСЕРВАЦИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Гасанов Э.К.

Ключевые слова: *технические нафтеновые кислоты, природные нафтеновые кислоты, бероламин-20, консервационные жидкости, минеральные масла, коррозия*

В результате проведенных опытов было выявлено, что консервационные жидкости, полученные путем добавления в 10%-ом количестве композиции синтезированных аминоксидов с солями кобальта природной нефтяной кислоты в турбинное масло Т-30, в данных условиях демонстрируют долгий эффект защиты металлических пластин от коррозии. Так, изготовленные консервационные жидкости показали высокую эффективность в течение 295-345 последовательных дней в условиях конденсации и атмосферной фазы в аппарате "Corrosionbox". Были изготовлены консервационные жидкости путем добавления в масла Т-22 и Т-30 композиций аминоксидов синтезированных в молярном соотношении 4:1 технических нефтяных кислот и Бероламина-20 с различными металлическими солями природных нефтяных кислот.

SUMMARY

STUDY OF SYNTHESIZED AMIDOAMINES AND COMPOSITION OF METAL SALTS OF NATURAL OIL ACIDS AS CONSERVATION LIQUIDS

Hasanov E.K.

Key words: *technical oil acids, natural oil acids, berolamin-20, conservation liquid, mineral oils, corrosion*

As a result of the experiments, it was found that the preservation fluids obtained by adding a 10% composition of synthesized aminoamides with cobalt salts of natural petroleum acid to t-30 turbine oil under these conditions demonstrate a long-term effect of protecting metal plates from corrosion. Thus, the manufactured preservation fluids showed high efficiency for 295-345 consecutive days under conditions of condensation and atmospheric phase in the "Corrosionbox" apparatus. Preservation fluids were made by adding to the t-22 and T-30 oils compositions of aminoamides synthesized in a 4:1 molar ratio of technical petroleum acids and Berolamine-20 with various metallic salts of natural petroleum acids.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	24.01.2020
	Son variant	03.03.2020

UOT 547.133;547.518

CATALYTIC LIQUID PHASE OXIDATION OF THE PYROCONDENSATE FRACTION 130-190 °C BY HYDROGEN PEROXIDE IN THE PRESENCE OF CERIUM CONTAINING POLYOXYTUNGSTATE

MUSAYEVA ELNARA SAHİB

*Institute of Petrochemical Processes named after Y.H. Mammadaliyev,
Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan, research associate
musayeva.e.s.88@gmail.com*

Key words: *pyrocondensate, hydrogen peroxide, oxygenate, oxirane, monoacetate, aromatic aldehydes.*

The process of catalytic oxidation of pyrocondensate fraction 130-190 °C (containing 27.9% unsaturated hydrocarbons) by hydrogen peroxide was studied and the conditions for producing oxygenate of a certain composition were determined. The oxygenate fraction isolated from the obtained catalysis was tested as an anti-smoke additive to diesel fuel. It was found out that the addition of the obtained oxygenate in the amount of 0.25-1.0% to diesel fuel significantly reduces its smoke when used.

Pyrocondensate, as a liquid pyrolysis product mainly consists of aromatic hydrocarbons and admixture (10-15%) - of unsaturated hydrocarbons, which include components such as isoprene, cyclopentadiene, styrene and naphthalene [1-5].

The processing of pyrocondensate as a production waste allows to increase economic indicators and improve environmental performance significantly. Unqualified processing of such wastes that have certain toxicity [6] does not contribute to environmental protection and production safety.

Oxygen-containing additives (oxygenates) - products of the pyrocondensate oxidation are used as high-octane components of engine fuels, they have several advantages: low toxicity of both fuels and combustion products, high antiknock properties. The use of oxygenates expands fuel resources and often improves their quality. Oxygenates as components of motor gasolines are characterized primarily by octane mixing, saturated vapor (SV) pressure and calorific value. Gasoline with oxygenates are characterized by improved detergent properties, combustion characteristics, they form less carbon monoxide and hydrocarbons during combustion. At the same time, it is possible to use oxygenates not only as antiknock agents, but also as fuel for ICE.

This work is to investigate the reaction of liquid-phase oxidation of the pyrocondensate fraction 130-190 °C in the presence of hydrogen peroxide and polyoxytungstate modified with cerium cations.

Experimental part. A catalytic system obtained by mixing and boiling aqueous solutions of $(\text{NH}_4)_{10}\text{W}_{12}\text{O}_{41} + \text{Ce}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_3\text{PO}_4$ and micro structured carbon material for 2 hours, followed by evaporation of the solution and drying of the solid residue 100 -120 °C and heat treatment at 180-200 °C [7] was used for the liquid-phase oxidation of the pyrocondensate fraction 130-190 °C. Before using the obtained catalytic system in the reaction of styrene oxidation, it was kept in a solution of 35% H_2O_2 with the ratio Cat: $\text{H}_2\text{O}_2 = 1: 200$. According to the data [8, 9] such a catalytic system consists of various peroxo complexes of the general formula $[\text{P}_\kappa\text{W}_\text{m}\text{O}_\text{n}(\text{O}_2)_\text{p}]_x$ applied to carbon material.

The oxidation of this fraction was carried out in a thermostated glass reactor equipped with a thermometer, a dropping funnel and a refrigerator with vigorous stirring of the reaction mixture (700 rpm). The calculated amount of fraction 130-190 °C, catalyst and acetic acid were

simultaneously loaded into the reactor for achieving the required pH-value of the aqueous medium. After reaching a temperature of the reaction mixture to 90-100 ° C, 35% aqueous solution of H₂O₂ was added dropwise for an hour. Stirring of the reaction medium continued for 6-8 hours. The organic layer was separated from the aqueous. The aqueous layer was extracted twice with a mixture of toluene and propanol-2. The extract and the organic layer were combined and subjected to atmospheric distillation.

The oxidation reaction was monitored by the method of using calibration curves in decreasing amounts of pyrocondensate (according to GLC analysis) and hydrogen peroxide (using permanganometric analysis [10]).

The composition and purity of the initial hydrocarbons, as well as the oxidation products, were determined by GLC analysis on a Color-500 chromatograph with a flame ionization detector column 2000 2 mm polyethylene glycol succinate (PGE) phase on Chromosorb (5 wt.%), Helium carrier gas, column temperature 160°C, injector temperature 250 °C. The structure of the obtained hydroxy products was confirmed by IR, EPR, NMR analysis methods. EPR spectra were recorded at 27° C, (300 K) on a JEOL YES-3x radio spectrometer with a working frequency of 9300 MHz. Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH & = 2.0036) was used as a standard for factor values. Electronic absorption spectra were measured on a UV / Specord instrument (Germany).

Effective separation of the pyrocondensate oxidation products was achieved on a Color-100m chromatograph with a thermal conductivity detector, helium carrier gas, 1 m × 2 mm column with a stationary phase anisone -L applied to Chromoton N-AW-HMDS (15 wt %). IR spectra of oxygenate were obtained on an Alpha IR Fourier spectrometer in the area of 400-4000 cm⁻¹.

Results and discussion. According to GLC and IR analysis of the obtained oxidate, the main oxygen-containing products are oxiranes, monoacetates of the corresponding diols, aromatic aldehydes. When comparing the IR spectra of the initial pyrocondensate and the isolated hydroxy products, C = O stretching vibrations of the ether group in the area of 1705 cm⁻¹, stretching

vibrations of the oxirane ring  in the areas 3084, 3026 as well as 907, 941, 819 are clearly observed. The absence of valence vibrations in the areas 1630, 1604 cm⁻¹ corresponding to unsaturated C = C bonds confirms the formation of an oxygen function in the presence of these fragments. The composition of the initial and unreacted mixture is presented in table 1. The iodine number of the return hydrocarbon mixture is 2.0. The conversion of unsaturated hydrocarbons under the above-mentioned conditions is 97.4%.

Table .

*The composition of the initial mixture of pyrocondensate frac. 130-190 ° C and
return hydrocarbon fraction after oxidation.*

The composition of initial raw material	% wt	The composition of return hydrocarbon	% wt
benzene	3,0	Benzene	4,0
toluene	12,6	toluene	16,8
ethylbenzene	4,6	ethylbenzene	6,1
xylene isomers	16,4	xylene isomers	21,9
styrene	11,7	trimethylbenzene isomers	12,0
trimethylbenzene isomers	9,0	α-methylstyrene	0,1
α-methylstyrene	6,2	dicyclopentadiene	0,4
dicyclopentadiene	4,0	indan	6,9
isomers of vinyl toluene	3,2	inden	0,2
indan	5,2		
inden	2,8	aromatic hydrocarbons C ₁₀	11,2
aromatic hydrocarbons C ₁₀	8,4		
unidentified compounds	12,9	unidentified compounds	20,4

Conclusion. The liquid-phase oxidation of pyrocondensate fraction 130-190° C, isolated from hydrocarbon pyrolysis products was studied to develop recommendations for using the obtained oxygenate as a fuel component. The obtained oxygenate was tested as an anti-smoke additive to diesel fuel. It was found that the addition of oxygenate in an amount of 0.25-1.0 % mass contributes to a significant reduction in smoke during combustion of diesel fuel.

REFERENCES

1. Kodirov O.Sh, Mirzakulov Kh.Ch., Berdiev Kh.U. Study of the Chemical Composition of Pyrocondensate of Pyrolysis Production "Universum: Technical Sciences" 2018, No 9, p.54.
2. Bondaletov V.G., Bondaletova L .I., Nguyen Van Than. The Use of Liquid Products of Pyrolysis of Hydrocarbons in the Synthesis of Oil-Polymer Resins. The Achievements of Modern Science. 2015, No 1(part 7), pp. 1130-1133.
3. Turkova, T.V., Agaronov, V.S., Kuznetsov, N.N., Ermizin, V.K., Lakhman, L.I., Elin, O.L., Tsvetkov, V.V., Chizhov V. B., Dovganyuk, V. F. Investigation of the Change in the Component Composition of Pyrocondensate and its Fractions During Selective Hydrogenation in the Presence of Catalysts of the APKGS. Catalysis in Industry, 2005, No. 6, pp. 36-41.
4. Pat. №2215021
5. Sadigov F.M., Maharramova Z.Y., Hajiyeve G.N., Jahandarov Sh.J, Mamedova I.G. Rational Processing of Pyro condensate - a By-product of Ethylene Production. International Scientific and Practical Conference. World Science 2018, Vol. 2, No. 2 (30), pp. 52-55.
6. Lazerev N.V. Harmful Substances in Industry. ed. "Chemistry", 1976, 592 p.
7. A.S. USSR №1468585 (1988) //B.I. 198989№12
8. Lane Benjamin S., Burgess Kevin// J. Am. Chem. Soc. 2001, v.123, N12, pp.2933-2937
9. Timofeeva M.N., Pai Z.P., Tolstikov A.G., Kustova G.N. Epoxidation of Cycloolefins with Hydrogen Peroxide in the Presence of Heteropoly Acids Combined with Phase Transfer Catalyst // Proceedings of the Academy of Sciences of Russia, Series of chem. 2003, No. 2, pp. 458-463
10. Kharitonov Y.Y. Analytical Chemistry. Analytics M: GEOTAR-Media, 2014, 656 p.

XÜLASƏ

PİROKONDENSATIN 130-190 FRAKSİYASININ SERİUM SAXLAYAN POLİOKSOVOLFRAMAT İSTİRAKINDA HİDROGEN PEROKSİDLƏ KATALİTİK MAYE FAZA OKSİDLƏSMƏSİ

Musayeva E.S

Açar sözlər: *pirokondensat, hidrogen peroksid, oksigenat, oksiran, monoasetat, aromatik aldehidlər*

Pirokondensatın (29.95-17% doymamış karbohidrogenlər saxlayır) 130-190°C-də hidrogen peroksidlə katalitik oksidləsmə prosesi öyrənilmiş və oksigenatın alınma prosesinin şərtləri hazırlanmışdır. Katalizatorlardan ayrılmiş oksigenat fraksiyası dizel yanacağına tüstüyə qarşı əlavə kimi daxil edilmisdir. Müəyyən olunmuşdur ki, 0.25-1.0% miqdarında oksigenatın dizelə əlavə edilməsi onun istifadəsi zamanı tüstünün əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına səbəb olur.

РЕЗЮМЕ

КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ЖИДКОФАЗНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ФРАКЦИИ 130-190°С ПИРОКОНДЕНСАТА ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА С УЧАСТИЕМ ЦЕРИЙСОДЕРЖАЩЕГО ПОЛИОКСОВОЛЬФРАМАТА

Мусаева Э.С.

Ключевые слова: *пироконденсат, пероксид водорода,оксигенат, оксиран,моноацетат, ароматические альдегиды.*

Изучен процесс каталитического окисления фр. 130-190°С пироконденсата (содержащего непредельных углеводородов 27.9%) пероксидом водорода и установлены условия получения кислорода определенного состава. Оксигенатная фракция, выделенная из полученного катализата проверена в качестве противодымной добавки к дизельному топливу. Установлено, что добавление полученного кислорода в количестве 0,25-1,0% к дизельному топливу существенно снижает его дымность при использовании.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	23.10.2019
	Son variant	24.02.2020

UOT 546.667.19.23

As₂Se₃-Tm₂Se₃ KƏSİYİ VƏ TmAsSe₃ BİRLƏŞMƏSİNİN HOMOGENLİK SAHƏSİNİN TƏDQIQI

QƏHRƏMANOVA GÜNEL HACI qızı*Bakı Dövlət Universiteti, dissertant, Azərbaycan, Bakı*gun.aliyeva@inbox.ru*Açar sözlər: sistem, temperatur, diaqram, mikrobərklik, kəsik*

As₂Se₃-Tm₂Se₃ sistemi. Üçlü sistemi təşkil edən ikili sistemlər As-Se və Tm-Se [1-5] müəllifləri tərəfindən öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, Tm-Se sistemində əmələ gələn Tm₂Se₃ birləşməsi və As-Se sistemində əmələ gələn As₂Se₃ birləşməsi stabil birləşmələrdir və konqruent əriyir.

Üçlü sistemdə gedən qarşılıqlı təsiri tam öyrənmək üçün sistemin ayrı-ayrı kəsikləri öyrənilmiş və onlar əsasında üçlü sistemdə gedən qarşılıqlı təsir haqqında məlumat alınmışdır.

Sistemin ərintilərinin sintezi As₂Se₃-TmSe sistemində olduğu kimi aparılmışdır. Sintez temperaturu mərhələli olmuşdur, əvvəlcə 750 K qədər, sonra isə temperatur 900-1100 K qədər qaldırılmış və yuxarı temperaturda 2 saat saxlanıldıqdan sonra 20 mol% Tm₂Se₃ tərkibə qədər ərintilər sobadan çıxarılarq havada tablanmış və 15 mol% Tm₂Se₃ tərkibli ərintiyə qədər şüşə sahəsi müəyyən edilmişdir.

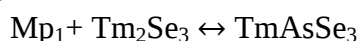
Sintezdən sonra ərintilər kompakt halda tutqun rəngdə alınmışdır. Başlanğıc maddə kimi As₂Se₃ və Tm₂Se₃ istifadə olunmuşdur. İlk komponentlərin sintezi zamanı B-5 təmizlikli As, B-4 təmizlikli Se və A-1 təmizlikli Tm-dan istifadə edilmişdir. Üzvi həlledicilər, hava, su ərintilərə təsir etmir. Qələvilərdə, HNO₃-də həll olur, qızdırıldıqda H₂SO₄-də həll olur.

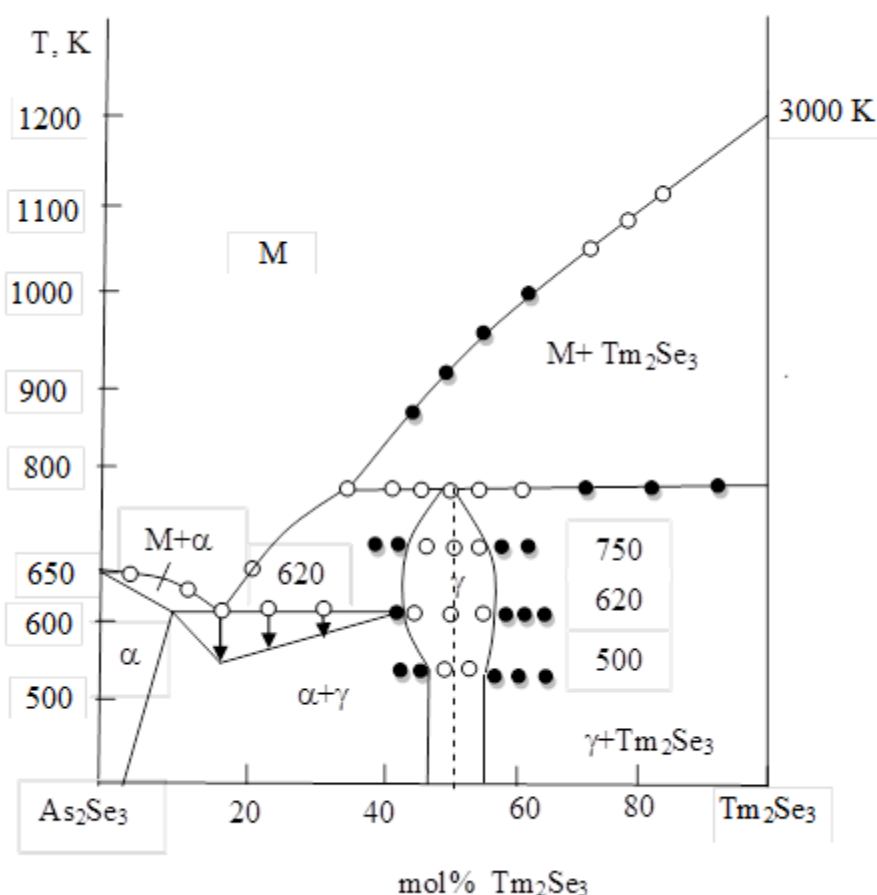
Ərintilər sintezdən sonra izotermiki dəmlənməyə qoyulmuşdur. Dəmləmə temperaturu 50 mol% Tm₂Se₃ qədər 500 K, sonrakı ərintilər üçün isə 700 K olmuşdur. Bu temperaturlarda 200 saat saxlanılmışdır. Tarazlıq halına MQA və RFA ilə nəzarət edilmişdir.

DTA ПДC-021 markalı özüyazan cihazda aparılmışdır. Ampulaların havası 0.01 Pa qalıq təzyiqə qədər sorulmuş və küvetə (bloka) yerləşdirilmişdir. Xromel-alyumel termocütü ampulanın yuvasına aşağıdan yerləşdirilmiş, qızma 480 dər/saat sürətilə aparılmışdır. Etalon kimi Al₂O₃-dən istifadə edilmişdir. Soyutma sobanı şəbəkədən açmaqla yerinə yetirilmişdir. Yüksək temperaturlu termiki analiz BDTA-8m cihazında aparılmış və inert atmosfer kimi He-dan istifadə edilmişdir. Termocütlük kimi W-W/Re-dan istifadə edilmişdir, qızma sürəti 40 dər/dəq olmuşdur. Nümunələr molibden butalarda yerləşdirilmiş, MQA МИМ-7 metal mikroskopunda yerinə yetirilmişdir. Aşılama kimi 10 ml 10% NaOH +8ml C₂H₅OH qarışığından istifadə edilmişdir. Aşılama müddəti 10-20 san olmuşdur.

RFA Dron-3 difraktometrində aparılmış, bu zaman CuK α şüalanma və Ni filtdən istifadə edilmişdir. Hər bir fazanın mikrobərkliyi üçün eksperimental yük seçilmişdir. ПИМТ-3 mikrobərklik ölçən cihazdan istifadə edilmişdir. DTA, RFA, BDTA, MQA və mikrobərkliyin ölçülməsi nəticələrindən istifadə edilərək As₂Se₃-Tm₂Se₃ sisteminin hal diaqramı qurulmuşdur (şəkil 1).

Evtektika və üçlü birləşmələrin tərkibi qrafiki olaraq Tamman üçbucağının qurulması ilə müəyyən edilmişdir. Termoqramlarda bütün effektlər dönərdir və qızma effektləri endotermikdir. Şəkil 1-dən göründüyü kimi sistem üçlü Tm-As-Se sisteminin kvazibinar kəsiyidir. Sistemin likvidusu üç ilkin kristallaşma əyrisindən ibarətdir: As₂Se₃ əsasında α-bərk məhlulu, TmAsSe₃ və Tm₂Se₃ kristallaşma əyriyə. P₁ tərkibli maye (32,5 mol% Tm₂Se₃) Tm₂Se₃-lə reaksiyaya girərək TmAsSe₃ birləşməsini əmələ gətirir:





Şəkil 1. As_2Se_3 - Tm_2Se_3 sisteminin hal diaqramı

Birləşmənin homogenlik sahəsi tədqiq olunmamışdan diaqramın şəklində və homogenlik sahəsi tədqiq olunduqdan sonra hal diaqramının görünüşü təsvir olunmuşdur. Diaqramdan göründüyü kimi, mayenin iştirakı ilə üç kristallaşma sahəsi var.

1. $\alpha + M$
2. $TmAsSe_3(\gamma) + M$
3. $Tm_2Se_3 + M$

Solidusda isə iki bir fazalı sahə α bərk məhlul monoklinik As_2Se_3 əsasında; γ -bərk məhlul birləşmə əsasında mövcuddur. Sistemdə iki nonvariant nöqtə mövcuddur: **e** və **p**. Birinci 11 mol%, Tm_2Se_3 , digəri isə 32,5 mol% Tm_2Se_3 uyğun gəlir. 620 və 845 K temperatura malikdir.

Otaq temperaturunda As_2Se_3 əsasında həllolma 2 mol% Tm_2Se_3 təşkil edir. Evtektika temperaturunda isə 5 mol% Tm_2Se_3 təşkil edir.

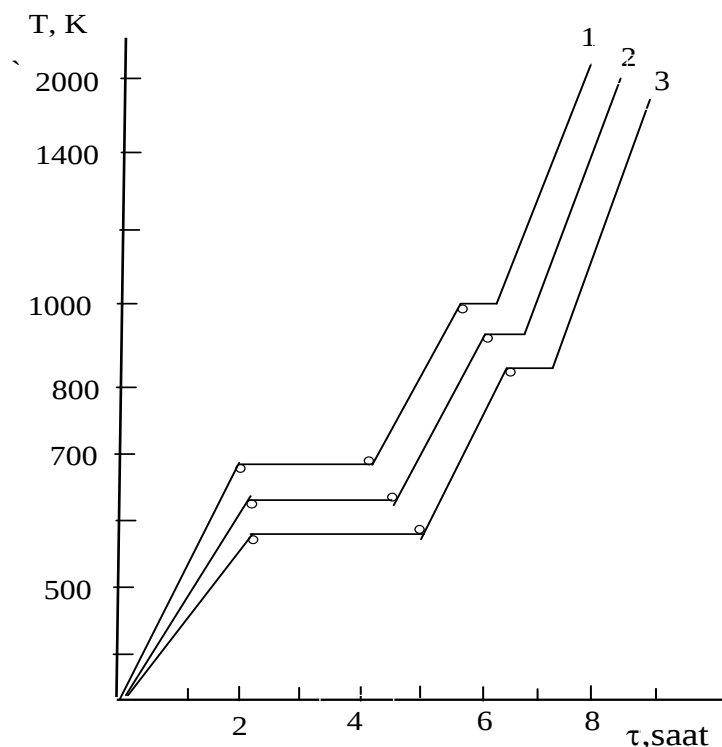
As_2Se_3 üçün mikrobərklik $78 \cdot 10^{-7} \text{ H}/\mu^2$ müəyyən edilmişdir. Bu da ədəbiyyat materialı ilə uzlaşır.

2 mol Tm_2Se_3 ərintisi üçün mikrobərklik $81 \cdot 10^{-7} \text{ H}/\mu^2$ bərabərdir. Bundan başqa, $127 \cdot 10^{-7} \text{ H}/\mu^2$ və $175 \cdot 10^{-7} \text{ H}/\mu^2$ mikrobərklik də müəyyən edilmişdir. Göstərilən mikrobərkliklər $TmAsSe_3$ və Tm_2Se_3 uyğun gəlir. Nümunələrin RFA 12 mol% Tm_2Se_3 tərkibi dəmlənməyə qədər intensiv difraksiya xətləri ilə xarakterizə olunmur. 12 mol% Tm_2Se_3 –dən yuxarı qatılıqlarda yeni difraksiya xətləri meydana çıxır. $d=3,54; 3,32; 2,23; 1,94 \text{ Å}$ bu isə sistemdə yeni fazanın yaranmasına dəlalat edir.

$TmAsSe_3$ birləşməsinin homogenlik sahəsinin tədqiqi. İşin əvvəlində $TmAsSe_3$ birləşməsinin mövcudluğu haqqında məlumat vermişik. Birləşmənin homogenlik sahəsini müəyyənləşdirmək üçün birləşmə ətrafından 7 ərinti sintez edilmişdir. Ərintilərin hər biri 2-2,5 mol% qatılıq intervalından götürülmüşdür. Ərintilərin sintezi ikitemperaturlu sobalarda

aparılmışdır. Çünki birləşmə tərkibində həm selen, həm də arsen böyük buxar təzyiqinə malik komponentlərdir. Sobanın soyuq tərəfində (zonasında) 610 C⁰ təşkil etmişdir. Bu temperaturda arsen buxarları kondensə olunur. Sobanın isti tərəfinin temperaturu isə 30-40⁰ likvidus temperaturundan yuxarı götürülmüşdür.

Ümumi sintez rejimi işin ədəbiyyat hissəsində verilmişdir. Birləşmə ətrafında olan ərintilərin As₂Se₃, TmAsSe₃ və Tm₂Se₃ sintez rejimləri şəkil 2.-də verilmişdir.



Şəkil 2. Ərintilərin sintez rejimi: 1- As₂Se₃, 2- TmAsSe₃ , 3- Tm₂Se

Ərintilərdən Tm₂Se₃ tozşəkilli alınmışdır. Ona görə də onu aqat həvəng dəstədə əzib, presləmiş və sonra xassələrini tədqiq etmişik. Tm₂Se₃ əsasında olan ərintiləri almaq üçün elementlərdən istifadə edilmişdir (Tm və Se). As₂Se₃ əsasında olan ərintilər isə başlanğıc komponent As₂Se₃-dən və stexiometrik tərkibə uyğun Tm və Se-dan istifadə edilmişdir. Sintez olunmuş ərintilərin tərkibi cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.

Ərintilərin DTA və BDTA nəticələri

№	Ərinti tərkibi		Termiki effektlər	
	As ₂ Se ₃	Tm ₂ Se ₃	Qızma	Soyuma
1	100	-	650	645
2	57,50	42,50	630,850,1000	620,845,990
3	55	45	860,1050	850,1020
4	52,50	47,50	850,1060	845,1050
5	50	50	850,1080	845,1200
6	47,50	52,50	855,1220	850,1200
7	45	55	860,1320	835,1300
8	42,50	57,50	850,1510	845,1500
9	-	100	1920	1900

Sistemin ərintilərini tədqiq etmək üçün işdə DTA-dan istifadə edilmiş, bu zaman HTP-75 və BDTA 8 M cihazları işlədilmişdir. Bu, o məqsədlə edilmişdir ki, sistemdə gedən faza çevrilmələrini müəyyən etmək mümkün olsun.

Mikroquruluş (MQA) analizi sistem ərintilərinin faza tərkibini öyrənmək üçün vacib metodlardan biridir. Metod nəticəsində fazaların mikroquruluşu müəyyən edilir və sistemə aid diaqramın solidus hissəsi etibarlı olaraq təsdiq edilir. Mikroquruluşu tədqiq edərkən MİM-7 metal mikroskopundan istifadə edilmişdir.

Ərintilərin homogenləşdirilməsindən sonra onlardan alınan nəticələr cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2.

Mikroquruluş analizinin nəticələri

№	Ərintilərin tərkibi, mol%		Mikroquruluş analizinin nəticələri			
	As ₂ Se ₃	Tm ₂ Se ₃	300 ⁰	500 ⁰	620 ⁰	750 ⁰
1	100	-	bir faza	-	-	-
2	57,50	42,50	iki faza	iki faza	iki faza	iki faza
3	55	45	iki faza	iki faza	bir faza	iki faza
4	52,50	47,50	Bir faza	bir faza	bir faza	bir faza
5	50	50	Bir faza	bir faza	bir faza	bir faza
6	47,50	52,50	iki faza	iki faza	iki faza	iki faza
7	45	55	iki faza	iki faza	iki faza	iki faza
8	42,50	57,50	iki faza	iki faza	iki faza	iki faza
9	-	100	bir faza	-	-	-

Sistemdə aşkar edilmiş birləşmənin homogenlik sahəsindən olan ərintilərinin mikrobərkliyi və sıxlığının qiymətləri cədvəl 3-də verilir.

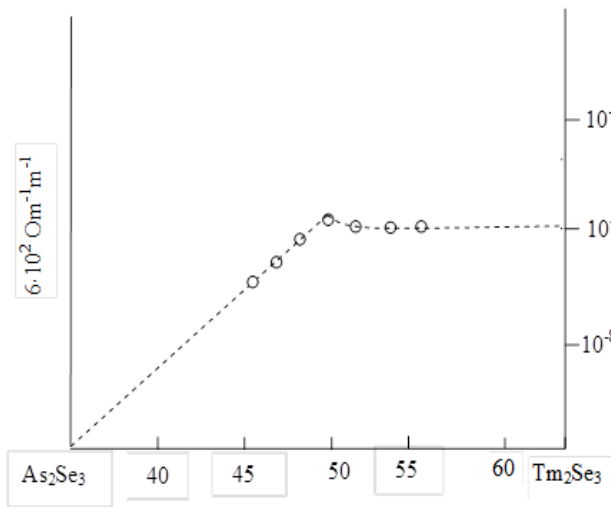
Cədvəl 3.

TmAsSe₃ birləşməsinin mikrobərklik, sıxlıq və elektrik keçiriciliyinin nəticələri

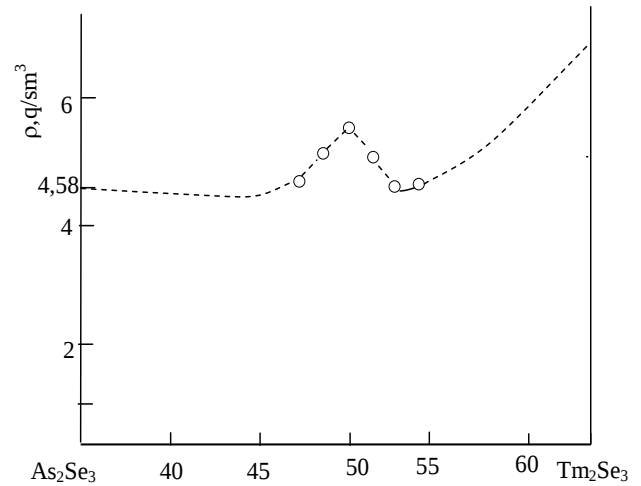
№	Ərintinin tərkibi mol%		H _μ , 10 ⁷	S, q/sm ³	Elektrik keçiriciliyi om ⁻¹ ·sm ⁻¹
	As ₂ Se ₃	Tm ₂ Se ₃			
1	100	-	78	4,58	5·10 ⁻⁷
2	57,5	42,5	140	3,7	9·10 ⁻⁷
3	55,0	45,0	160	4,0	5·10 ⁻⁷
4	52,5	47,5	140	4,5	2·10 ⁻⁷
5	50	50	127	5,4	9·10 ⁻⁷
6	47,5	52,5	140	4,5	4·10 ⁻⁷
7	45,0	55,0	150	4,3	5·10 ⁻⁷
8	42,5	57,5	155	4,5	1,5·10 ⁻⁷
9	-	100	175	6,7	6·10 ⁻⁷

Beləliklə, fiziki-kimyəvi analizin kompleks metodlarından alınan nəticələrə əsasən As₂Se₃-Tm₂Se₃ sisteminin hal diaqramı dəqiqləşdirilmiş və TmAsSe₃ həllolma sahəsi müəyyən edilmişdir (şəkil 3). Birləşmə ətrafında sıxlığın qiyməti 3,7;5,3 q/sm³ intervalında dəyişir.

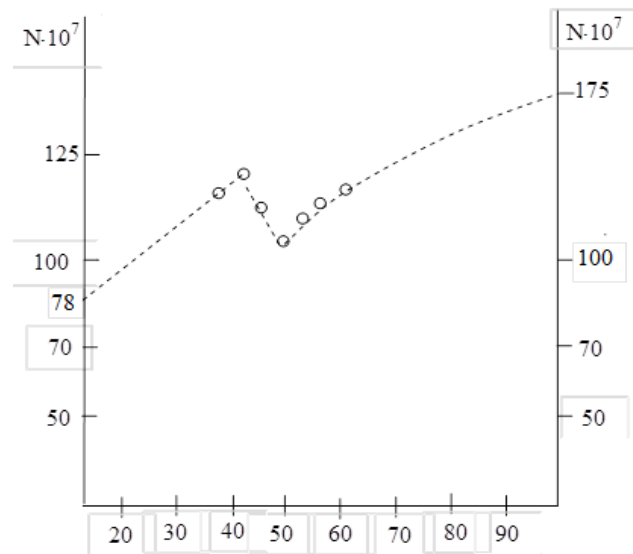
Birləşmənin elektrikkeçiriciliyi otaq temperaturunda EB-16 cihazında ölçülmüşdür. Bunun üçün ərintilər simmetrik formaya salınmış, sonra şliflənərək paralel hala salınmış və ona zondlar bərkidilərək zona metodu ilə ölçülmüşdür. Müəyyən edilmişdir ki, TmAsSe₃ birləşməsinin elektrik keçiriciliyi və onun ətrafındakı ərintilərin elektrikkeçiriciliyi 9·10⁻⁸-5·10⁻⁷ om⁻¹·sm⁻¹ intervalında dəyişir. Elektrikkeçiriciliyinin tərkibindən asılılıq əyrisində maksimum TmAsSe₃ tərkibinə uyğun gəlir. Birləşmə əsasında olan bərk məhlul sahəsində elektrikkeçiriciliyi tədricən azalır və belə nəticəyə gəlmək olur ki, bu cür maddələr maqnit materialları kimi işlənə bilər.



Şəkil 3. TmAsSe₃ birləşməsi və onun ətrafında olan ərintilərin elektrikkeçiriciliyi



Şəkil 4. As₂Se₃- Tm₂Se₃ sistemindən olan ərintilərin sıxlıq izotermi



Şəkil 5. As₂Se₃- Tm₂Se₃ sistemi ərintilərinin mikrobərklik izotermi

Beləliklə, belə bir qənaətə gəlmək olur ki, TmAsSe₃ birləşməsi daltonidtiolidir, onun əsasında γ bərk məhlul əmələ gəlir. Birləşmə əsasında həllolma As₂Se₃ tərəfdən daha çoxdur, nəinki Tm₂Se₃ tərəfdən (300K).

ƏDƏBİYYAT

1. Тугоплавкие соединения редкоземельных металлов / Под ред. К.Е.Миронова. Ин-т неорганической химии СО АН СССР. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние , 1979, 264 с.
2. Редкоземельные полупроводники / Под ред. В.П.Музе и И.А.Смирнов. М.: Наука, 202с.
3. Рустамов П.Г., Алиев О.М., Курбанов Т.Х. Тройные халькогениды редкоземельных элементов. Баку: ЭЛМ, 1981, 217 с.
4. Ярембаш Е.И. Елисеев А.А. Халькогениды редкоземельных элементов. М.: Наука, 1975, 260 с.

5. Худиева А.Г., Ильяслы Т.М., Исмаилов З.И., Алиева И.И. Исследование тройной системы Nd-As-S по различным разрезам // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. М.: Академия естествознания, 2016, с. 902-905

РЕЗЮМЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРЕЗА As_2Se_3 - Tm_2Se_3
И ОБЛАСТИ ГОМОГЕННОСТИ СОЕДИНЕНИЯ TmAsSe_3
Гахраманова Г.Г.

Ключевые слова: *система, диаграмма, микротвердость, разрез, температура*

Методами физико-химического анализа построена диаграмма состояния системы As_2Se_3 - Tm_2Se_3 и определена область гомогенности соединения TmAsSe_3 . Образуются твердые γ растворы на основе соединения TmAsSe_3 . Растворимость данного на основе As_2Se_3 больше, чем на основе Tm_2Se_3 . Фазовый состав и микроструктура сплавов системы As_2Se_3 - Tm_2Se_3 определены методами микроструктурного анализа. Значения микротвердости и плотности для области гомогенности соединения обнаружены в системе.

SUMMARY
THE STUDY OF As_2Se_3 - Tm_2Se_3 SECTION
AND HOMOGENITY AREA OF TmAsSe_3 COMPOUND
Gahramanova G.H.

Key words: *system, temperature, diagram, microhardness, cut*

Phase diagram of As_2Se_3 - Tm_2Se_3 system was constructed by methods of physical-chemical analysis. Homogeneity region of TmAsSe_3 compound was detected. It was found that solubility of this compound on the base of As_2Se_3 is more than on the base of Tm_2Se_3 . Phase composition and microstructure of alloys was determined by method of microstructural analysis. Data of microhardness and density for homogeneity region of compound were determined.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	06.11.2019
	Son variant	15.02.2020

UOT 665.547.562.4

2.6 DİİZOPROPİL-4-METİLFENOLUN ALINMA PROSESİNİN TƏDQIQI

HACIYEVA XƏYALƏ ƏMİRASLAN qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, assistent

Açar sözlər: 4-metilfenol, 2-propanol, alkilləşmə 2-izopropil-4-metilfenol, 2.6-diizopropil-4-metilfenol palladium tərkibli seolit, selektivlik.

Antioksidantlar, stabilizatorlar istehsalında istifadə olunan 2.6-diizopropil-4-metilfenol (2.6DİP4MF) keyfiyyət göstəricilərinə görə, 2.6-diüçlübutil-4-metilfenola (ionola) yaxın olub (1-2) xammal baxımından ölkəmiz üçün daha əlverişli sayılır (3). 4-metilfenolun propilen və ya izopropil spirti ilə alkilləşməsindən əmələ gələn bu qiymətli yarımməhsulun alınması bir və ya ikimərhələli olub mükəmməl texnologiyanın yaradılmasını tələb edir. Belə ki, birmərhələli prosesdə 4-metilfenolun birbaşa 2.6-diizopropil-4-metilfenola alkilləşməsi, ikimərhələli texnologiyada isə 4-metilfenolun əvvəlcə 2-izopropil-4-metilfenola (2İP4MF) çevrilməsi, daha sonra isə alınan monoizopropilkrezolun alkilləşərək 2DİP4MF əmələ gətirməsidir. 4-metilfenolun alkilləşdirici agenti 2-propanol olmuşdur.

Tədqiqatlar palladium tərkibli HSVM seolit katalizatorunun iştirakında həyata keçirilmişdir. Silisium oksidinin qatılığı artırılmış seolitlərdə modul 25 olub, palladiumun qatılığı 1.0 kütlə % təşkil etmişdir. Pd-HSVM katalizatoru Rusiya Federasiyası Elmlər Akademiyasının N.D.Zelinski adına Üzvi Kimya İnstitutunun işləyib-hazırladığı sintez üsuluna (4) əsasən alınmış və onun aktivləşdirilməsi təkmilləşdirilmiş yolla həyata keçirilmişdir.

Təcrübələr tərpənməz laylı katalizatoru olan reaksiya aparatında aparılmış, alınan məhsulların analizi qaz-maye xromatoqrafiya üsulu ilə Xrom-5 cihazında, NMR spektrlər isə Bruker (Almaniya) aparatında çəkilmişdir. 4-metilfenolun 2-propanolla alkilləşmə reaksiyasının nəticələri 1 sayılı cədvəldə verilmişdir.

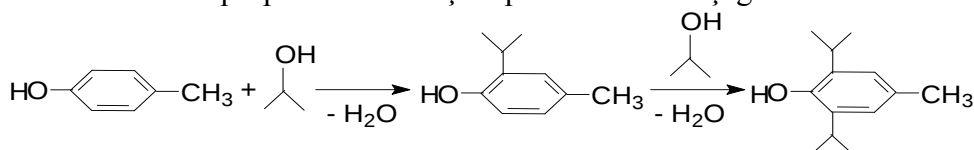
Cədvəl 1.

4-metilfenolun 2-propanolla alkilləşmə reaksiyasının nəticələri

Reaksiyanın şəraiti			4-metilfenolun konversiyası	Çevrilmiş 4-metilfenola görə hesablanmış reaksiya məhsullarının çıxımı, %		
T, °C	ν , st ⁻¹	ν , mol/mol		2İP4MF	2.6DİP4MF	3İP4MF
340	1.0	1:1	45.0	82.0	12.5	3.0
360	1.0	1:1	53.5	76.0	17.5	4.0
360	1.0	1:2	66.5	68.0	24.0	2.5
360	1.0	1:4	80.0	55.0	35.2	3.5
380	1.0	1:1	61.1	66.0	25.0	6.5

Alınan alkillatlarda əsasən 2İP4MF, 2.6DİP4MF olur. Az miqdarda 3-izopropil-4-metilfenola da rast gəlinir. Yüksək temperaturda aparılmış təcrübələrdən alınan alkillatlarda 4-metilfenolun bəzi etil törəmələrinə və ksilenollara da rast gəlinir. Bu kənar məhsullar 2İP4MF-un izopropil spirti ilə alkilləşməsindən də alınır, lakin onların qatılığı az olur.

Deməli, 4-metilfenolun 2-propanolla alkilləşmə prosesi əsasən aşağıdakı sxem üzrə baş verir.



Cədvəl 2.

2-izopropil-4-metilfenolun 2-propanolla alkülləşmə reaksiyasının nəticələri

Reaksiyanın şəraiti			2-izopropil-4-metilfenolun konversiyası	Çevrilmiş 2-izopropil-4-metilfenola görə hesablanmış reaksiya məhsullarının çıxımı,%	
T, °C	ν , st ⁻¹	ν , mol/mol		2.6DİP4MF	Digər məhsullar
340	1.0	1:1	44.0	91.5	5.6
360	1.0	1:1	50.5	92.0	6.0
360	1.0	1:0.75	40.0	95.5	2.5
360	0.8	1:0.5	39.5	97.5	1.0

Temperaturun artması ilə ardıcıl baş verən prosesin sürəti artır və alkilatlarda əmələ gələn 2.6DİP4MF-un qatılığı çoxalır. Göründüyü kimi, temperaturun 340°C-dən 380°C-yə qaldırılması 2.6DİP4MF-a görə selektivliyi 2 dəfə artıraraq 25.0%-ə çatdırır. Ardıcıl mexanizm üzrə alınan 2.6DİP4MF-un selektivliyi başlanğıcda götürülmüş xammaldakı spirtin mol qatılığının artması ilə də çoxalır. Belə ki, 4-metilfenol və 2-propanolun ekvimolyar nisbətində alınan 2.6DİP4MF-un selektivliyi 360°C-də 17.5% olduğu halda spirtin parsial təzyiqini krezolla müqayisədə 4 dəfə artırıqda bu göstərici 35.2% qalxır. Bütün göstərdiyimiz hallarda, yəni temperaturun və xammaldakı spirtin parsial təzyiqinin artırılması əmələ gələn 2İP4MF-un selektivliyinin azalması ilə müşayiət olunur. Belə ki, temperaturun 340°C-dən 380°C-ə qaldırılması 2İP4MF-in selektivliyinin 16.0% azalmasına, spirtin parsial təzyiqinin 4 dəfə artırılması isə bu göstəricinin 23.0% düşməsinə səbəb olur. Göründüyü kimi, temperatur və xammaldakı spirtin parsial təzyiqinin artırılması birinci mərhələdə əmələ gələn 2İP4MF-in ardıcıl alkülləşməsinin sürətini artırır və katalizatlarda 2.6DİP4MF-in qatılığı artır. Bu da son nəticədə 2.6DİP4MF-ə görə prosesin selektivliyinin 35.2%-ə, çıxımının isə 5.6%-dən 28.2%-ə artmasına səbəb olur.

Katalitik prosesin maraqlı xüsusiyyətinə aid olan digər nəticələrə 4-metilfenolun metanolla alkülləşmə prosesində oksigenə görə metilləşmənin baş vermədiyini reaksiya şəraitində, qismən də olsa, izomerləşmə kimi çevrilmənin olduğunu göstərmək olar. Alınan alkilatların tərkibini analiz etdikdə aydın olur ki, orada 4-metilfenolun izopropil efirinə praktiki olaraq rast gəlinmir. Digər tərəfdən alınan reaksiya məhsullarının tərkibində 3-izopropil-4-metilfenola görə reaksiyanın selektivliyi 340°C-də 3.0%, 380°C-də isə 6.5% təşkil edir. Bu nəticələr proseslə bağlı qeyd etdiyimiz xüsusiyyətləri tam təsdiq edir. Tədqiqatın ikinci mərhələsində 2-izopropil-4-metilfenolun 2-propanolla alkülləşmə reaksiyası yuxarıda qeyd etdiyimiz katalizatorun iştirakında öyrənilmiş və alınan nəticələr 2 sayılı cədvəldə verilmişdir. 2İP4MF-in 2-propanolla alkülləşmə reaksiyasından alınan alkilatların tərkibində əsasən 2.6DİP4MF olur ki, ona görə də prosesin selektivliyi yüksək qiymət alır (91.5-97.5%). Tərkibində 2İP4MF-in 2-propanola olan mol nisbəti 1:0.75 olan xammalı katalitik çevrilməyə məruz qaldıqda 2.6DİP4MF-ə görə prosesin selektivliyi 97.5%, çıxımı isə 38.5% olur ki, bu nəticələr də ekvimolyar nisbətdə olan xammalın çevrilməsindən alınan nəticələrdən fərqlənir. Belə ki, son tərkibli xammalın katalitik çevrilməsindən alınan 2.6DİP4MF-in çevrilmiş və başlanğıc 2İP4MF-ə görə hesablanmış çıxımları uyğun olaraq 91.5% və 40.3% təşkil edir. Alınmış katalizatların tərkibində, az da olsa, metil- və etilkrezola, diizopropil spirtinə və asetona rast gəlinir. Bu da alkülləşmə prosesində, qismən də olsa, bəzi yan çevrilmələrin getdiyini göstərir. Belə çevrilmələrə 2İP4MF və 2.6DİP4MF-in qismən parçalanmasını, 2-propanolun molekullararası dehidratasiya reaksiyasını və spirtin, qismən də olsa, dehidrogenləşməsini misal göstərmək olar.

Beləliklə, Pd-HSVM katalizatorunun iştirakında 4-metilfenolun 2-propanolla alkülləşmə reaksiyası ilə müəyyən edilmiş şəraitdə 2İP4MF və 2.6DİP4MF qarışığını müxtəlif mol nisbətlərində (1:0.13÷0.40) və 90.2÷94.5% ümumi selektivliklə almaq mümkündür. 2İP4MF və

2-propanol əsasında aparılmış katalitik prosedə alınan 2.6DİP4MF-ə görə selektivlik 91.5÷97.5%, çıxım isə 38.2-46.5% təşkil edir. Alınmış 2İP4MF və 2.6DİP4MF-in təmizlik dərəcəsi ~99.0% olur.

ƏDƏBİYYAT

1. Ganapati D. Yadav, Nirav S. Doshi. Alkylation of phenol and cresols with methyl-tertbutylether and tetr-butanol over solid acids: efficacies of clay-based catalysts // Applied catalysis A General, 2002, 236, pp. 129-147
2. Deutsch J., Franschke A., Мйллер Д. Алкилирование н-крезола третбутанолом катализируемое гетероноликислотами нанесенными на ZrO₂ // J. Mol. Cat. №1-2, 2004, pp.125-130
3. Агаева Н.А, Шахтахтинская П.Т., Тагиев Д.Б. Алкилирование 4-метилфенола пропанолом-2 в присутствии модифицированного кобальтферритового катализатора // Азерб. хим. жур. №3, 2015, с 89-92.
4. Агаев А.А, Тагиев Д.Б. Алкилирование фенола метиловым спиртом на высококремнеземных цеолитах // ЖПХ, т.59, №12. 1985, с.2734-2736

РЕЗЮМЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ 2,6-ДИИЗОПРОПИЛ-4-МЕТИЛФЕНОЛА

Гаджиева Х.А.

Ключевые слова: 4-метилфенол, 2-пропанол, алкилирование, 2-изопропил-4-метилфенол, 2,6-диизопропил-4-метилфенол, алладий содержащий цеолит, селективность

Приводятся результаты исследования реакций алкилирования 4-метилфенола и 2-изопропил-4-метилфенола 2-пропанолом в присутствии палладийсодержащего цеолитного катализатора. Показано, что в найденных условиях реакции на основе 4-метилфенола и 2-пропанола удастся синтезировать смесь 2-изопропил-4-метилфенола и 2,6-диизопропил-4-метилфенола суммарной селективностью 90,2% и концентраций 2,6-диизопропил 4-метилфенола в смеси 40,0%. В случае 2-изопропил-4-метилфенола и изопропилового спирта селективность процесса получения 2,6-диизопропил-4-метилфенола равна 97,5% при конверсии п-крезола 39,5%.

SUMMARY

RESEARCH OF THE PROCESS OF OBTAINING 2,6-DIISOPROPYL-4-METHYLPHENOL

Hajiyeva Kh.A.

Key words: 4-methylphenol, 2-propanol, alkylation, 2-isopropyl-4-methylphenol, 2,6-diisopropyl-4-methylphenol, palladium containing zeolite, selectivity

The results of a study of the alkylation reactions of 4-methylphenol and 2-isopropyl-4-methylphenol with 2-propanol in the presence of a palladium-containing zeolite catalyst are presented. It was shown that under the found reaction conditions, based on 4-methylphenol and 2-propanol, it is possible to synthesize a mixture of 2-isopropyl-4-methylphenol and 2,6-diisopropyl-4-methylphenol with a total selectivity of 90.2% and concentrations of 2,6-diisopropyl-4-methylphenol in a mixture of 40.0%. In the case of 2-isopropyl-4-methylphenol and isopropyl alcohol, the selectivity of the process for producing 2,6-diisopropyl-4-methylphenol is 97.5% with an n-cresol conversion of 39.5.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	27.12.2019
	Son variant	03.03.2020

UOT 614.84

YANAR MAYELƏRİN SÖNDÜRÜLMƏSİNDƏ TƏTBİQ OLUNAN YANĞINSÖNDÜRÜCÜ KÖPÜKLƏRİN ƏTRAF MÜHİTƏ TƏSİRİNİN MÜQAYİSƏLİ ANALİZİ

QURBANOVA MAYA ƏKBƏR qızı

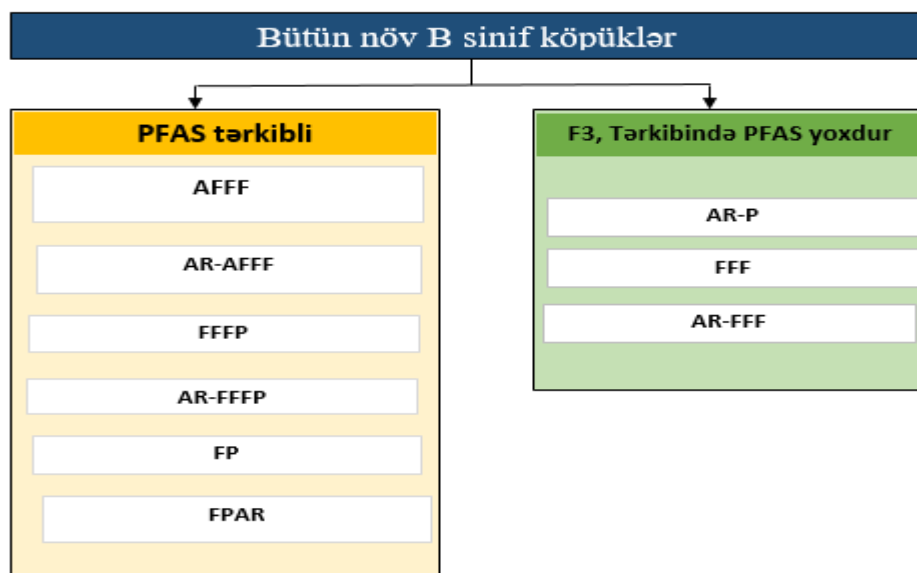
Fövqəladə Hallar Nazirliyinin Akademiyası, baş müəllim

mqmaya@mail.ru

Açar sözlər: yanğınsöndürücü köpüklər, per və poftoralkil birləşmələri, ftortelomer, bioparçalanma, ekoloji xüsusiyyət

Giriş. İnkişaf etmiş sənaye ölkələrində yanğınla mübarizə problemi gündən-günə aktuallaşır. Yanğın və partlayışlar nəticəsində illik maddi zərərin və itkilərin sayı durmadan artır. Neft və neft - kimya sənayesinin, neft daşıma obyektlərinin, neft bazalarının yanğından mühafizəsi əsasən, yanğınların söndürülməsi vasitəsi kimi müxtəlif artımlı köpüklərdən istifadə sayəsində təmin olunur ki, bu vasitənin təsiri köpükəmələgətirən kompozisiyanın tərkibi ilə müəyyən olunur.

Tətbiq olunma sahəsindən asılı olaraq, yanğınsöndürücü köpüklər mövcud normativ sənədlərə müvafiq olaraq iki qrupa bölünür: ümumi və məqsədli təyin edilmiş. Ümumi məqsədli təyin edilmiş yanğınsöndürücü köpüklər karbohidrogen əsaslı malikdir və bərk yanan materialların (A sinif) və yanar mayelərin (B sinif) söndürülməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Hal-hazırda dünyada bir sıra köpük növləri və köpük istehsalçıları mövcuddur (Şəkil 1).



Şəkil 1. B sinifli yanğınsöndürücü köpüklərin təsnifatı

Əsas hissə. A sinifli köpüklər əsasən sulu suspenziyada səthi aktiv maddələr və emulqator qarışıqlarından ibarət olur. A sinifli köpüklərin tərkibində, istilik təsirinə qarşı davamlılığını təmin edən digər funksional birləşmələr mövcuddur ki, bu birləşmələr məhsuldan məhsula dəyişir. A sinifli köpüklərdəki səthi aktiv maddələr emulqator və reaksiyazəiflədici birləşmələrin qısamüddətli təsiri beynəlxalq səviyyədə təhlil edilmişdir. Araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, bu cür təsirlər B sinifli köpüklərdən, xüsusilə tərkibində ftorlaşmış birləşmələr olan köpüklərdən xeyli

fərqlənir. Son 50 - 60 il ərzində istehsal olunan B sinifli yanğınsöndürmə köpüklərində mükəmməl istilik və kimyəvi dayanıqlığı təmin edən perftoralkil, polftoralkil və ya bu kimi qarışıqlar olmuşdur. 2000-ci illərin ortalarına qədər köpük istehsalında istifadə olunan və üstünlük təşkil edən birləşmələr kimi perftoroktan sulfonatlar olmuşdur (PFOS). Bu birləşmələr 3M şirkəti tərəfindən onların davamlılığı, biotoplayıcı tutumu və toksiklik xüsusiyyətləri (ümumi olaraq PBT kimi bilinən) ilə əlaqədar yaranan ətraf mühit - ekoloji problemlərinə görə istehsaldan çıxarılmışdır. PFOS bir sıra digər ftor birləşmələri və son zamanlarda isə bəzi ftor olmayan köpük birləşmələri ilə əvəz edilmişdir. Bununla yanaşı, artıq bir sıra dövlətlər B sinifli köpüklərin tətbiqini qadağan etmişdir. Bir çox PFOS-suz B sinif yanğınsöndürücü köpüklərində, PFOS-un aşağı konsentrasiyalı parçalanmamış miqdarının ətraf mühitdə olması, həmçinin ilkin məhsulların düsturlarda istifadəsi yaxud təsadüfi sintez səbəbindən mövcud olması bildirilmişdir. [1]

Ftorprotein köpükləri. Ftorprotein köpükləri neytral sulu məhlulda hidroliz edilmiş protein, flüor səthi aktiv maddələr və ya telomerlər, həlledici, natrium xlorid, dəmir, maqnezium, sink və konservantlardan ibarətdir. [2] Ftorprotein məhsulunun bir əlavəsi, təbəqəmələgətirici ftorproteindir (FFFP). Bu məhsul "sadə" ftor səthi aktiv maddələrin əvəzinə təbəqəmələgətirici səthi aktiv maddələrin əlavə edilməsi ilə alınır. Bir məhsulda proteinin olması, onun bioparçalanma qabiliyyətinin artmasına səbəb olur, lakin ftorlaşmış qalığın daha çox ekoloji davamlılığı vardır. Qəbul edən mühitdəki təsir, yerli mühitdə kəskin oksigen çatışmazlığına səbəb olan bioloji və ya kimyəvi oksigen tələbatının ilkin artımıdır, daha sonra ftor səthi aktiv maddələrin mövcudluğundan asılı olaraq PBT (davamlı, biotoplayıcı və toksik maddələr) ola bilər.

Ftorprotein köpüklərinin tərkibi istehsalçı şirkətə görə müxtəlifləşir. Komponentlərin kimyəvi quruluşunun, ftortelomerlər kimi müəyyən bir quruluş forması olan müəyyən bir sinfə aid olması vacib deyildir.

Ftorproteyn köpüklərinin ətraf mühitə təsiri kəskin və xroniki təsirlər (PBT potensialı) kimi iki təsirlə xarakterizə edilir. Kəskin təsirlərə artan BOT (bioloji oksigen tələbatı) daxildir, bu, anoksik mühitin yaranmasına səbəb olan bioparçalanmış birləşmələri ehtiva edən digər məhsullarla eynidir. Bu məhsulların bioloji parçalanması baş verdikcə proteynlərin parçalanması ilə sistemin nitrifikasiyası ilə bağlı daha çox problem yarana bilər. Nitrifikasiyanın təsiri, proteynlərin su azot tsikli ilə parçalanması və emal edilməsi sürətindən asılıdır. Proteynlərin ilkin mikrobial parçalanma məhsullarına ammoniyak daxildir. Ammoniyak, balıq və digər su orqanizmi olmayan onurğasızlar üçün toksiki xüsusiyyətə malikdir. Məhsulun ftorlaşdırılmış komponentinin potensial xroniki təsiri istifadə olunan birləşmədən asılı olaraq dəyişəcəkdir.

Sulu qat əmələ gətirən köpüklər (AFFF). Qeyri-polyar yanar mayelər yanğınlarının söndürməsində AFFF məhsulları operativ yanğından mühafizənin bütün sahələrində geniş istifadə edilir [3,4]. AFFF məhsulları ftorkarbon səthi aktiv maddələrdən, həlledicilərdən, karbohidrogen səthi aktiv maddələrdən və az miqdarda qələvi məhlul tərkibli halid ionlarından (flüor, xlor, brom və yod) ibarətdir. Məhsullarda mövcud olan ftorkarbonlu səthi aktiv maddələrin növləri onlar 1960-cı illərdə istifadəyə verildikdən bəri dəyişmişdir. 3M firması AFFF məhsullarında 1960-cı ildən 1970-ci illərin əvvəllərinə, 1970-ci ildən 2001-ci ilə qədər olan PFOS-ların perflüorlaşdırılmış karboksilatlardan istifadə edildiyi bildirilmişdir. 3M firması, həmçinin 1984 və 2001-ci illər arasında bir sıra digər poliflüorlu səthi aktiv maddələrdən istifadə etmişdir, bunlar alkil qrupuna sulfonamidə bağlı olan C4-C6 perflüorlaşdırılmış zəncirlər idi; bu birləşmələrdə C8 tərkibli perflüorlaşdırılmış zəncirlər yox idi [4]. Digər altı formulətorlar (firmalar) 1984 - 2010-cu illər arasında flüortelomer məhsulları istehsal edirdi, bunların içərisində 2 və ya 3 flüorlaşdırılmamış karbon atomları yüklü alkil qrupu ilə birləşmiş C4 - C10 perflüorlaşdırılmış zəncirlər var idi. Sonrakı AFF məhsullarında 6:2 təmiz fluorotelomer məhsulları mövcuddur.

AFFF-lərin tərkibindəki ftorlaşdırılmış səthi aktiv maddələr köpüklərin söndürmə qabiliyyətinə təsir göstərir belə ki, onlar həm də yanıcı maddələrin yenidən alışmasının qarşısını almaq üçün istifadə edilir [5]. Ftorlaşdırılmış səthi aktiv maddələrin əksinə, AFFF qarışıqlarında mövcud olan alkil sulfat (Cədvəl) karbohidrogen səthi aktiv maddələri aerob və anaerob şəraitlərdə

bioparçalanandır [6]. AFFF formullarında olan həlledici komponenti də yüksək NOT (nəzəri oksigen tələbatı) rəqəmləri göstərdiyindən bioparçalanandır. Nəticədə, butil karbitolun yüksək BOT- yeraltı suların oksigenini sərf edərək onların biogeokimyəvi vəziyyətinə təsir edib, onu aerob mühitə çevirər. AFFF formullarındakı korroziya inhibitorları (tolitriazol) da ətraf mühitdə, demək olar ki, parçalanmır.

Cədvəl

AFFF markalı YK əsas kimyəvi tərkib elementləri

Kimyəvi tərkib	Ümumi tərkib faizi
su	69-71
butil karbitol	20
ftoralkilamidin amfoter törəməsi	1-5
alkil sulfat	1-5
perftoralkil sulfonat duzları	0,5-1,5
trietanolamin	0,5-1,5
tolitriazol	0,05

AFFF komponentlərinin bəzilərinin parçalanması barədə məlumat olsa da, ümumilikdə bu mürəkkəb qarışığın yeraltı sulara parçalanması və sinergetik effektləri barədə məlumatlar demək olar ki, mövcud ədəbiyyatlarda yer almamışdır.

Bundan əlavə, tərkibində perftoralkil birləşmələrinin olduğu digər yangınsöndürücü köpüklərin də ekoloji baxımdan ilkin göstəriciləri aşağıda qeyd edilmişdir.

FFFP – sulu qatəmələgətirici köpüklərə alternativ olan təbii zülal əsaslı yangınsöndürücü köpükdür, maye karbohidrogen yanğınlarının söndürülməsində tətbiq edilir. FFFP asanlıqla parçalanır və demək olar ki, su orqanizmlərinə zərərsizdir. Bu cür köpüklərin tərkibində qlikol efirləri yoxdur, lakin tərkibində davamlı perftoroktan turşusuna parçalana bilən uzunzəncirli ftorkimyəvi birləşmələr vardır.

AR-AFFF – yüksək riskli yanğın vəziyyətlərində - karbohidrogenlərin (neft, qazolin, dizel yanacağı, aviasiya kerosini) və ya polyar həlledicilərin (spirtlərin, ketonların, mürəkkəb və sadə efirlərin) söndürülməsində tətbiq edilir. Bu növ köpüklər ətraf mühitdə asanlıqla parçalanır və su mühiti üçün az zərərliyə malikdir.

AR-FFFP. Spirtə qarşı davamlı sulu qat əmələgətirici köpüklərə (AR-AFFF) alternativ olan təbii zülal əsaslı, spirtə qarşı davamlı olan köpük növüdür. Bu növ də həmçinin maye karbohidrogen və polyar həlledici maye yanğınlarının söndürülməsində tətbiq edilir. AR-FFF bioparçalanması faiz etibarilə aşağı səviyyədədir və su orqanizmlərinə müəyyən qədər zərərli hesab oluna bilər. Tərkibində qlikol efir yoxdur, lakin davamlı perftoroktan turşusuna parçalana bilən uzunzəncirli ftorkimyəvi birləşmələr vardır.

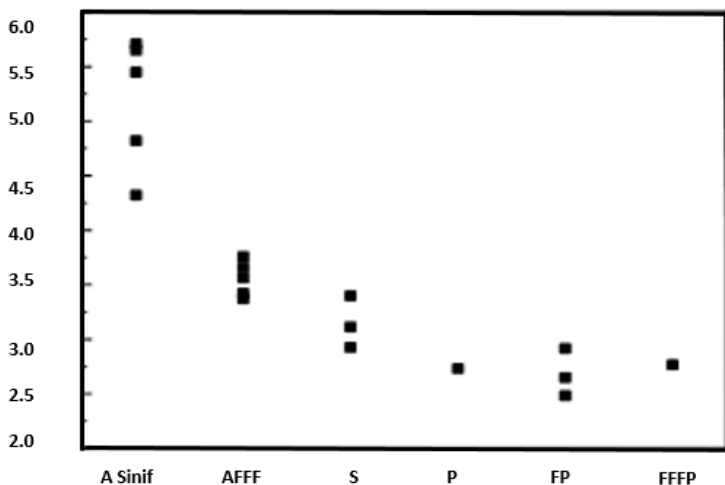
Tərkibində ftor olmayan yangınsöndürücü köpüklər. (F3) Ftor əsaslı köpük texnologiyalarının PBT xüsusiyyətləri ilə bağlı narahatlıqlara görə yeni nəsil F3 məhsulları istehsal olunmağa başlamışdır ki, bu, birbaşa və ya dolaylı yolla perflüorokarboksil turşusu əmələ gətirmək üçün ilkin məhsul kimi fəaliyyət göstərən birləşmələrə bağlıdır (xüsusilə PFOA). 2000-ci ildən bəri istehsal olunan F3 məhsullarında suda həll olmayan, ftorlaşmayan polimer əlavələri və daha çox karbohidrogen səthi aktiv maddələr mövcuddur [7].

Ftorsuz yangınsöndürücü köpüklər, tətbiq edilən köpüklərə alternativ olaraq "ekoloji cəhətdən təmiz" olaraq tanınır. Mütəxəssislər bu növ köpüklərin sadəcə, "əvəzedici" rola malik olduğunu qəbul edirlər. Buna baxmayaraq, onların bioloji parçalanma qabiliyyəti, kəskin toksiklik, kimyəvi oksigen tələbatı və bioloji oksigen tələbatı ilə əlaqəli ekoloji xüsusiyyəti, ftorlaşmış köpüklərin xassələrinə nisbətən bir çox hallarda daha az ekoloji zərərlərə malik olur. Burada məsələ ondan ibarətdir ki, ftorkimyəvi birləşmələr, kimyəvi maddələrin unikal bir qrupu olduqları üçün onları birbaşa əvəz etmək mümkün deyil. Ftorsuz yangınsöndürücü köpüklərdə isə söndürücü tərkibə əlavə sintetik yuyucu maddələrin qatılmasını qeyd etmək olar ki, bu da ani alışmalara və

yangınsöndürmə xidmətinin əməkdaşları üçün təhlükəli vəziyyətlərin yaranmasına səbəb ola bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, bir çox ftorsuz YK-ni yanğın zamanı AVQAZ (aviasiya qazolini) buxarlarını saxlama qabiliyyətinə malik deyillər. Bundan əlavə tərkibində sintetik yuyucu maddələr olan yangınsöndürücü köpüklər bütün yağ əsaslı yanacaqlarla emulsiya edilir və onları tullantı su separatorlarından yayındıraraq su mühitinə daşıyır. Bu, daha yüksək oksigen tələbatına, orada yaşayan su orqanizmlərinə qarşı toksikliyə və potensial olaraq böyük çirklənmə hadisələrinə səbəb olur. Ftorsuz maddələrin qəbul edilmiş bir faydası olsa da, ətraf mühitin toksikliyi, karbohidrogen yanacağı ilə emulsiya və ani alovlanma problemləri baxımından bir sıra əhəmiyyətli çatışmazlıqları vardır.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, yangınsöndürücü köpüklər bir çox müxtəlif növ kimyəvi maddələrin qarışığından ibarətdir. İstehsalçıların əksəriyyəti köpük məhsullarının tam tərkibi və məzmunu barədə ictimaiyyətə heç bir məlumat açıqlamırlar. Buna görə də vahid bir kimyəvi maddəni qiymətləndirən adi kimyəvi üsullar yangınsöndürücü köpüklərə tətbiq edilmir. Yangınsöndürücü köpüklərin ətraf mühitə təsirini qiymətləndirmək üçün xüsusi bir test üsulu hal-hazırda mövcud deyildir. Köpüklərin üzvi tərkibi və bioparçalanması nəzərə alınmaqla, kimyəvi oksigen tələbatı (KOT) və yekun üzvi karbon (YÜK) köpüklərin suda üzvi yüklənməsini qiymətləndirmək üçün istifadə edilə bilər. Köpüyün bioparçalanmasını sınaqdan keçirmək üçün OECD 301 A-F test seriyası standartları istifadə edilir. Bu testlərin arasında CO₂ ayrılması metodu və manometrik respirometriya metodu daha çox istifadə olunur.

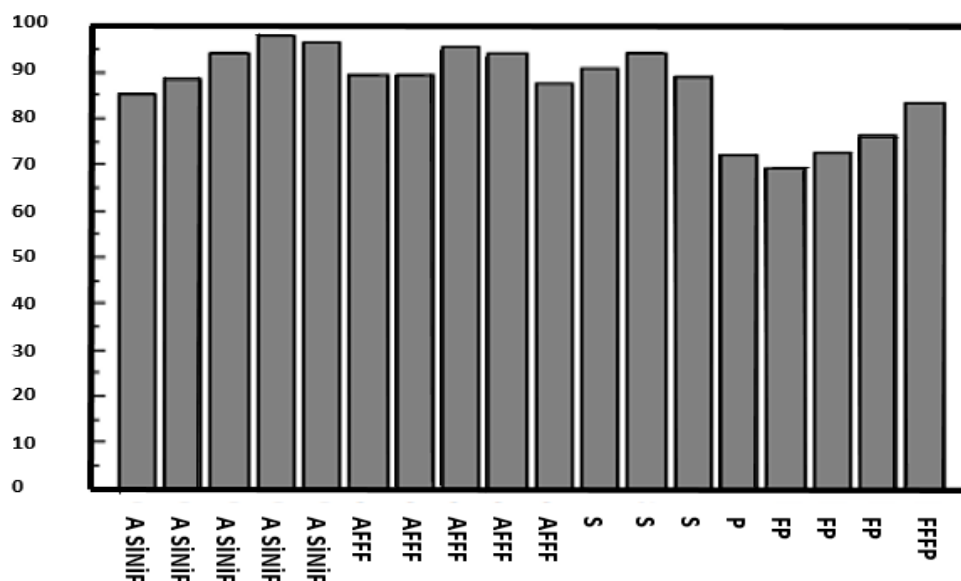
Həll üsulları. Müxtəlif illərdə mütəxəssislər tərəfindən yangınsöndürücü köpüklərin bioparçalanmasına yönəlmiş bir neçə tədqiqat aparılmışdır. [8] –də Çində geniş tətbiq olunan müxtəlif növ yangınsöndürücü köpüklərin üzvi köpüyünün üzvi çirklənmə səviyyəsi və bioparçalanması qiymətləndirilib, müqayisə edilmişdir. Yangınsöndürücü köpük konsentratlarının KOT (kimyəvi oksigen tələbatı) və YÜK (Yekun Üzvi Karbonu) həddindən artıq yüksəkdir. Bundan əlavə, köpük məhlullarının KOT və YÜK-i adi çirkab sularından da daha yüksəkdir. Buna görə köpük məhlulunun KOT və YÜK qiymətləri köpüklərin ətraf mühitə təsirini nəzərə alsaq, konsentratdan daha çox əhəmiyyət kəsb edir. Məlumdur ki, səthi aktiv maddələr yangınsöndürücü köpüklərin əsas komponentidir və onlar KOT və YÜK-ün əsas mənbəyi hesab edilir. Şəkil 3-də müxtəlif növ köpüklərin KOT/ YÜK nisbəti göstərilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, KOT/ YÜK



Şəkil 2. Müxtəlif növ YK üçün KOT/ YÜK nisbəti

nisbəti vahid üzvi çirkab sular üçün 2,67 qəbul edilmişdir. Şəkil 2-ə əsasən A sinif köpüklər, AFFF, Sintetik (S), və Proteinli (P) köpüklər üçün ortalama KOT/ YÜK nisbəti uyğun olaraq 5,19 ; 3,55; 3,15 və 2,73-dür. Göründüyü kimi, A sinif köpüklərdə bu nisbət daha yüksək, növbəti olaraq AFFF və S, ən aşağı göstərici isə protein köpüyündə olmuşdur. Bu da onunla nəticələnir ki, protein tərkibli köpüklər (P, FP,FFFP) sintetik tərkibli köpüklərə (A sinif köpüklər, AFFF və S) nisbətən daha yüksək üzvi çirklənmə qabiliyyətinə malikdir.

YK bioparçalanması barədə tədqiqatda [8] isə məlum olmuşdur ki, sintetik köpüklər olan A sinif köpüklər, AFFF və S üçün bioparçalanma faizi uyğun olaraq 85,27% -dən 97,61% -ə qədər, protein köpüklər (P, FP və FFFP) üçün isə uyğun olaraq 69,45% -dən 83,17 % qədər dəyişmişdir. (Şəkil 3.)



Şəkil 3.YK 28 – günlük bioparçalanma göstəriciləri. [8]

Nəticə olaraq bildirilir ki, Proteyin köpükləri sintetik köpüklərlə müqayisədə daha yüksək üzvi çirklənmə və daha aşağı bioparçalanma sürətinə sahibdir. Beləliklə, onların ətraf mühitə qısamüddətli və uzunmüddətli təsiri sintetik köpüklərdən daha böyükdür.

Hal-hazırda dünyanın bəzi dövlətləri artıq **ftortelomer** əsaslı YK tətbiqinə başlamışlar. Flüorotelomer əsaslı birləşmələr şaxələnməyən və cüt sayda karbon atomuna malik tam düz zəncirli kimyəvi maddələrdir. Bu növ köpüklər müxtəlif tərkibli yanar mayelərə tətbiq edilməklə yanğına effektiv nəzarət və nəmləndirməni təmin edir. Ftortelomer əsaslı YK yanğının yayılmasını minimuma endirməyə, yenidən alovlanmanın qarşısını almağa və hava ilə daşınan tüstü çirklənməsinin miqdarını azaltmaq xüsusiyyətlərinə malikdir. Bundan əlavə, yanma zonasında baş verə biləcək qaynama və eskalasiya riskinin qarşısını alır və hər hansı bir hadisədə köpük və su ehtiyatlarından minimum istifadə olunmasını təmin edir.

Ekoloji cəhətdən yanaşdıqda ftortelomer əsaslı məhsullar heyvanlarda biotoplanmır, orqanizm üçün zərərli və toksik deyil. Ftortelomerlər PFOS-a parçalanmır. Onlar 6:2 flüortelomer sulfonata bölünür ki, bu da davamlı olsa da, biotoplayıcı və ya toksiklik xüsusiyyətlərinə malik deyil.

Hazırda istehsal edilən ftortelomer əsaslı YK məhsullarının tərkibindəki maddələrin təhlükəsizlik pasportuna baxdıqda insan sağlamlığına zərərli ola biləcək heç bir kimyəvi maddə aşkar olunmamışdır.

Nəticə. 1. Əksər istehsalçı iddialarına baxmayaraq, tərkibində ftor olmayan YK ftortərkibli YK-ə nisbətən daha yüksək toksikliyə malikdir, belə ki, ftortərkibli köpüklər təbəqəmələgətirici xüsusiyyəti ilə xarakterizə olduğu halda, tərkibində ftor olmayan YK təbəqə xüsusiyyətini əvəz etmək üçün tərkibə yüksək miqdarda karbohidrogen səthi aktiv maddələr və həlledicilər əlavə edilir. Karbohidrogenli səthi aktiv maddələr və həlledicilər ümumiyyətlə su sistemlərində ftorlu səthi aktiv maddələrə nisbətən daha toksiki hesab olunur. Bununla yanaşı, yanar mayələrin söndürülməsində müsbət nəticənin əldə edilməsi üçün ftortərkibli YK müqayisədə ftorsuz köpüklər dəfələrlə artıq miqdarda tətbiq edilməlidir. Bu da ətraf mühit üçün əhəmiyyətli ekoloji risk amili hesab edilə bilər.

2. Ftortelomer əsaslı YK hazırda B sinifində, yanar maye yanğınlarının söndürülməsində ən təsirli maddələrdir. Flüorotelomer əsaslı köpüklər PFOS və ya PFHxS (perftoroheksan sulfonat) kimi PFOS homoloqlarına daxil edilmir, parçalanmır və uzunzəncirli perftorkimyəvi maddələrin əhəmiyyətli mənbəyi sayıla bilməz. Onların tərkibində davamlı, lakin ümumiyyətlə ekoloji toksikant hesab edilməyən ftor səthi aktiv maddələr vardır. Bu növ YK mövcud tənzimləmə meyarlarına əsasən bioakkumulativ hesab edilmir.

ƏDƏBİYYAT

1. Vestergren R, Cousins IT, Trudel D, Wormuth M and Scheringer M. Estimating the contribution of precursor compounds in consumer exposure to PFOS and PFOA. Chemosphere. 2008 Nov; 73(10): pp.1617-1624
2. Johnson, B. P. Survey of Fire Fighting Foams and Associated Equipment and Tactics Relevant to the UK Fire Service. Part 1 - Firefighting Foams. C. F. B. A. Council, S. C. F. B. A. Council and J. C. o. F. Research. London, England., Home Office Fire Research and Development Group. (1991)
3. Hagenaars A, Meyer IJ, Herzke D, Pardo BG, Martinez P, Pabon M, De Coen W and Knapen D. The search for alternative aqueous film forming foams (AFFF) with a low environmental impact: Physiological and transcriptomic effects of two Forafac® fluorosurfactants in turbot. Aquatic Toxicol. 2011 Aug; 104(3–4): pp.168-176.
4. Houtz E.F, Higgins CP, Field JA and Sedlak DL. Persistence of Perfluoroalkyl Acid Precursors in AFFF-Impacted Groundwater and Soil. Environmental Science & Technology. 2013 Aug 6; 47(15): pp.8187-8195
5. Alm, R. R.; Stern, R. M. Aqueous Film-Forming Foamable Solution Useful as Fire Extinguishing Concentrate; U.S. Patent 5085786, 1992
6. Howell, R. D.; Tucker, E. E. Am. Environ. Lab. 1996, 12, pp.10-11
7. Dr Jimmy Seow. Fire Fighting Foams with Perfluorochemicals - Environmental Review, Manager Pollution Response Unit Department of Environment and Conservation Western Australia. 7 June 2013.
8. Xian-Zhong Zhang, Zhi-ming Bao, Cheng Hu, Jing Li-Shuai and Yang Chen. “Organic pollutant loading and biodegradability of firefighting foam”. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 94.(2017)

РЕЗЮМЕ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОГNETУШАЩИХ ПЕН, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ТУШЕНИИ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

Курбанова М.А.

Ключевые слова: огнетушащие пены, пер и полифторалкильные вещества, фтортеломер, биodeградация, экологические характеристики

Известно, что пены широко используются для тушения горючих жидкостей. Большинство огнетушащих пен являются поверхностно-активными веществами. Пены состоят из комбинации различных химических веществ наряду с поверхностно-активными веществами. В общем, физические и химические свойства композиции оказывают значительное влияние на пенообразующую способность пены. Тем не менее, различные ингредиенты могут повлиять на эффективность пены, а также причинить вред окружающей среде. Поскольку экологические требования к химическим соединениям в форме отходов возрастают, вопросы, связанные с воздействием огнегасящих пен на окружающую среду, становятся актуальными. В настоящее время не существует специального метода испытаний для оценки воздействия огнетушащих пен на окружающую среду. Поэтому необходимо оценить экологические свойства огнетушащих пен, такие как токсичность воды, биологическое загрязнение органическим загрязнением и пенообразование.

SUMMARY
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF FIRE
EXTINGUISHING FOAMS USED IN EXTINGUISHING FLAMMABLE LIQUIDS
Gurbanova M.A.

Key words: *fire extinguishing foams, per and polyfluoroalkyl substances, fluorotelomer, biodegradation, environmental characteristics*

It is known that foams are widely used for extinguishing combustion fluids. Most of the fire extinguishing foams are surface active substances. Foams are composed of a combination of various chemicals along with surfactants. In general, the physical and chemical properties of the composition have a significant effect on the foaming ability of the foam. However, the variety of ingredients can affect the effectiveness of the foam as well as cause environmental hazards for the environment. As environmental requirements for chemical compounds in the form of waste increase, the issues related to the environmental impact of firefighting foams are urgent. There is currently no specific test method for assessing the environmental impact of fire extinguishing foams. Therefore, it is necessary to evaluate the environmental properties of extinguishing foams, such as water toxicity, biological contamination of organic contamination and foaming.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	13.02.2020
	Son variant	07.07.2020

UOT 635.657.658

RAPD VƏ ISSR MOLEKULYAR MARKERLƏRLƏ NOXUD NÜMUNƏLƏRİNDƏ NÖVDAXİLİ POLİMORFİZMİN ÖYRƏNİLMƏSİ

¹HƏSƏNOVA SÜDABƏ QƏŞƏM qızı²HƏSƏNOVA SƏİDƏ QASIM qızı³MƏMMƏDOVA SEVİNC ƏMRULLA qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1- dosent, 3- magistr

AMEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutu, 2 - b.f.d.

hesenova63sudabe@gmail.ru

Açar sözlər: noxud, genotip, RAPD və ISSR marker, polimorfizm

Məqalə noxud genotiplərində müxtəlif markerlər (RAPD və ISSR) vasitəsilə növdaxili polimorfizmin öyrənilməsindən bəhs edir. Tədqiqat nəticəsində noxud genotipləri arasında 11 RAPD marker ilə cəmi 77 amplikon sintez edilmiş (onlardan 76 amplikon polimorf olmuşdur), 8 ISSR markerlə 42 amplikon sintez edilmişdir (onlardan 32 amplikon polimorf olmuşdur). Ümumilikdə 11 RAPD praymerlə ortalama 98,6%, 8 ISSR praymerlə isə 80,0% polimorfizm qeydə alınmışdır. Əldə edilmiş nəticələrə əsasən quraqlığa davamlı, hündürboylu, məhsuldar genotiplərin seleksiya işlərində istifadəsi nəzərdə tutulur.

Noxud bitkisi paxlalılar fəsiləsi (*Leguminoceae*), *Papilionaceae* yarımailəsinin *Cicer* cinsinə aid olub, diploid xromosom sayına malikdir ($2n=16$), genomun ölçüsü 931Mbp-dir. [5; 6] Bu cinsin 43 növü vardır (9 birillik və 34 çoxillik). Birillik növlərdən yalnız biri – *C.arietinum* insan müdaxiləsi olmadan inkişaf etmir.

Bütün dünyada olduğu kimi, respublikamızda da ərzaq təhlükəsizliyinin təmin olunmasında zülal, karbohidrat və minerallarla zəngin olan noxud bitkisi xüsusi yer tutur. Noxudun dənində külli miqdarda minerallar və vitaminlər (A, B, C, D, E) vardır ki, bu da onun yüksək qidalılığa və yem keyfiyyətinə malik olduğunu sübut edir. [1; 3]

Mədəni noxud (*Cicer arietinum*) genotipləri və yabanı noxud növləri (*Cicer reticulatum*, *Cicer bijicum* və s.) arasındakı genetik müxtəlifliyin, filogenetik qohumluğun tədqiqi, mədəni noxudun əlamətlərini yaxşılaşdıracaq gen qaynağına malik növlərin üzə çıxarılması ilə bağlı tədqiqatlar molekulyar marker texnologiyasının tətbiqindən sonra daha da sürətlənmişdir [2]. Son dövrlərdə RAPD, ISSR, SSR və s. molekulyar markerlərin inkişaf etməsi, onların biologiya və kənd təsərrüfatına tətbiqi aktual olub, xüsusilə də bitkilərin genotipləri arasında genom səviyyəsində polimorfizmin təyininə geniş şəkildə istifadə olunur. Polimorfizmi fərqli yollarla üzə çıxaran bu metodların kompleks şəkildə istifadəsi isə bitki genomunun strukturu haqqında daha geniş informasiya almağa imkan verir. [4; 7] Belə ki, RAPD markeri genomun təsadüfi hissələrinin, ISSR markeri iki satellit DNT arasındakı hissənin polimorfizmini müəyyən edir. Bu markerlərlə aparılan analizlərin nəticələrinin müasir statistik metodlarla işlənməsi isə tədqiqatın etibarlılığını artırır.

Material və metodlar. Tədqiqat obyektı olaraq ICARDA beynəlxalq mərkəzindən introduksiya olunmuş və Azərbaycanın müxtəlif rayonlarından toplanaraq Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun Gen bankında qorunub-saxlanılan adları aşağıda göstərilən 62 noxud (*Cicer arietinum* L.) genotipindən istifadə edilmişdir.

№	Nümunənin adı və kataloq nömrəsi	Mənşəyi	№	Nümunənin adı və kataloq nömrəsi	Mənşəyi
1	Lənkəran 1	Lənkəran	32	Yardımlı 27	Yardımlı
2	Lənkəran 2	Lənkəran	33	Masallı 30	Masallı
3	Flip03-48	ICARDA	34	Masallı 51	Masallı
4	Cəlilabad 50	Cəlilabad	35	Biləsuvar 58	Biləsuvar
5	Flip 04-4	ICARDA	36	Lerik 33	Lerik
6	Nərmin 57	Bakı	37	Flip 97-81	ICARDA
7	Flip 97-24	ICARDA	38	Abşeron 35	Abşeron
8	Ağstafa 35	Ağstafa	39	Flip 22-04	ICARDA
9	İran 48	İran	40	Flip 23-04	ICARDA
10	Cəlilabad 55	Cəlilabad	41	Flip 02-88	ICARDA
11	Sabirabad 59	Sabirabad	42	Flip 03-93	ICARDA
12	Ordubad 47	Ordubad	43	Flip 00-19	ICARDA
13	Yardımlı 28	Yardımlı	44	Ağdaş 18	Ağdaş
14	Flip 06-8c	ICARDA	45	Sultan 98-178	Bakı
15	Flip06-133c	ICARDA	46	TH 1-04	ICARDA
16	Flip 06-61c	ICARDA	47	Flip 03-34	ICARDA
17	Abşeron 34	Abşeron	48	Flip 03-17	ICARDA
18	Flip 06-33c	ICARDA	49	Flip 04-38	ICARDA
19	Flip 06-161c	ICARDA	50	Yardımlı 29	ICARDA
20	Flip 05-169c	ICARDA	51	Flip 03-71	ICARDA
21	Ordubad 39	Ordubad	52	Flip 04-35	ICARDA
22	Ordubad 41	Ordubad	53	Flip 03-22	ICARDA
23	Qusar 43	Qusar	54	Flip 06-28c	ICARDA
24	Qusar 44	Qusar	55	Flip03-77	ICARDA
25	Ağstafa 42	Ağstafa	56	Flip03-27	ICARDA
26	Flip 03-22	ICARDA	57	Flip04-16	ICARDA
27	Bakı 30	Bakı	58	Flip06-7c	ICARDA
28	Cəlilabad 11	Cəlilabad	59	Flip 06-89c	ICARDA
29	Flip 97-32	ICARDA	60	Flip 32-79	ICARDA
30	Şamaxı 25	Şamaxı	61	Flip 05-19c	ICARDA
31	Flip06-18	ICARDA	62	Flip 06-144c	ICARDA

Nəticələr və onların müzakirəsi. Tədqiqat zamanı polimorf praymerlərin seçilməsi üçün noxud nümunələrində 30 RAPD praymeri istifadə olunaraq ekstraksiya olunmuş genom DNT-si ilə PZR analizi aparılmış, tədqiqatda istifadə olunan bütün praymerlərdə amplikon müşahidə olunmuşdur. Nəticələrin ilkin analizi zamanı 98-i polimorf olmaqla, ümumilikdə 166 bənd sintez olunduğu müşahidə olunmuşdur. Tədqiqatda istifadə olunmuş 19 praymer növdaxili polimorfizmin aşkar olunmasında informativ hesab olunmamışdır. Belə ki, həmin praymerlərlə aparılmış PZR reaksiyası nəticələri elektroforezdə olduqca az fərqlənən amplikonların təzahürü ilə fərqlənmişdir. Digər 11 praymer isə yüksək polimorfluq göstərmiş, genetik müxtəlifliyin öyrənilməsində daha əhəmiyyətli hesab edilmiş və aparılmış tədqiqatda noxud genotiplərinin molekulyar analizi üçün istifadə olunmuşdur. Beləliklə, 62 noxud genotipində 11 RAPD praymer vasitəsilə PZR analizi nəticəsində 77 amplikon qeydə alınmış, bunlardan 76 amplikon polimorf olmuşdur. SPSS kompüter proqramı ilə Jaccard genetik oxşarlıq indeksi və UPGMA metodu əsasında klaster analizi aparılmış və nümunələrarası genetik məsafəni təyin edən dendrogram qurulmuşdur. Tədqiqat obyektini kimi seçilmiş noxud genotipləri RAPD markerləri nəticələrinə əsasən aparılmış klaster analizində 12 müxtəlif klasterdə qruplaşmışdır. Bu nümunələr arasında genetik oxşarlıq indeksinin (GOİ) minimum və maksimum qiymətləri müvafiq olaraq 0,24 və 0,93 qeydə alınmışdır. Birinci klasterdə yerləşən Flip 04-4 genotipi digər nümunələrdən fərqlənərək ayrıca subklasterdə yer

almışdır. İkinci klasterə daxil olan nümunələr (Flip 04-16, Flip 06-7, Flip 06-89, Flip 32-79, Flip 05-19, Flip 06-144) arasındakı genetik oxşarlıq əmsalı 0,21-0,64 olmuşdur. Bu klasterdə də Flip 32-79 genotipi qrupun digər nümunələrindən uzaq genetik məsafədə yerləşmişdir. Üçüncü klasterə daxil olan Masallı 51 nümunəsinin digər nümunələrlə oxşarlıq indeksinin minimum və maksimum qiymətləri 0,21-0,64 olub, bu nümunəyə ən yaxın genotip Flip 32-79 olmuşdur. Dördüncü klasterə daxil olan Yardımlı 28 və Flip 06-133 nümunələri arasında GOİ isə 0,53 olmuşdur. Digər klasterlərin hər biri cəmi bir genotipdən ibarət olmuşdur. Belə ki, Ordubad 47 genotipi beşinci klasterdə, məhsuldarlığı ilə seçilən Ağstafa 35 nümunəsi altıncı klasterdə, Cəlilabad 50 nümunəsi yeddinci klasterdə, Nərmin isə səkkizinci klasterdə ayrıca yerləşmişdir. Doqquzuncu klasterdə yerləşən Cəlilabad 55 ilə onuncu klasterdə yer alan Sabirabad 59 arasındakı oxşarlıq indeksi 0,31-ə bərabər olmuş, Lənkəran 1 genotipi on birinci klasterdə, mənşəyi İran olan 9 nömrəli İran 48 genotipi də digər nümunələrdən fərqlənmiş və on ikinci klasterdə tək yerləşmişdir.

Aparığımız tədqiqat işində noxud genotipləri üçün polimorf praymerləri müəyyən etmək məqsədilə noxud genotiplərinin genomları 15 ISSR praymer vasitəsilə yoxlanılmışdır. İlkin yoxlama zamanı 15 ISSR praymeri ilə 67 amplikon sintez olunmuş, bunlardan 34-ü polimorf olmuşdur. Tədqiqatda istifadə olunmuş ISSR praymerlərdən 7-si ilə heç bir bənd amplifikasiya olunmamış, digər 8 praymer isə yüksək polimorfluq nümayiş etdirmiş və bu praymerlərdən noxud genotiplərinin genomunu tədqiq etmək üçün istifadə olunmuşdur. Tədqiqat zamanı 8 ISSR praymer vasitəsilə 42 amplikon sintez edilmiş, bunlardan 32-si polimorf olmuşdur. SPSS kompüter proqramı ilə Jaccard genetik oxşarlıq indeksi və UPGMA metodu əsasında klaster analizi aparılmış və nümunələrarası genetik məsafəni təyin edən dendroqram qurulmuşdur. Tədqiqat obyektini kimi seçilmiş noxud genotipləri ISSR markerləri əsasında klaster analizi ilə 7 müxtəlif klasterdə qruplaşmışdır. Klasterlər arasında genetik məsafə indeksinin minimum və maksimum qiyməti müvafiq olaraq 0,46 və 0,77 vahid təşkil etmişdir. Klasterlərarası genetik məsafə nə qədər böyük olarsa, genotiplərin seleksiyada heterozis effekti almaq məqsədilə istifadəsi daha əlverişli olar. Birinci klaster nümunələrin 79% -ni əhatə edir. Yerli məhsuldar genotiplər olan Sultan və Nərmin bu klasterdə bir-birindən uzaq genetik məsafədə yerləşmişdir. Məhsuldarlığına görə Sultan nümunəsindən geri qalmayan 44 nömrəli Flip 97-32 ilə Sultan nümunəsi arasındakı genetik oxşarlıq indeksi 0,86 olmuşdur. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, bir-birinə ən yaxın genetik məsafədə yerləşən nümunələr birinci klasterdə qruplaşmışdır. Belə ki, 40 (Flip 23-04) və 43 (Flip 00-19) nömrəli nümunələrin genetik oxşarlıq indeksi 1,00-ə, 53 (Flip 03-22) və 56 (Flip 03-27) nömrəli genotiplərin, eləcə də 50 (Flip 03-36) və 51 (Flip 03-71) sayılı genotiplərin genetik oxşarlıq indeksi 0,87 –yə bərabər olmuşdur. İkinci klasterdə yerləşən Flip 32-79, Flip 06-144 də quraqlığa davamlı və orta məhsuldar nümunələr olub, onlar arasında genetik oxşarlıq indeksləri 0,79 olmuşdur. Üçüncü klaster müxtəlif rayonlardan toplanmış üç nümunədən (Şamaxı 25, Abşeron 35, Lənkəran 1) ibarətdir. Şamaxı 25 və Abşeron 35 nümunələri arasında genetik oxşarlıq indeksi 0,74, Abşeron 35 və Lənkəran 1 arasındakı genetik oxşarlıq indeksi isə 0,68 olmuşdur. Dördüncü klasterdə yer alan orta məhsuldar və quraqlığa davamlı Yardımlı 28 nümunəsinin digər nümunələrlə genetik oxşarlıq indeksi 0,66-yə bərabər olmuşdur. Beşinci klaster genetik oxşarlıq indeksi 0,61 olan iki nümunədən (Ağstafa 35 və Flip 03-17), altıncı klaster isə genetik oxşarlıq indeksi 0,62 olan Abşeron 34 və Masallı 30 nümunələrindən ibarətdir. Sonuncu klaster də iki nümunədən (Bakı 30 və Masallı 51) ibarətdir. Bu nümunələr arasındakı genetik oxşarlıq indeksi isə 0,73 –ə bərabər olmuşdur.

Biomüxtəlifliyin qorunması sahəsində RAPD və ISSR markerlərlə əldə olunan nəticələr noxud genotiplərinin dəqiq təsnifatında, pasportlaşmasında faydalı ola bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Əkpərov Z.İ. Genetik ehtiyatların toplanması, mühafizəsi və tədqiqinin perspektivləri / “Biomüxtəlifliyin genetik ehtiyatları” I Beynəlxalq elmi konfransın materialları. Azərbaycan, Bakı, 2006, s.13

2. Əkrərov Z.İ., Məmmədov A.T. Bitki genetik ehtiyatlarının əsas tədqiqat strategiyaları // Azərbaycan Aqrar Elmi. №1-3. 2007, s.120-124
3. Əliyev C., Əkrərov Z., Məmmədov A. Bioloji müxtəliflik. Bakı: Elm, 2008, 232 s.
4. Mirzəyev R.S., Əmirov L.Ə., Cahangirov A.A. Perspektivli noxud nümunələrinin öyrənilməsi // AzETƏİ-nin elmi əsərləri məcmuəsi, c. XXII. 2010, s.96-99
5. Düzdemir O., Akdağ C., Yanar Y. Bəzi nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlərinin fərqli mühitlərdə antraknoz (*Ascochyta rabiei*)'ə davamlılıqları və tane verimləri üzərində bir tədqiqat // GÖÜ. Ziraat Fakültəsi Dergisi. c. 24. №2. 2007, s. 87-97
6. Малышев С.В., Картель Н.А. Молекулярные маркеры в генетическом картировании растений // Молекулярная биология. т.31. №62. 1997, с. 197-208
7. Хемлебен В., Беридзе Т.Г., Бахман Л. и др. Сателлитные ДНК // Успехи биологической химии. т.43. 2003, с.267-306

РЕЗЮМЕ

ИЗУЧЕНИЕ ВНУТРИВИДОВОГО ПОЛИМОРФИЗМА В ОБРАЗЦАХ НУТА МОЛЕКУЛЯРНЫМИ МАРКЕРАМИ RAPD И ISSR

Гасанова С.Г., Гасанова С.Г., Мамедова С.А.

Ключевые слова: нут, генотип, маркеры RAPD и ISSR, полиморфизм

В статье рассматривается изучение внутривидового полиморфизма с помощью различных маркеров (RAPD и ISSR) в генотипах нута. В результате исследования между генотипами нута были синтезированы всего 77 ампликонов с помощью 11 RAPD маркеров (из них 76 ампликонов были полиморфными), 42 ампликонов с помощью 8 ISSR маркеров (из них 32 ампликонов были полиморфными). Всего, с 11 RAPD праймерами был отмечен в среднем 98,6% полиморфизма, а с 8 ISSR праймерами – 80,0% полиморфизма. В результате полученных заключений, учитывается использование их в селекции устойчивых к засухе высоких, плодотворных генотипов.

SUMMARY

STUDYING INTRASPECIFIC POLYMORPHISM IN PEA SAMPLES WITH RAPD AND ISSR MOLECULAR MARKERS

Hasanova S.G., Hasanova S.G., Mammadova S.A.

Key words: pea, genotype, RAPD and ISSR marker, polymorphism

The subject is about the studying of intraspecific polymorphism through different markers (RAPD and ISSR) in the pea genotypes. As a result of study totally 77 amplicons were synthesized with 11 RAPD marker among pea genotypes (76 of them were amplicon polymorphs), 42 amplicons were synthesized with 8 ISSR marker (32 of them were amplicon polymorphs). Generally averagely 98,6% polymorphism was noted with 11 RAPD primers, 80,0% polymorphism with 8 ISSR. Upon the obtained results draught – resistant, tall, productive genotypes are intended to be used in selection works.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	08.07.2019
	Son variant	14.10.2019

HİPOKSIYA ZAMANI ORQANİZMDƏ BAŞ VERƏN DƏYİŞİKLİKLƏR

¹HÜSEYNOV RAFİQ ƏZİZƏĞA oğlu

²AĞAYEVA ZƏRBAB TƏVƏKGÜL qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-dosent, 2-assistent

zerbab.agayeva@gmail.com

Açar sözlər: hipoksiya, oksigen aclığı, hipoksiyanın növləri, ekzogen hipoksiya, endogen hipoksiya

Hipoksiya orqanizmin toxumalarının oksigenlə kifayət qədər təchiz edilməməsi toxumalarda oksigen sərfinin pozulması ilə əlaqədar olan tipik patoloji prosesdir. Oksigenin toxumalara nəql edilməsində iştirak edən xarici tənəffüs sistemi, qan dövranı sistemi və qanın funksiyasının pozulması hipoksiya ilə nəticələnir. Oksigen daşıyıcı sistemlərin fəaliyyətinin normal səviyyədə olduğu hallarda belə toxumaların oksigeni sərf edə bilməməsi hipoksiyaya səbəb ola bilər. Həddindən artıq uzunmüddətli və davam edən hipoksiya zamanı orqanizmin uyğunlaşdırıcı imkanları tükənir. Bu zaman hipoksiyanın dekompensasiyaedici mərhələsi başlayır. Bu mərhələdə toxuma və orqanlarda funksional və morfoloji dəyişikliklər əmələ gəlir.

Dəyişikliklərin dərinlik dərəcəsi toxumaların funksional vəziyyətindən və maddələr mübadiləsindən asılıdır. İnkişaf mexanizminə görə hipoksiyanı 2 qrupa bölmək olar: I-nəfəs alınan havada oksigenin təzyiqinin azalması ilə əlaqədar olan hipoksiya (ekzogen hipoksiya); II-orqanizmin xəstəlikləri ilə əlaqədar olan hipoksiya (endogen hipoksiya). Endogen hipoksiyanın isə 5 növü vardır: 1) ağciyər (tənəffüs); 2) sirkulyator (ürək-damar); 3) hemik (qan); 4) histotoksik toxuma; 5) nəfəs alan havada oksigenin miqdarının azalması ilə əlaqədar olan və ya qarışıq tipli hipoksiya.

Cərrah əməliyyatlarında istifadə edilən intratraxeal narkoz və tənəffüs aparatlarının oksigen təchizi sistemləri nasaz olduqda da insan ekzogen hipoksiya vəziyyətinə düşə bilər. Bu zaman arterial qanda oksigenin miqdarının azalması (hipoksemiya) baş verir və nəticədə oksigen hüceyrə membranından çətinliklə keçir, toxumalarda mübadilə prosesi zəifləyir.

Hipoksiyanın tənəffüs (ağciyər) tipi – ağciyər alveollarında qaz mübadiləsinin pozulması ilə əlaqədardır. Hipoksiyanın bu növü oksigenin alveol-kapilyar membranlarından diffuziyanın çətinləşməsi nəticəsində baş verir. Nəticədə membranların sərtləşməsinə səbəb olan xəstəliklərə təsadüf olunur. Ağciyərlərin ventilyasiyası və perfuziyası arasında mütənasiblik pozulduqda tənəffüsün dəqiqlik həcmi normal olsa da, orqanizm tənəffüs havasından kifayət qədər oksigen ala bilmir. Bu arterial qanda oksigenin ümumi miqdarının azalmasına və hipoksiyanın inkişafına səbəb olur.

Hipoksiyanın ürək-damar (sirkulyator) tipi qan dövranının pozulması zamanı baş verir. Ürək əzələsi hipoksiyaya qarşı həssaslığına görə beyindən sonra ikinci yerdə durur. Belə ki, hipoksiya şəraitində ürəkdə taxikardiya müşahidə edilir. Taxikardiya ilə birlikdə ürəyin mexaniki iş qabiliyyəti zəifləyir və sistolik həcmi artır. Hipoksiyanın ağır hallarında taxikardiya qəflətən baş verən bradikardiya ilə əvəz olunur. Bu zaman xəstənin rəngi avazıyır, ətrafları soyuyur,soyuq tər müşahidə edilir və xəstə bayılma vəziyyətinə düşür. Dövr edən qanın həcmi azalması və ürək-damar sistemi fəaliyyətinin pozulması sirkulyator hipoksiyanın inkişafına səbəb olur.

Ürək fəaliyyətinin zəifləməsi nəticəsində ürək mənşəli hipoksiya meydana çıxır və ürəyin dəqiqlik həcmi azalmasına səbəb olur. Bu zaman ürəyin mexaniki iş qabiliyyəti zəifləyir və sisoloik həcmi azalır.

Buna miokard infarkt, kardioskleroz və s. xəstəliklər zamanı təsadüf edilir. Müəyyən bir orqana və ya toxuma sahəsinə kifayət qədər arterial qan gəlmədikdə və qanın axıb getməsi çətinləşdikdə lokal hipoksiya baş verir.

Hemik hipoksiya (qan tipli hipoksiya) – qanın oksigen tutumunun azalması nəticəsində inkişaf edir. Anemiya və ya hemoqlobinin oksigenlə birləşərək onu toxumalara ötürmək qabiliyyətinin pozulması hipoksiyanın bu növünün inkişafına səbəb olur. Nəticədə, eritrositlərin sayının və hemoqlobinin miqdarının normadan xeyli aşağı düşməsi baş verir. Qanın oksigendəşmə qabiliyyətinin zəifləməsinin əsas səbəblərindən biri də hemoqlobinin keyfiyyət dəyişiklikləridir. Məsələn, CO (dəm qazı) və bir sıra qüvvətli oksidləşdirici maddələrlə (Bertole duzu, nitritlər, nitratlar və s.) zəhərlənmələr zamanı hemoqlobinin çox hissəsi oksigenlə birləşmək qabiliyyətini itirir.

Havada dəm qazının miqdarı 0,1% olduqda ağciyərlərdən keçən qanda hemoqlobinin 50%-ə qədər karboksihemoqlobinə çevrilir. Bu zaman hemoqlobinin oksigendəşmə qabiliyyəti itir, qanın oksigen tutumu azalır və kəskin hipoksiya əmələ gəlir.

Oksidləşdirici maddələrlə zəhərlənmələr zamanı hemoqlobin ikivalentli dəmir atomu elektronlarından birini itirib üçvalentli hala keçir və hemoqlobin methemoqlobinə çevrilir. Methemoqlobin oksigenlə birləşə bilmir və nəticədə, qanın oksigen tutumu azalır. Hemik hipoksiyanın bir qurupu hemoqlobinin oksigenlə birləşmə qabiliyyətinin artması və ya azalması nəticəsində baş verir. Bədən temperaturu azaldıqda hemoqlobin oksigenlə daha möhkəm birləşmə əmələ gətirir. Bu zaman oksihemoqlobinin tərkibində olan oksigen hemoqlobindən çətinliklə ayrılır. Nəticədə, toxumalar kifayət qədər oksigen ala bilmir. Talasemiya xəstəliyi olan adamın toxumalarında hemoqlobinin oksigenlə birləşməsi çətinləşir.

Toxuma tipli hipoksiya toxumaların oksigeni qəbul etmək qabiliyyətinin zəifləməsi nəticəsində baş verir.

Qalxanabənzər vəzinin, hipofizin və cinsiyyət vəzilərini hipofunksiyası da toxumalarda oksigenin sərf edilməsinə mənfi təsir göstərir. Bəzi avitaminozlar (tiamin, riboflovin, pantoten turşusu çatışmazlığı) zamanı orqanizmdə fermentlərin sintezi pozulur. Bu, xronik toxuma hipoksiyasının inkişafı ilə nəticələnir. Qarışıq hipoksiya toxuma tənəffüsündə iştirak edən bir neçə sistemin funksiyasının pozulması ilə xarakterizə olunur. Travmatik şok zamanı nəql edən qanın həcmi azalır (sirkulyator hipoksiya), tənəffüsün səthi və tezliyi nəticəsində alveollarda qaz mübadiləsi pozulur (tənəffüs hipoksiyası). Hipoksiya zamanı ürək ritmi sürətlənir (taxikardiya), ürəyin sistolik və diastolik həcmi artır, depolarda olan qan damarlara keçir, damarların tonusu yüksəlir, qanın damarlarda hərəkəti sürətlənir.

Mərkəzi sinir sisteminin hipoksiyaya qarşı həssaslığı xüsusilə yüksəkdir. Hipoksiya zamanı sinir sisteminin həssaslığı yüksəlir. Oksigen aclığı ən çox beyinə mənfi təsir göstərir. Belə ki, 2-5 dəqiqə oksigen almayan beyin qabığına nekroz ocaqlar əmələ gəlir. Hipoksiya zamanı beyində əmələ gələn dəyişikliklər nəticəsində əvvəlcə eyforiya, sonra isə ləngimələr müşahidə edilir. Lakin onun ayrı-ayrı şöbələri oksigen aclığına qarşı həssaslıqlarına görə bir-birindən fərqlənir. Sinir sisteminin filogenetik cəhətdən cavan olan hissəsi (beyin qabığı) hipoksiya şəraitində daha ağır dəyişikliklərə uğrayır. Oksigensiz şəraitə düşən uzunsov beyində 10-15 dəqiqədən sonra, simpatik sinir sisteminin qanqlionlarında isə 1 saatdan sonra nekroz yaranır.

Hipoksiya zamanı bioloji oksidləşmə prosesi qısa bir zamanda orqanizmə öz təsirini göstərir. Bu səbəbdən də hüceyrələrdə ATF-in miqdarı azalır və onun parçalanma məhsullarının miqdarı artır. Enerji ehtiyatının sürətlə sərf edilməsi nəticəsində beyin hüceyrələrində kreatinfosfat ehtiyatının 70%-ni, 40-45 san ərzində isə hamısını itirir. Hipoksiya prosesi dərinləşdikcə qlikoliz prosesinin sürəti azalır, toxumalar parçalanır. Hipoksiyaya qarşı həssaslığı az olan orqanlar (sümüklər, əzələ, qan) kəskin oksigen aclığı şəraitində öz həyat fəaliyyətlərini uzun müddət davam etdirə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Əliyev Ə.H., Əliyeva F.Ə., Mədətova V.M. İnsan və heyvan fiziologiyası. Bakı: Bakı Universiteti, 2007, 416 s.
2. Məmmədov A.M., Kazımov Ə.H., Əliyev A.X. Normal fiziologiya. Bakı: Təbib, 2016, 542 s.
3. Məmmədov Y.C., Təqdisi C.H., İslamzadə F.İ. Patoloji fiziologiya. Bakı: Müəllim, 2004, 667 s.
4. Mehbalıyeva E.C. Hipoksiya problemi: fundamental aspektlər və onların eksperimental tədqiq yolları // AMEA-nın xəbərləri. Biologiya və tibb elmləri seriyası, 68(№1), 2013, s.109-116

РЕЗЮМЕ

ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ ПРИ ГИПОКСИИ

Гусейнов Р. А., Агаева З.Т

Ключевые слова: гипоксия, кислородное голодание, виды гипоксии, экзогенная гипоксия, эндогенная гипоксия.

Гипоксия является типичным патологическим процессом, связанным с кислородной недостаточностью и дефицитом кислорода в тканях. Внешняя дыхательная система, участвующая в транспорте кислорода в тканях, системе кровообращения и нарушении функции крови, приводит к гипоксии. Центральная нервная система гиперчувствительна к гипоксии. В результате изменений в мозгу во время гипоксии у людей сначала наблюдается эйфория, после чего процесс задержки усиливается и происходит координация движений.

SUMMARY

CHANGES IN THE BODY DURING HYPOXIA

Huseynov R.A., Aghayeva Z.T

Key words: hypoxia, oxygen starvation, types of hypoxia, exogenous hypoxia, endogenous hypoxia.

Hypoxia is a typical pathological process associated with the oxygen failure and the oxygen deficiency in tissues. The external respiratory system involved in the transport of oxygen in the tissues, the blood circulatory system and the violation of blood function results in hypoxia. The central nervous system is hypersensitive to hypoxia. As a result of changes in the brain during hypoxia, the euphoria is first observed in humans, after which the delaying process is enhanced, and movement coordination occurs.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	29.10.2019
	Son variant	24.02.2020

УДК 519.71:519.95

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОНЕЧНОГО АВТОМАТА В СЕТЬ ПЕТРИ

ГУСЕЙНЗАДЕ ШАХЛА СУРХАЙ ГЫЗЫ

Сумгаитский государственный университет, доцент

shahla.huseynzade@gmail.com

Ключевые слова: сети Петри, конечный автомат, матрица инцидентностей, таблицы переходов и выходов, C++.

Предложена компьютерная реализация процесса автоматизации преобразования конечного автомата (КА) в сети Петри (СП). Программный модуль разработан кроссплатформенным объектно-ориентированным языком программирования C++, на основе детального алгоритма в виде блок-схемы. Представлен алгоритм и листинг программного модуля. В интерактивном режиме вводятся матрицы переходов и выходов КА, выводятся полученные в результате выполнения программы матрицы входных и выходных инцидентностей СП, имитирующей КА.

Введение. КА относятся к важнейшим основным понятиям информатики, служат для описания и анализа различных систем и процессов. [1]. КА рассматривается как абстрактные модели устройств, обрабатывающих данные, обращая в основном внимание на входно-выходное поведение, т. е. на определяемое автоматом отображение между входным и выходным множествами слов. При этом особое значение дается конструктивным и алгоритмическим аспектам проблемы.

В настоящее время практически нет систем управления без использования микроконтроллеров, где верхний уровень управления представляется аппаратно реализуемым сложным автоматом. Такая система более надежна, но сложна для программирования, т.к. содержит интеллектуальные алгоритмы управления для принятия решений [2].

Автоматный подход при нескольких десятках состояний и логических условий приводит к необходимости реализации очень сложной программной модели. Для автоматного программирования возникает необходимость совершенствования, как программных моделей, так и структурной организации автоматов [3].

Способность описания класса сетей Петри больше, чем характеристика класса конечных автоматов, а класс ограниченных сетей Петри обладает равной способностью описания с классом конечного автомата, а поведенческие свойства ограниченной сети Петри эквивалентны поведенческим свойствам конечного автомата, особенно модели перехода состояния [4].

Поэтому представляет интерес методика построения СП по автоматному представлению. Имеются некоторые общие подходы к этой задаче. Но конкретные решения этой задачи и автоматизация решения в литературе не встречаются. Цель статьи – привлечь инженеров к технике, которая может дать эффективные решения для практических проблем, полностью используя скрытую форму линейной алгебры, которая часто превосходит интуицию.

В работе [5] рассмотрена задача автоматизации преобразования КА в СП, произведен теоретический анализ преобразования КА в СП, исследована топология, определены основные этапы автоматизации преобразования КА в СП. построены этапы (обобщенный алгоритм) автоматизации преобразования КА в СП:

Этап 1. Создание матриц переходов $C = \{c_{j,i}\}$ и выходов $B = \{b_{j,i}\}$, соответственно на основе таблиц переходов и выходов КА:

$$c_{j,i} = \begin{cases} k, \text{ если } \varphi: (x_i, u_j) \rightarrow x_k; \\ 0, \text{ если } \varphi: (x_i, u_j) \rightarrow \varepsilon; \end{cases} \text{ где } i = \overline{1, z}; k = \overline{1, z}; j = \overline{1, m}. \quad (1)$$

$$b_{j,i} = \begin{cases} k, \text{ если } \psi: (x_i, u_j) \rightarrow y_k; \\ 0, \text{ если } \psi: (x_i, u_j) \rightarrow \varepsilon; \end{cases} \text{ где } i = \overline{1, z}; k = \overline{1, g}; j = \overline{1, m}. \quad (2)$$

Этап 2. Определение матрицы входных и выходных инцидентий

$СПF = \{f_{i,j}\}, H = \{h_{j,i}\}$, где $i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; n = m + z + g$; (n – число позиций, m – число переходов):

$$f_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{если } p_i \in \cdot t_j; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

$$h_{j,i} = \begin{cases} 1, & \text{если } p_i \in t_j^{\bullet}; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Этап 3. Формирование элементов матрицы входных и выходных инцидентий СП $F = \{f_{i,j}\}$ и $H = \{h_{j,i}\}$:

3.1. обнуление всех элементов матрицы $f_{i,j} = 0$, где $i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}$;

3.2. обнуление всех элементов матрицы $h_{j,i} = 0$, где $j = \overline{1, m}; i = \overline{1, n}$;

3.3. если $c_{j,i} \neq 0$ тогда $f_{j,j} = 1$ и $f_{m+i,j} = 1$, $h_{j,m+l} = 1$, где $i = \overline{1, z}; j = \overline{1, m}; l = c_{j,i}$.

3.4. если $b_{j,i} \neq 0$ тогда $h_{j,m+z+l} = 1$, где $j = \overline{1, m}; i = \overline{1, z}; l = b_{j,i}$.

Где $U = (u_1, u_2, \dots, u_m)$ – конечное множество входных сигналов; $Y = (y_1, y_2, \dots, y_g)$ – конечное множество выходных сигналов; $X = (x_1, x_2, \dots, x_z)$ – множество внутренних состояний автомата.

Алгоритм автоматизации преобразования КА в СП.

С целью разработки программного обеспечения, алгоритм подробно описан в виде блок-схемы, чтобы пользователи могли попробовать разные реализации (рис.1).

C++ – популярный в мире кроссплатформенный объектно-ориентированный язык программирования, который можно использовать для создания высокопроизводительных приложений, компьютерных программ. C++ является переносимым и дает четкую структуру программам, позволяет повторно использовать код. Учитывая эти возможности программная реализация алгоритма выполнена на C++ [6].

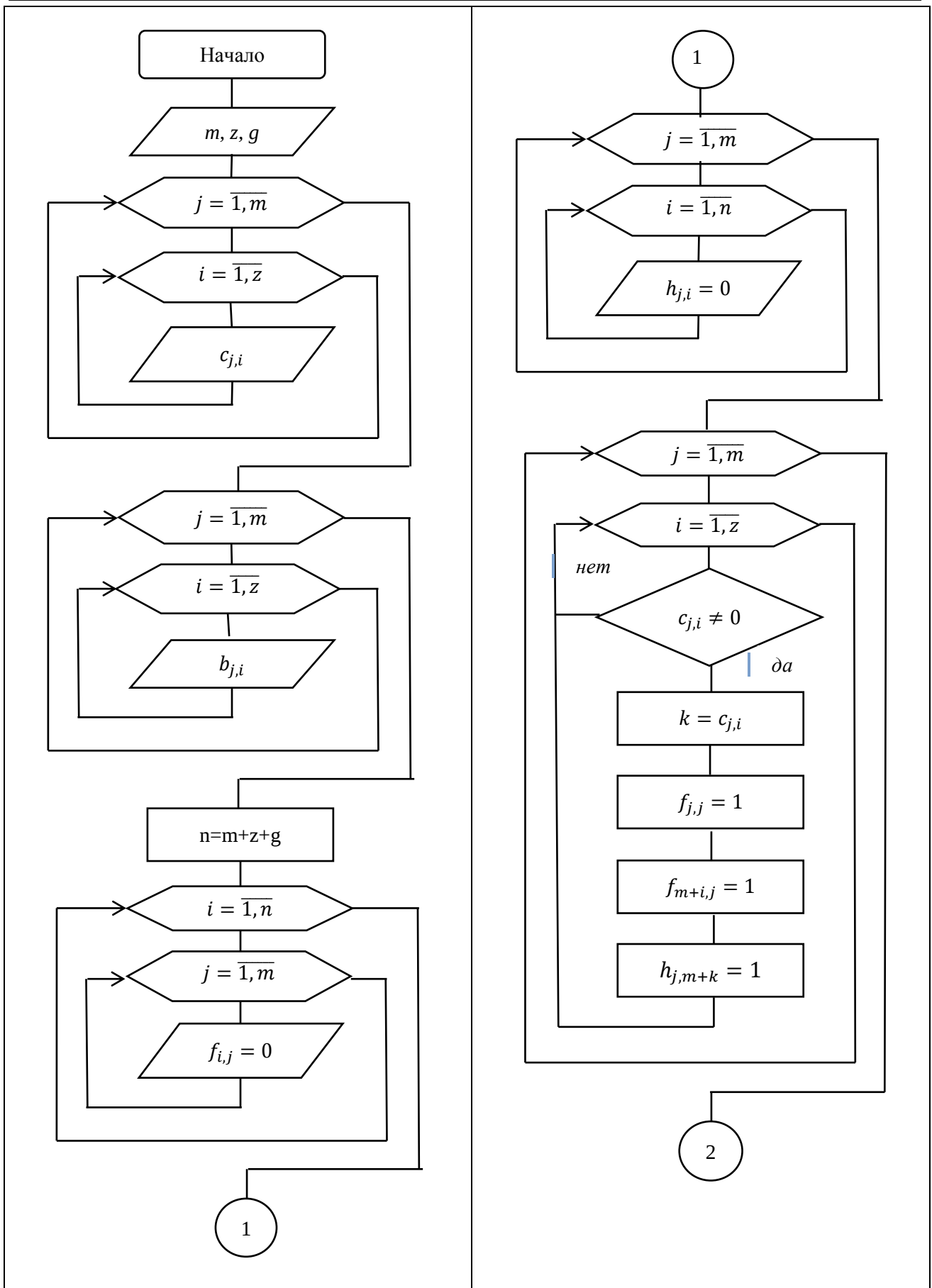


Рис.. Алгоритм автоматизации преобразования КА в СП

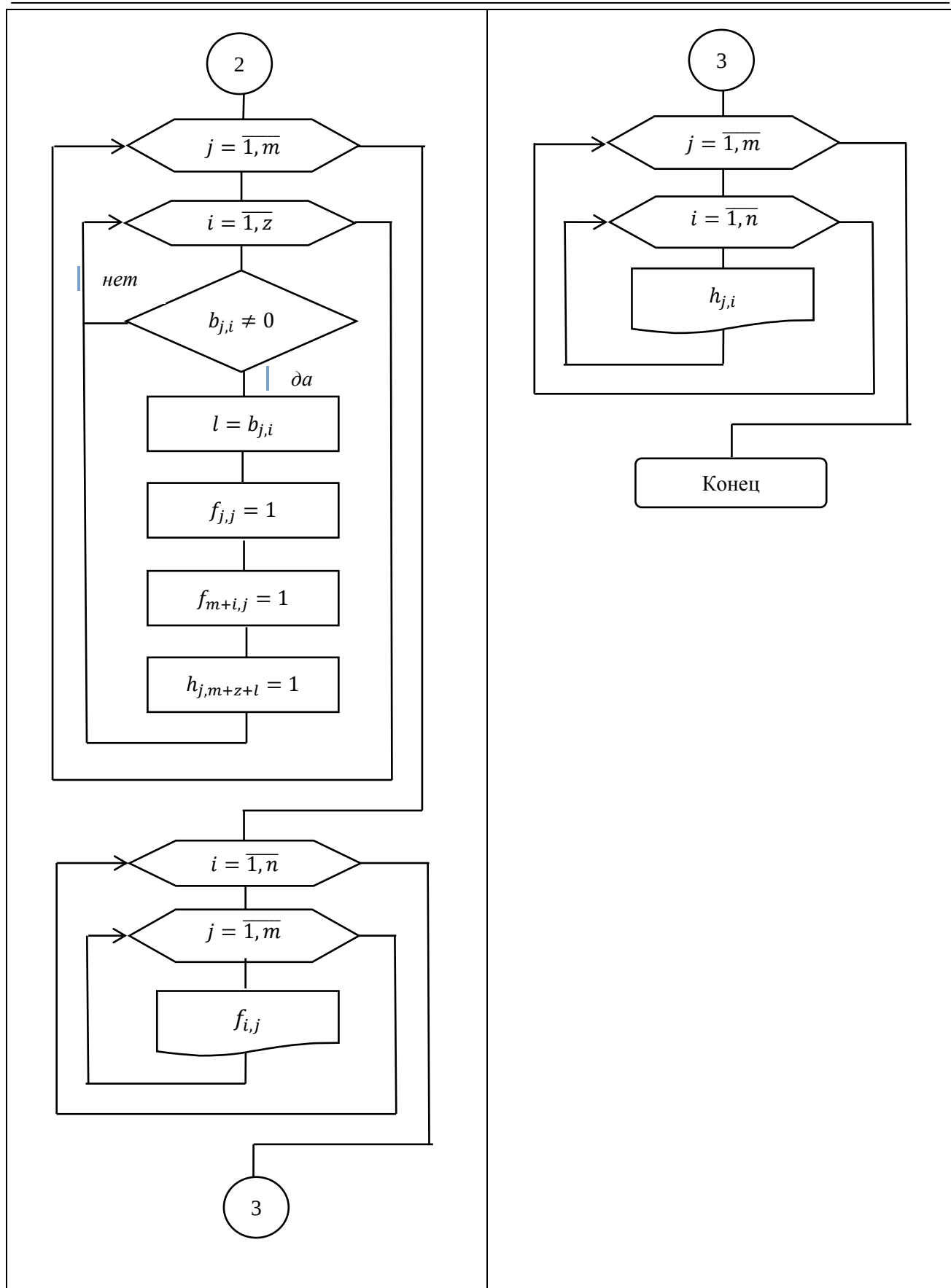


Рис. (продолжение). Алгоритм автоматизации преобразования КА в СП

Листинг программы:

```

#include <iostream>
#include <conio.h>
using namespace std;
int main ()
{
    // Объявление индексов
    int i,j,k,l;
    // Определение чисел входных сигналов,
    // внутренних состояний и выходных сигналов
    int m,z,g;
    cout<<"Vvoditechislovxodnixsignalov"<<"\n";
    cin>>m;
    cout<<"Vvoditechislovnutrennixsostoyaniy"<<"\n";
    cin>>z;
    cout<<"Vvoditechislovxodnixsignalov"<<"\n";
    cin>>g;
    int n=m+z+g;
    // Определение матриц переходов и выходов
    int C[m][z],B[m][z],F[n][m],H[m][n];
    // Ввод элементов матрицы переходов
    cout<<"Vvoditeelementovmatritsiperoxodov"<<"\n";
    for(j=1;j<=m;j++)
    for(i=1;i<=z;i++){
        cin>>C[j][i];
    }
    // Ввод элементов матрицы выходов
    cout<<"Vvoditeelementovmatritsivixodov"<<"\n";
    for(j=1;j<=m;j++)
    for(i=1;i<=z;i++){
        cin>>B[j][i];
    }
    // Вывод на печать элементов матрицы переходов
    cout<<"Matritsaperoxodov"<<"\n";
    for(j=1;j<=m;j++){
    for(i=1;i<=z;i++)
    {cout<<C[j][i]<<" ";}
    cout<<"\n\n";}
    // Вывод на печать элементов матрицы выходов
    cout<<"Matritsavixodov"<<"\n";
    for(j=1;j<=m;j++){
    for(i=1;i<=z;i++)
    {cout<<B[j][i]<<" ";}
    cout<<"\n\n";}
    // Обнуление элементов матрицы входных инцидентов сети Петри
    for(i=1;i<=n;i++)
    for(j=1;j<=m;j++){
        F[i][j]=0;
    }
    // Обнуление элементов матрицы выходных инцидентов сети Петри
    for(j=1;j<=m;j++)
    for(i=1;i<=n;i++){

```

```

H[j][i]=0;}
// Вычисление элементов матрицы входных инцидентов сети Петри
for(j=1;j<=m;j++)
for(i=1;i<=z;i++){
if(C[j][i]!=0){
k=C[j][i];F[j][j]=1; F[m+i][j]=1; H[j][m+k]=1;}}
// Вычисление элементов матрицы выходных инцидентов сети Петри
for(j=1;j<=m;j++)
for(i=1;i<=z;i++){
if(B[j][i]!=0){
l=B[j][i]; F[j][j]=1;F[m+i][j]=1; H[j][m+z+l]=1;}}
// Вывод на печать матрицы входных инцидентов сети Петри
cout<<"Matritsavxodnixinsidensiyceti Petri"<<"\n";
for(i=1;i<=n;i++){
for(j=1;j<=m;j++)
cout<<F[i][j]<<" ";
cout<<"\n\n";}
// Вывод на печать матрицы выходных инцидентов сети Петри
cout<<"Matritsavixodnixinsidensiyceti Petri"<<"\n";
for(j=1;j<=m;j++){
for(i=1;i<=n;i++)
cout<<H[j][i]<<" ";
cout<<"\n\n";}
return 0;}

```

На примере рассмотрена модель КА с внутренними состояниями $X = (x_1, x_2, x_3)$ (число внутренних состояний $z = 3$); входными сигналами $U = (u_1, u_2, u_3)$ (число входных сигналов $m = 3$); выходными сигналами $Y = (y_1, y_2, y_3)$: (число выходных сигналов $g = 3$). Функции перехода и выхода задаются следующими преобразованиями:

$$\begin{cases} \varphi: (x_1, u_3) \rightarrow x_2; \\ \varphi: (x_2, u_1) \rightarrow x_3; \\ \varphi: (x_3, u_2) \rightarrow x_1. \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \psi: (x_1, u_3) \rightarrow y_2; \\ \psi: (x_2, u_1) \rightarrow y_1; \\ \psi: (x_3, u_2) \rightarrow y_3. \end{cases} \quad (4)$$

Таблицы переходов и выходов автомата, заданного функциями перехода (3) и выхода (4) представлены в таб. 1.(а) и 1.(б).

Таблица .

Таблицы переходов (а) и выходов (б) автомата.

	x_1	x_2	x_3
u_1	ε	x_3	ε
u_2	ε	ε	x_1
u_3	x_2	ε	ε

а)

	x_1	x_2	x_3
u_1	ε	y_1	ε
u_2	ε	ε	y_3
u_3	y_2	ε	ε

б)

Соответственно (1) и (2) матрицы переходов и выходов имеют вид:

$$C(3,3) = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \end{bmatrix}, B(3,3) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \\ 2 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

В результате выполнения программного модуля соответственно матрицы входных и выходных инцидентов СП $F(n, m) = \{f_{i,j}\}$ и $H(m, n) = \{h_{j,i}\}$, (где $i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}; m = 3; z = 2; g = 2; n = m + z + g = 9$.) формируются в нижеследующих видах:

$$F(9,3) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, H(3,9) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Заключение. Разработан программный модуль преобразования конечного автомата (КА) в сети Петри (СП). Проведенные компьютерные эксперименты доказывают достоверность разработанного алгоритма и программного модуля. Предложенное программное обеспечение может быть полезным при анализе проектированных с применением КА дискретных систем, особенно при больших размерностях входных, выходных сигналов и внутренних состояний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брауэр В. Введение в теорию конечных автоматов. М.: Радио и связь, 1987, 392 с. <https://www.twirpx.com/file/2576720/grant/>
2. Колкер А.Б., Ливенец Д.А., Кошелева А.И., Жмудь В.А. Исследование вариантов создания интеллектуальных систем робототехники на базе одноплатных компьютеров и свободных операционных систем // Автоматика и программная инженерия. № 1. 2012, с. 84-98
3. Мухопад Ю.Ф. Анализ и синтез управляющих автоматов сложных технических систем. XII всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014, 16-19 июня, М., 2014, с.7295-7306
4. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. М.: Мир, 1984, 264 с.
5. Ахмедов М.А., Гусейнзаде Ш.С., Насирова Е.А. Разработка алгоритма автоматизации преобразования конечного автомата в сеть Петри // Автоматизация. Современные технологии. т. 73. №3. 2019, с.108-112
6. C++ Tutorial. <https://www.w3schools.com/cpp/>

XÜLASƏ

SONLU AVTOMATIN PETRİ ŞƏBƏKƏSİNƏ ÇEVİRİLMƏSİNİN AVTOMATLAŞDIRILMASININ PROQRAM TƏMİNATININ İŞLƏNMƏSİ

Hüseynzadə Ş.S.

Açar sözlər: Petri şəbəkəsi, sonlu avtomat, insidentlik matrisi, keçid və çıxış cədvəlləri, C++.

Petri şəbəkəsinin (PŞ) sonlu avtomata (SA) çevrilməsinin avtomatlaşdırılması prosesinin kompüter reallaşdırılması təklif olunur. Proqram modulu, blok sxem şəklində ətraflı alqoritm əsasında krossplatformalı obyektynömlü C ++ proqramlaşdırma dilində işlənmişdir. Proqram modulunun alqoritmı və listingi təqdim olunur. İnteraktiv rejimdə SA-nın keçid və çıxış matrisləri daxil edilir, proqramın icrası nəticəsində əldə

edilən SA-nı simulyasiya edən PŞ-nin giriş və çıxış hadisələrinin insidentlik matrisləri hesablanaraq xaric edilir.

SUMMARY
AUTOMATION SOFTWARE DEVELOPMENT FOR TRANSFORMATION
OF THE FINITE AUTOMATA INTO PETRI NET
Huseynzade Sh.S.

Key words: *Petri net, finite automata, incidence matrix, transition and output tables, C++.*

A computer implementation of the process of automation the transformation of the finite automata (FA) into Petri Net (PN) is proposed. The software module is developed by the cross-platform object-oriented programming language C ++, based on a detailed algorithm in the form of a block diagram. The algorithm and listing of the program module are presented. In the interactive mode, the matrices of transitions and outputs of the finite automata are entered, the matrices are displayed of input and output incidents of the PN which simulates the finite automata, obtained as a result of the execution of the program.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	24.07.2020
	Son variant	16.09.2020

UOT 519.71

ÇEVİK İSTEHSALAT SİSTEMİNİN İDARƏETMƏ FUNKSİYALARININ BİLİKLƏRİN MÜXTƏLİF TƏSVİR ÜSULLARI İLƏ MODELLƏŞDİRİLMƏSİ MƏSƏLƏLƏRİ

NƏSİROVA ELMİRA ƏLİŞ qızı*Sumqayıt Dövlət Universiteti, assistent
e-mail*

Açar sözlər: çevik istehsalat sistemi, Petri şəbəkəsi, idarəetmə alqoritmi, məntiqi model.

Məlum olduğu kimi, inkişaf etmiş ölkələrin iqtisadiyyatının inkişafını təmin edən sahələr iri istehsalat korporasiyalarının müəssisələridir. [1] Müxtəlif istehsal növlərini birləşdirən bu müəssisələrdə yüksək məhsuldarlıqla keyfiyyəti məhsullar istehsal olunur və dünyanın bütün ölkələrinə satılır. Lakin son dövrlərdə meydana gələn yüksək innovativ informasiya, kompüter, mexatronika və idarəetmə texnologiyaları istehsal müəssisələrinin yenidən qurulması, rekonstruksiyası, modernləşdirilməsi və xüsusilə texnoloji proseslərin yeni prinsiplərlə idarə edilməsi kimi məsələlər nəzəri araşdırmalara, tədqiq və praktiki tətbiqetməyə əsas verir.

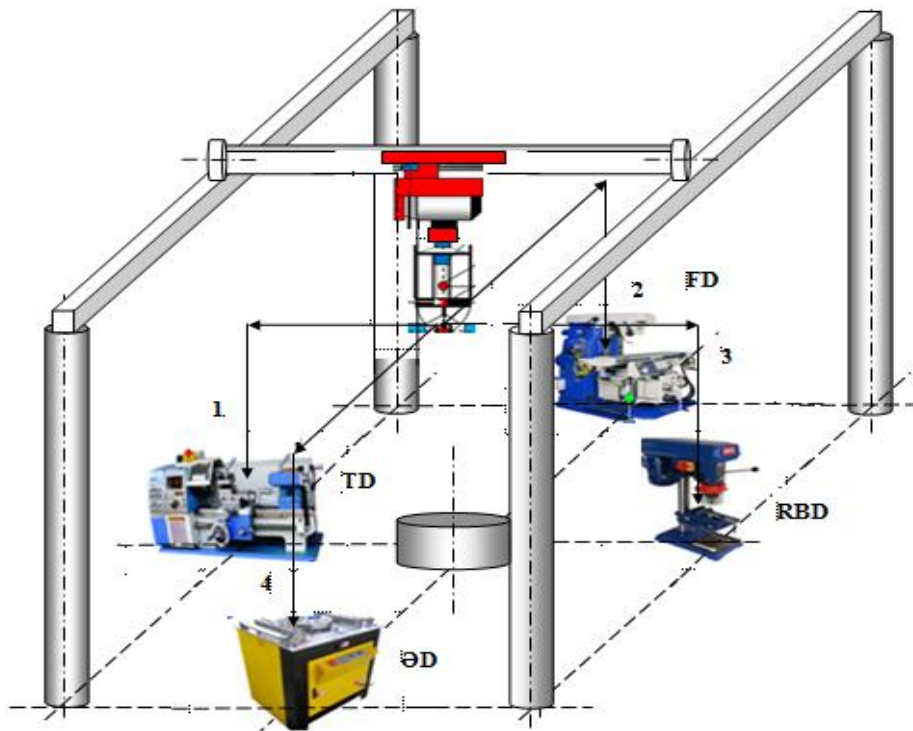
İri istehsalat korporasiyalarının geniş tətbiq olunan müəssisələrindən biri mürəkkəb xarakterli çevik istehsalat sistemləri (ÇİS) hesab olunur. Bu tip mürəkkəb texniki sistemin işlənməsi prosesini səmərəli həyata keçirilməsi üçün çoxmərhləli informasiya axtarışı, layihə variantlarının seçilməsi, idarəetmə prosesinin tədqiqi və modelləşdirilməsi, kompüter eksperimentləri ilə yoxlanılması kimi məsələlər araşdırılmalı və tətbiq olunmalıdır [2, 3]. Bununla əlaqədar olaraq, məqalənin məqsədi və əsas tədqiqat məsələləri müəyyən edilir.

Məqalənin məqsədi və əsas tədqiqat məsələləri. Məqalənin məqsədi – mexaniki emal edən çevik istehsalat modulunun misalında onun texnoloji əməliyyatlarının funksional və kinematik təhlili əsasında idarəetmə prosesinin Petri şəbəkəsi ilə tədqiq edilməsidir. Məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələlərə baxılır:

1. Maşınqayırma sənayesinə dair mexaniki yığım çevik istehsalat sexinin ümumi quruluş sxeminin 2 və 3 ölçülü qrafik təsvir şəklində qurulması;
2. Çevik istehsalat sexinin modullarının funksional təhlili üçün biliklər bazasının yaradılması;
3. Çevik istehsalat sexinin modulunun idarəetmə alqoritminin qurulması və Petri şəbəkəsi ilə tədqiq edilməsi.

ÇİS-in kompanovka sxeminin qurulması. ÇİS-in tərkibinə daxil olan çevik istehsalat modulları (ÇİM) müxtəlif təyinatlı manipulyasiya, intellektual nəzarət, mexaniki emal, yığım, kəsmə, qaynaq və s. texnoloji əməliyyatlar yerinə yetirir. Texnoloji avadanlıqlara xidmət edən aktiv elementlərdən biri manipulyator hesab olunur ki, onun funksiyalarının avtomatlaşdırılmış nəzarət (texniki görmə sistemi ilə) və idarəetmə sistemi ilə təmin olunur. Tədqiqat obyekti seçilmiş mexaniki yığım ÇİS-in dəzgahlarının kompanovka sxemi 3d şəklində təklif edilir (Şək.1). ÇİS-də dörd ÇİM_i fəaliyyət göstərir:

1. Torno dəzgahının modulu (TDM₁);
2. Frez dəzgahının modulu (FDM₂);
3. Radial burma dəzgahının modulu (RBDM₃);
4. Əymə dəzgahının modulu (ƏDM₄).



Şəkil 1. Mexaniki yığım təyinatlı ÇİS-in 3d komponovka sxemi

Üçölçülü şəkildə kran manipulyator (KM) ÇİS-də TDM₁, FDM₂, RBD₃, ƏDM₄-in xidmətəmə əməliyyatları şəkl. 2-dəki kimi təsvir olunur. Tətbiq olunan mexaniki yığım çevik istehsalat modulunda üç sərbəstlik dərəcəsi olan AM planlaşdırılmış trayektoriya ilə manipulyasiya obyektini – tərtibatı (MO-T) ardıcıl olaraq dəzgahlara (D_i, $i = \overline{1,4}$) - ÇİM-lərə yükləyir. KM-in hərəkət trayektoriyasını təhlil etmək üçün məntiqi ifadələrdən ibarət olan məntiqi model qurulur. Dörd sərbəstlik dərəcəsi olan KM-in irəli-geri və aşağı-yuxarı yerdəyişmə hərəkətləri vardır. ÇİS-də bütün ÇİM-lərə asma xidmət edir. Texnoloji xəttə KM-in etibarlı idarəetmə alqoritmini və avtomatlaşdırma sxemini işləmək üçün modelləşdirmə məsələlərinin həlli vacibdir.

ÇİS-in texnoloji prosesinin funksional təhlili. ÇİS-in texnoloji prosesinin funksional təhlilini aparmaq üçün məntiqi modelləşdirmə üsulundan istifadə olunur. Məntiqi predikatlar hesablanması dilində ÇİS-in funksional fəaliyyəti aşağıdakı düsturla təsvir olunur [2]:

($\forall P_i$ KM -in texnoloji əməliyyatları)

($\forall x_i \in \text{ÇİS-in aktiv elementləri}$)

$[(P_1=\text{əməliyyat 1}) \vee (P_2=\text{əməliyyat 2}) \vee \dots \vee (P_4=\text{əməliyyat } n)]$ (1)

İstehsalat modulunda KM və dəzgahların əməliyyatlarının ardıcılığı

(son (əməliyyat i) < baş (əməliyyat $i+1$)) (2)

kimi təsvir olunur.

Tətbiq olunan ÇİS-in mexaniki dəzgahlarına xidmətəmə prosesi xətti hərəkət trayektoriyası ilə təmin olunur. ÇİS-in texnoloji əməliyyatlarına uyğun idarəetmə alqoritmi qurulur və kompüter eksperimentləri ilə yoxlanılır. Tədqiqat prosesi bir istehsalat modulunun (TDM₁) misalında aparılır [3].

İstehsalat xəttində (İX) silindrik tipli mexaniki hissə (STMH) mövqeləşdirici manipulyator (MM) mövqeləşir. Mövqeləşən silindrik tipli mexaniki hissə kran manipulyatorun (KM) köməyi ilə götürülür və torno dəzgahına yerləşdirilir. Burada detalın yonması əməliyyatı baş verərək, son məhsulun hazırlanması prosesi icra olunur. Yonma əməliyyatı sona çatdıqdan sonra 1 kran manipulyator hazır detalı tutaraq, onu hazır məhsulların saxlanması zonasına yerləşdirir.

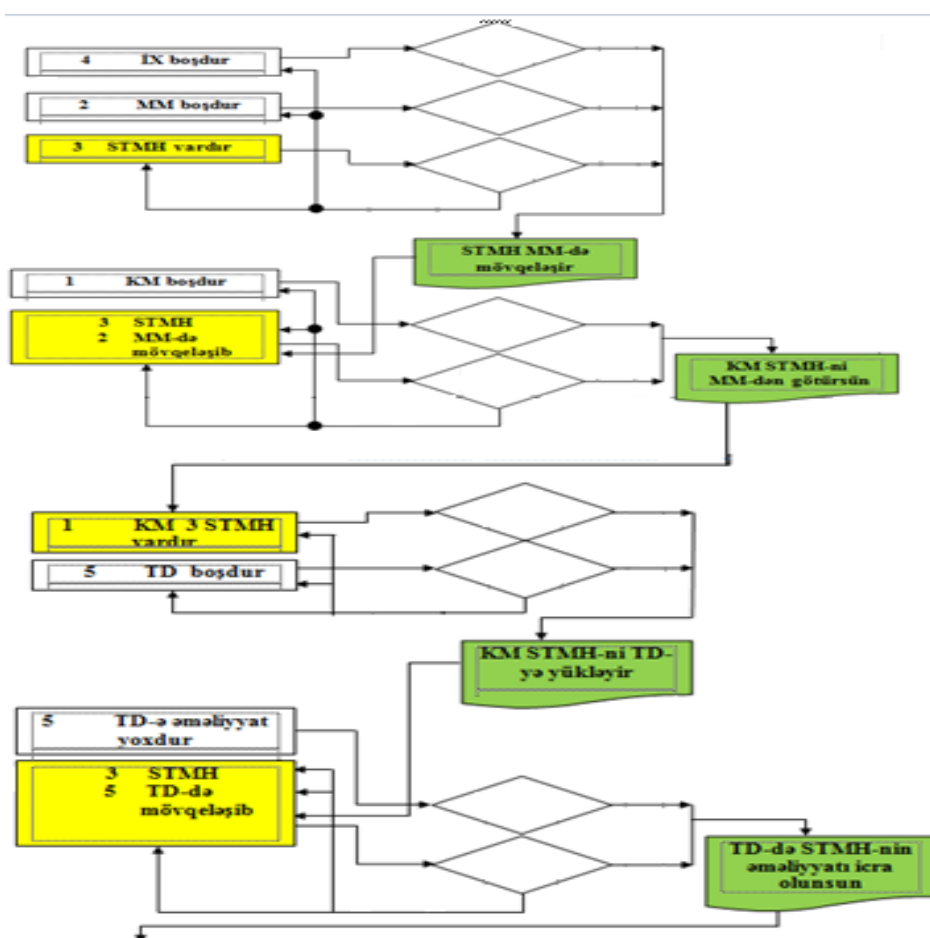
ÇİS-in idarəetmə alqoritminin blok-sxeminin qurulması və Petri-şəbəkəsi ilə tədqiqi. ÇİS-in TDM₁-istehsalat xəttinin işini əks etdirən idarəetmə alqoritminin blok-sxemi şəkl. 2-də

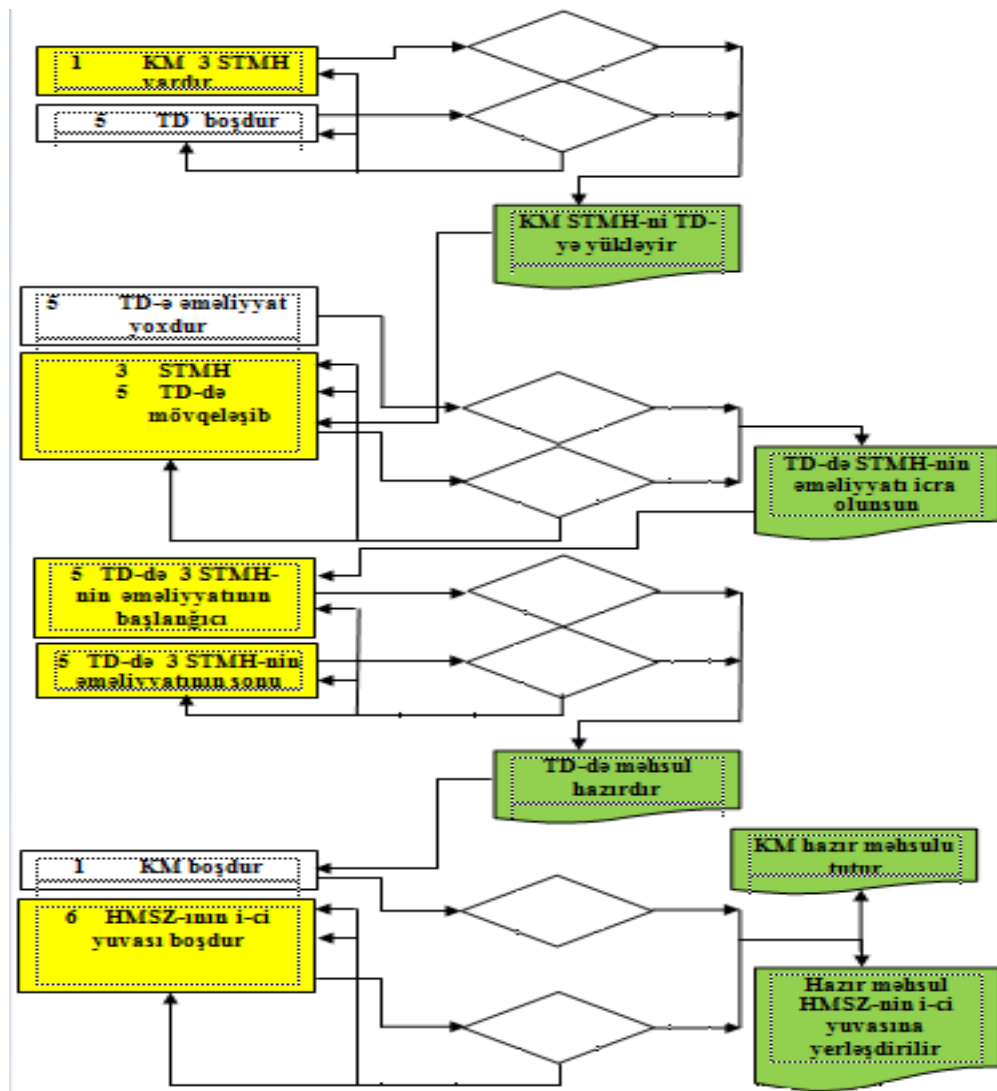
göstərilir. Blok-sxemdən göründüyü kimi istehsalat xəttinin texnoloji prosesinin təsviri 6 mərhələdə verilir:

- 1-ci mərhələdə silindrik tipli mexaniki hissə mövqeləşdirici manipulyatorda mövqeləşir;
- 2-ci mərhələdə kran-manipulyator silindrik tipli mexaniki hissəni tutaraq, torno dəzgahının mövqeyinə hərəkət edir;
- 3-cü mərhələdə kran-manipulyator silindrik tipli mexaniki hissəni torno dəzgahına yükləyir;
- 4-cü mərhələdə torno dəzgahında silindrik tipli mexaniki hissənin yonma əməliyyatı yerinə yetirilir;
- 5-ci mərhələdə kran-manipulyator hazır məhsulu torno dəzgahından götürür;
- 6-cı mərhələdə kran-manipulyator hazır məhsulu hazır məhsulun saxlanılması zonasının i-ci yuvasına yerləşdirir.

Petri şəbəkəsinin elementləri və texnoloji prosesinin mərhələləri arasında uyğunluq müəyyən edək. [2] Onda qəbul edək ki, $P_0...P_6$ mövqeləri – istehsalat xəttinin texnoloji əməliyyatlarına uyğundur; $t_1...t_n$ keçidləri vaxt gecikmələridir.

Burada t_2, t_3, t_4, t_6, t_7 keçidləri o vaxt icra olunur ki, bütün texnoloji əməliyyatların yerinə yetirilməsi əlaqələri həyacan halını alır. Vaxt asılılığına görə qeyd etmək lazımdır ki, TDM_1 istehsalat xəttinin taktını təmin etmək üçün hər bir istehsalat modulunda (STMH-nin mövqeləşdirilməsi modulu, torno dəzgahının modulu, hazır məhsulların saxlanması modulu) vaxt keçidləri və kran-manipulyatorun hərəkət trayektoriyasına uyğun vaxt keçidləri kəsişməməlidir (yəni sinxronluq prinsipi təmin olunmalıdır).





Şəkil 2. TDM₁-in texnoloji prosesi əks etdirən alqoritminin blok-sxemi

Texnoloji əməliyyatların mərhələlərinə uyğun keçidlər müəyyən edilir:

t_1 - silindrik tipli mexaniki hissəsinin mövqələşdirici manipulyatorada mövqələşməsi keçididir (vaxtıdır);

t_2 - kran-manipulyator tərəfindən silindrik tipli mexaniki hissənin tutulması keçididir;

t_3 - kran-manipulyator tərəfindən silindrik tipli mexaniki hissənin torno dəzgahının işçi zonasına hərəkətinin keçididir;

t_4 - kran-manipulyator tərəfindən silindrik tipli mexaniki hissənin torno dəzgahına yüklənməsi keçididir;

t_5 - torno dəzgahında silindrik tipli mexaniki hissənin yonma əməliyyatının keçididir; t_6 - kran-manipulyator tərəfindən yonulmuş silindrik tipli mexaniki hissənin torno dəzgahından götürülməsi keçididir;

t_7 - kran-manipulyator tərəfindən yonulmuş silindrik tipli mexaniki hissənin hazır məhsulun saxlanılması zonasının i-ci yuvasına yerləşdirilməsi keçididir.

Nəzərə alsaq ki, $P_0...P_6$ mövqələri – istehsalat xəttinin texnoloji əməliyyatlarına uyğundur, onda:

P_0 - silindrik tipli mexaniki hissənin mövqələşdirici manipulyatorada mövqələşməsi; P_1 - kran-manipulyatorun mövqələşdirici manipulyatorun işçi zonasında olması;

- P_2 - kran-manipulyatorun tutqacının açıq vəziyyətdə olması;
 P_3 – torno dəzgahının işsiz vəziyyətdə olması; P_4 – kran-manipulyator tərəfindən silindrik tipli mexaniki hissənin torno dəzgahının işçi zonasına çatdırılması;
 P_5 – silindrik tipli mexaniki hissənin torno dəzgahında mövqeləşdirilməsi;
 P_6 - kran-manipulyatorun torno dəzgahının işçi zonasından aralanması;
 P_7 – torno dəzgahında silindrik tipli mexaniki hissənin yonulmasının başa çatması;
 P_8 - kran-manipulyatorun torno dəzgahının işçi zonasına hərəkət etməsi;
 P_9 – kran-manipulyatorun tutqacının qapalı vəziyyətdə olması;
 P_{10} - kran-manipulyatorun torno dəzgahının işçi zonasından geri hərəkət etməsi;
 P_{11} – hazır məhsulun saxlanılması zonasının boş olması.

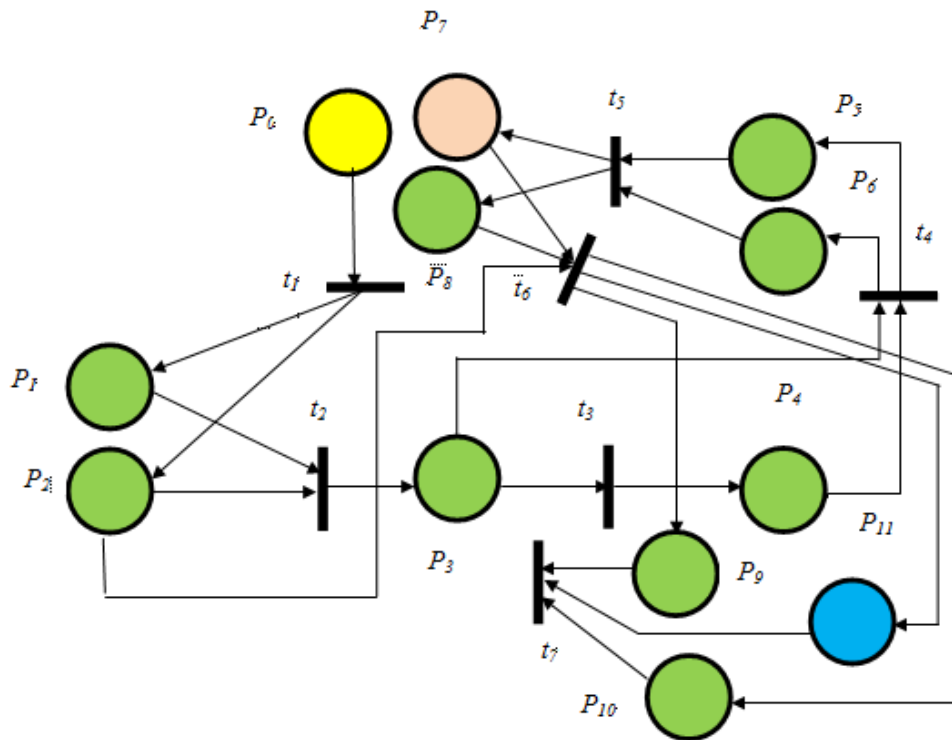
Modelləşdirmə məsələsini həll etmək üçün mərhələli şəkildə yuxarıda göstərilən alt məsələlər qrafik şəkildə [4] həll edilir (şək. 3).

P_i mövqelərini və t_j zaman keçidlərini nəzərə alaraq, TDM₁-in idarəetmə alqoritmi aşağıdakı mərhələlərdə qurulur.

1. Mexaniki yığım ÇİS-inin əsas biliklər bazasının produksiyalarının “Əgər...” implikasiyalarının şərtinə əsasən maskalanmış vektorlarının formalaşdırılması və əsas biliklər bazasının yazılışı həyata keçirilir.

2. Əsas biliklər bazasından işçi stek biliklər bazalarının generasiyası təmin olunur:

$$S_q : U P_i, q \in l.$$



Şəkil 3. TDM₁ istehsalat xəttinin taktını təmin edən Petri şəbəkəsi.

3. Seçilmiş stek biliklər bazasından oxunmuş produksiyanın qərar qəbuletmə blokuna, eyni zamanda həmin stekin ilkin ünvanına yazılışı realizə olunur.

4. Qərar qəbul etmə proseduruna əsasən maskalanmış vektoru ilə idarə obyektindən daxil olan v_j vektorunun uyğun elementləri üzərində $F = \overline{X_j} \vee \overline{V_j}$ məntiqi əməliyyatı yerinə yetirilir.

5. $F=1$ şərti ödənilərsə seçilmiş produksiyanın “Onda...” implikasiyasının icrası yerinə yetirilir (U_k), idarə obyektinin U_k icra mexanizminin idarə olunması təmin olunur.

6. İcranın yerinə yetirilməsinin təsdiqindən sonra $P(s)$ keçid funksiyasına əsasən stek işçi biliklər bazasına keçid yerinə yetirilir.

7. 3-cü addıma keçid təmin olunur.

Beləliklə, yuxarıda yazılmış idarəetmə alqoritmlərinin qurulması tələblərinə uyğun olaraq torno dəzgahının modulunun misalında TDM1-in idarəetmə alqoritmı produksiya üsulu ilə həyata keçirilir [5]:

Əgər (P_0 - silindrik tipli mexaniki hissə mövqeləşdirici manipulyatordadır);

Onda (t_1 - silindrik tipli mexaniki hissəsinin mövqeləşdirici manipulyatorda mövqeləşməsi keçidini icra etsin).

Əgər (P_1 - kran-manipulyator mövqeləşdirici manipulyatorun işçi zonasındadır);

Və (P_2 - kran-manipulyator tutqacı açıq vəziyyətdədir);

Onda (t_2 - kran-manipulyator tərəfindən silindrik tipli mexaniki hissəsinin tutulması keçidini icra etsin).

Əgər (P_3 - torno dəzgahı işləmirsə);

Onda (t_3 - kran-manipulyator tərəfindən silindrik tipli mexaniki hissəsinin torno dəzgahının işçi zonasına hərəkətinin keçidini icra etsin).

Əgər (P_4 - kran-manipulyator silindrik tipli mexaniki hissəni torno dəzgahının işçi zonasına çatdırıbsa);

Və (P_3 - torno dəzgahı işləmirsə);

Onda (t_4 - kran-manipulyator silindrik tipli mexaniki hissəni torno dəzgahına yüklənməsi keçidini icra etsin).

Əgər (P_5 - silindrik tipli mexaniki hissə torno dəzgahında mövqeləşibsa);

Və (P_6 - kran-manipulyator torno dəzgahının işçi zonasından aralanıbsa);

Onda (t_5 - torno dəzgahında silindrik tipli mexaniki hissənin yonma əməliyyatının keçidini icra etsin).

Əgər (P_7 - torno dəzgahında silindrik tipli mexaniki hissənin yonulması başa çatıbsa);

Və (P_8 - kran-manipulyator torno dəzgahının işçi zonasına hərəkət edsin);

Və (P_2 - kran-manipulyator tutqacı açıq vəziyyətdədirsə);

Onda (t_6 - kran-manipulyator tərəfindən yonulmuş silindrik tipli mexaniki hissəsinin torno dəzgahından götürülməsi keçidini icra etsin).

Əgər (P_9 - kran-manipulyator tutqacı qapalı vəziyyətdədirsə);

Və (P_{10} - kran-manipulyator torno dəzgahının işçi zonasından geri hərəkət edibsa);

Və (P_{11} - hazır məhsulun saxlanılması zonası boşdursa);

Onda (t_7 - kran-manipulyator tərəfindən yonulmuş silindrik tipli mexaniki hissənin hazır məhsulun saxlanılması zonasının i-ci yuvasına yerləşdirilməsi keçidini icra etsin).

Nəticə.

1. 3d şəkildə ÇİS-in ümumi kompanovka sxemi qurulmuşdur.

2. Məntiqi predikatların hesablanması dilində ÇİS-in funksional fəaliyyət alqoritmı yaradılmışdır.

3. ÇİS-in idarəetmə alqoritmının blok-sxemi qurulmuşdur.

4. Petri-şəbəkəsi ilə ÇİS-in idarəetmə alqoritmının fəaliyyət prosesinin kompüter tədqiqatı aparılmışdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Мазеин П. Г. Гибкий производственный модуль (ГПМ): Учебное пособие / [и др.]. – Челябинск: Южно-Уральский государственный университет, 2010, с.29
2. Nəsirova E.Ə. Çevik istehsal sisteminin kompleks şəkildə idarə edilməsi alqoritmının Petri şəbəkəsi ilə təsviri / Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, 2016, s. 266-268
3. Məmmədov C.F., Nəsirova E.Ə., Əhmədova S.M. TWIDO Kontrolləri vasitəsilə manipulyatorun etibarlı idarəetmə sisteminin yaradılması // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. c.12. №2. Sumqayıt: Sumqayıt Dövlət Universiteti, 2012, s. 80-82

4. Гусейнзаде Ш.С., Насирова Э.А. Создание структурных элементов сети Петри имитирующей конечного автомата / Материалы международной научной конференции «Теоретические и прикладные проблемы математики». 25-26 мая, Сумгаит, 2017, с.215-216.
5. Nəsirova E.Ə. Texnoparkın çevik mexaniki yığım istehsalat sahəsinin funksioanal tədqiqat alqoritminin semantik şəbəkə sxeminin qurulması / “İnformasiya sistemləri və texnologiyalar: nailiyyətlər və perspektivlər” mövzusunda elmi konfransın materialları, Sumqayıt, 15-16 noyabr, Sumqayıt, 2018.

РЕЗЮМЕ
ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФУНКЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ ГИБКОЙ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМОЙ РАЗЛИЧНЫМИ ОПИСАТЕЛЬНЫМИ
МЕТОДАМИ ПОЗНАНИЯ
Насирова Э.А.

Ключевые слова: *гибкая производственная система, сеть Петри, алгоритм управления, логическая модель*

В процессе построения гибких производственных систем на основе сравнительного анализа проблем управления конкретного объекта исследования – модуля для механической сборки, была поставлена цель исследования и определены основные задачи по функциональному исследованию его системы управления. Была построена компоновочная схема объекта исследования в 3-х мерном виде.

На основе функционального анализа гибкой производственной системы была создана блок-схема управления. С помощью сети Петри проанализировав операции по управлению объекта исследования, обеспечены принципы эффективности и производительности.

SUMMARY
MODELING PROBLEMS OF FLEXIBLE PRODUCTION SYSTEM MANAGEMENT
FUNCTIONS USING VARIOUS DESCRIPTIVE METHODS OF COGNITION
Nasirova E.A.

Key words: *flexible manufacture system, Petri net, control algorithm, logical model*

In the process of building flexible manufacture systems on the basis of a comparative analysis of the control problems of a specific research object - a module for mechanical assembly, the research goal was set and the main tasks for the functional research of its control system were defined. The layout of the object of study in a 3-dimensional form was built.

On the base of functional analysis of the flexible manufacture system, a block-scheme was created. By means of the Petri net, after analyzing operations for controlling the object of research, the principles of efficiency and productivity were ensured.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	05.07.2019
	Son variant	16.12.2019

UOT 681.5

PETRİ ŞƏBƏKƏSİ İLƏ İDARƏETMƏ SİSTEMİNİN MODELLƏŞDİRİLMƏSİ VƏ KORPORATİV ŞƏBƏKƏDƏ TƏTBİQİ

ƏLİYEVƏ ARZU QABİL qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, assistent

arzu_081966@mail.ru

Açar sözlər: ali təhsil müəssisəsi, texnopark, Petri şəbəkəsi, avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi, korporativ şəbəkə

Ali təhsil müəssisələrində (ATM) tətbiq olunan texnoloji parklar həmin müəssisələrin iqtisadi inkişafını, professor-müəllim heyətinin sosial vəziyyətinin daha da yaxşılaşdırılmasını təmin edən, innovativ prinsiplərlə işləməyə imkan verən qurumlardan biridir [1]. İrимиqyaslı, mürəkkəb quruluşlu, çox saylı qarşılıqlı informasiya, texnoloji əlaqəli texnoparkın və istehsalat müəssisəsinin kompleks idarə edilməsi üçün nəzəri, kompüter tədqiqatların aparılması elmi cəhətdən aktual məsələlərdən biri hesab olunur. ATM-də texnoparkın istehsalat müəssisəsində innovativ layihələrin hazırlanmasının, sınaqlarının və istehsalının idarə edilməsi üçün texnoloji prosesin səmərəli avtomatlaşdırılması tələb olunur. Bununla əlaqədar olaraq, məqalədə baxılan məsələ texnoparkın avtomatlaşdırılmış istehsalat sahəsinin Petri şəbəkəsi əsasında funksional təhlilini aparmaq, proqram aləti ilə kompüter eksperimentlərini keçirərək, səmərəli, etibarlı və məhsuldar avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin (AİS) qurulmasına həsr edilib.

Texnoparkın fəaliyyət göstərən avtomatlaşdırılmış müəssisənin AİS-in layihələndirmə prosesi alqoritmik planlaşdırma, proqramla eksperimentlərin aparılması və AİS-in korporativ şəbəkə ilə analiz edilməsi mərhələlərindən ibarətdir [2, 3].

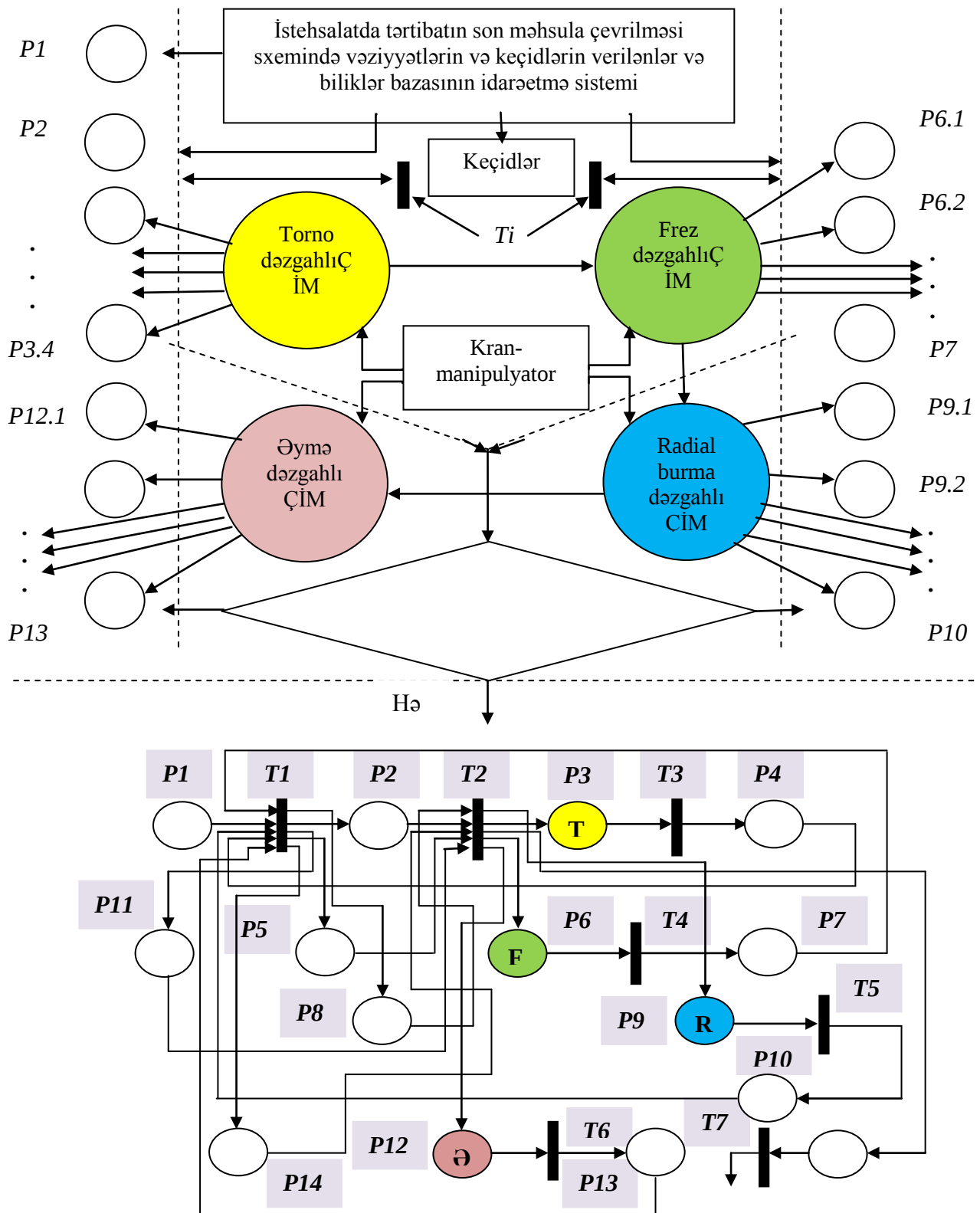
Birinci mərhələdə istehsalatın texnoloji əməliyyatlarını planlaşdırmaq üçün Petri şəbəkənin proqram prosedurlarının təsvir etmə prinsipinə əsaslanmaq lazımdır [4]. AİS-in planlaşdırma alqoritmində P_i vəziyyətlər ardıcılıqları və T_i keçidləri təyin olunur. Petri şəbəkəsinin proqram təminatının qurulması prosesində AİS-in funksional təhlili əsasında hər bir istehsal modulunun texnoloji əməliyyatlarının P_i vəziyyətləri çevrə, T_i keçidləri isə düzbucaqlı ensiz şəkildə çəkilir (şəkl.1). Həmin elementlər Petri şəbəkəsinin proqram interfeysinin menyu blokundan seçilir. P_i vəziyyətləri və T_i keçidləri arasında istiqamətləndirici xətlər tətbiq olunur.

T_i keçidləri arasında tərtibatın və hazır məhsula çevrilmə prosesinin AİS-də vəziyyətlərinin qiymətlərindən asılı olaraq Petri şəbəkəsinin işçi sahəsində qrafik rejimdə AİS-in idarəetmənin qraf-sxeminin çəkilişi həyata keçirilir.

Verilənlər bazasında saxlanılan AİS-in hər bir modulunun texnoloji əməliyyatlar növləri, kran-manipulyatorun hərəkət trayektoriyasının ardıcılığı, onun kinematik, dinamik göstəriciləri Petri şəbəkəsinin P_i vəziyyətləri və T_i keçidləri ilə müəyyən edilir. P_i vəziyyətinə məxsus olan T_i keçidi arasında çıxış əlaqə olduqda, Petri şəbəkəsində $P_i \rightarrow T_i$ məntiqi əlaqəyə uyğun ardıcıl olaraq P_i -nin çevrə elementi, istiqamətləndirici ox və T_i keçidinin düzbucaqlı elementi birgə çəkilir. $T_i \rightarrow P_i$ əksəlaqə olduqda isə çəkiliş ardıcılığı dəyişilərək, qrafik elementlər çoxluğundan birinci T_i keçidinin, sonra istiqamətləndirici ox elementi və sonda P_i -nin çevrə elementi seçilir və işçi çəkiliş sahəsində tətbiq olunur.

Əgər idarəetmə alqoritmində təkrarlanan əməliyyatlarda T_i və ya P_i olarsa, onda həmin vəziyyətlərin və ya keçidlərin saxlanması şərti ilə istiqamətləndirici xəttin uyğun mövqeyə çəkilişi təmin olunur.

Tədqiq olunan texnoloji prosedə kran-manipulyatorun hərəkət trayektoriyası və onun tutqacının açılıb-bağlanılması əməliyyatları təkrarlanır. Ona görə AİS-in fəaliyyət alqoritmində texnoloji prosesin xüsusiyyətləri nəzərə alınaraq, Petri şəbəkəsinin qraf-sxemi qurulur.



Şəkil 1. AİS-in Petri şəbəkəsinin proqram interfeysi və qurulan qraf-sxemi

AİS-in idarəetmə prosedurlarının fəaliyyət alqoritminin proqram təminatını qurmaq üçün Petri şəbəkəsinin proqram interfeysinin menyu blokları aşağıdakı ardıcılıqla istifadə olunur [5]:

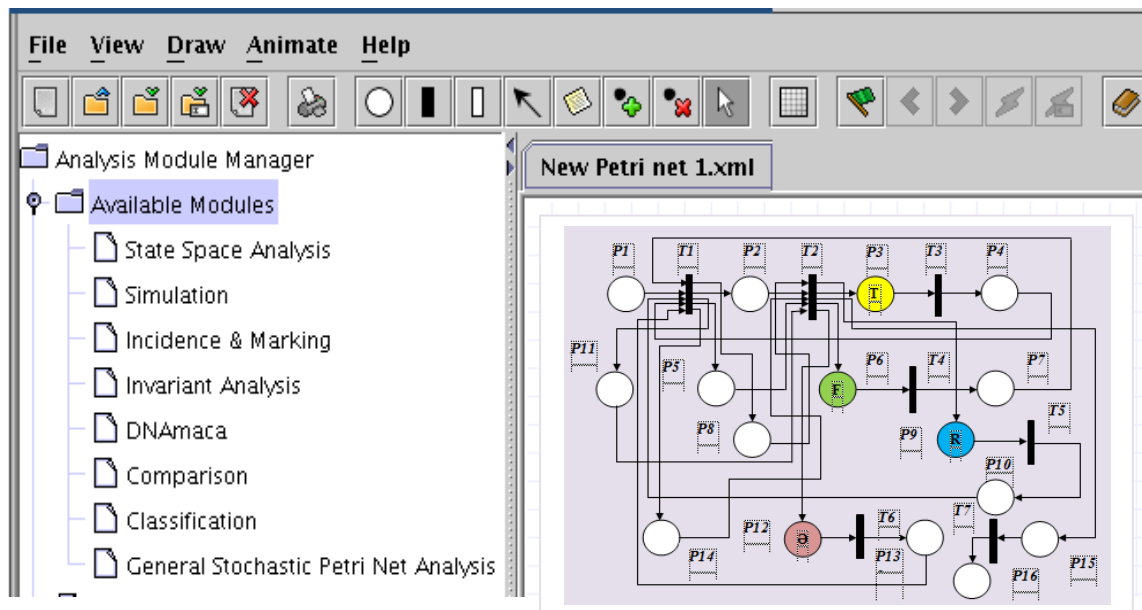
1. Qraf – sxemin çəkilişi üçün

- 1.1. [Add a place](#) (çevrənin əlavə edilməsi);
- 1.2. [Add a transition](#) (keçidin əlavə edilməsi);
- 1.3. [Add a timed transition](#) (zaman keçidinin əlavə edilməsi);
- 1.4. [Add an arc](#) (istiqamətləndirici qövsün əlavə edilməsi).

2. Qraf-sxemin təhlili üçün

- 2.1. [Invariant](#) (T və P invariantlarının nəticələrinin təhlili);
- 2.2. [Simulation](#) (Modelləşdirmənin təhlili);
- 2.3. [State Space](#) (Şəbəkənin təhlükəsizliyinin və yaşarlılığının təhlili);
- 2.4. [Classification](#) (Şəbəkənin təsnifatı: sadəliyi, markerləşməsi, quruluşunun seçilməsi);
- 2.5. [Incidence and Marking](#) (İnsidentlik matrislərinin qurulması və markerləşmə);
- 2.6. [General Stochastic Petri-Net Analysis](#) (Əsas stoxastik Petri şəbəkəsinin təhlili).

Petri şəbəkəsinin qurulması və nəticələrin təhlili üçün şəkl. 2-də proqram təminatının interfeysi təklif edilir. Proqram vasitəsi ilə qurulan şəbəkənin təsnifatını və ümumi təhlilini aparmaq mümkündür. KM-nın idarəedici funksiyalarına əsasən KM-nın idarəetmə proqramının funksional sxemi təklif edilir (şəkl. 3).



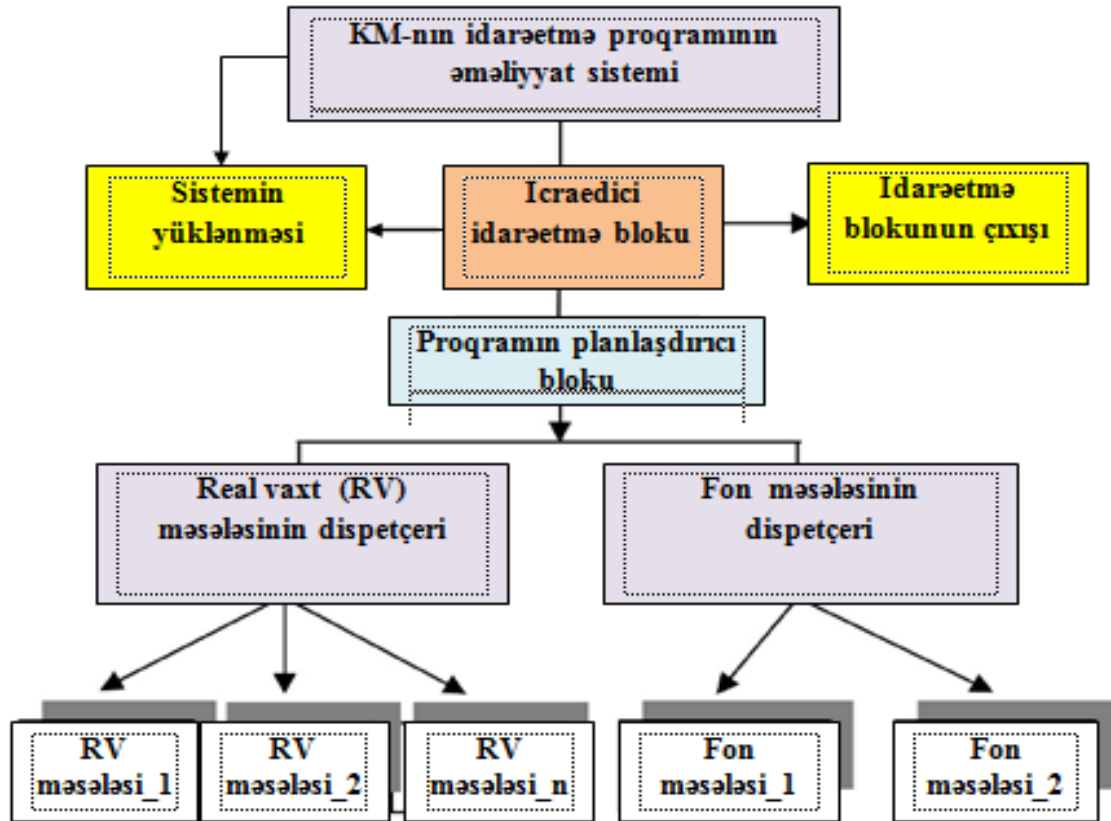
Şəkil 2. Petri şəbəkəsinin qurulması və nəticələrin təhlili üçün proqram təminatının interfeysi

İcraedici idarəetmə bloku KM-nın idarəetmə sisteminin aşağıdakı əməliyyatlarını təmin etməlidir: əməliyyat sisteminin yüklənməsi; planlaşdırıcı blokun işini; əməliyyat sisteminin çıxışı [6]. İcraedici idarəetmə blokunun işçi alqoritminin funksiyaları aşağıdakı ardıcılıqla həyata keçirilir:

- Ömrlər və müxtəlif verilənlər üçün lazım olan buferlər yaradılır;
- AİS-in istehsalat modullarının mövqelərindən və işçi zonalarından asılı olaraq, giriş parametrlər (P_i hadisələrinə və t_i keçidlərinə əsasən) daxil edilir;
- real vaxt və fon dispetçerlərin köməyi ilə planlaşdırılan əməliyyatlara nəzarət olunur;
- əməliyyat sisteminin sonunda real vaxt və fon rejimlərindən, sistemdən çıxış həyata keçirilir.

İcraedici idarəetmə blokunda əməliyyat sisteminin xidmətəmə sorğularının alqoritmi saxlanılır. Konkret tətbiq obyektinin texnoloji xüsusiyyətlərindən asılı olaraq, çeviklik prinsipi tətbiq etməklə sistemin işi təmin olunur.

Əməliyyat sisteminin planlaşdırıcı blokunun işi taymer qeydiyyatı ilə real vaxt dispetçerini aktivləşdirir. Modullar üzrə hesablayıcılar triggerlə (0 və ya 1 vəziyyəti ilə) təmin olunur.



Şək. 3. KM-in idarəetmə proqramının funksional sxemi

Kran-manipulyatorun idarəetmə sisteminin proqram vasitələrini kompleks şəkildə realizə etmək üçün proqramlaşdırılan məntiqi kontroller əsasında Twido proqram sisteminin seçilməsi meyarları müəyyənləşdirilir [7]:

1. İstismanın sadəliyi və rahatlığı:
 - Qurğu kompakt şəkildə bir gövdədə quraşdırılır.
 - 10 kompakt baza blokları vardır;
 - 10, 16, 24 və 40 giriş-çıkışlar;
 - sabit cərəyanda 24V, dəyişən cərəyanda 100...240V;
 - təminedicilərin protokollar Modbus, CANopen, Ethernet (40 giriş-çıkış üçün);
 - proqramlaşdırmanın həcmi – 2500 sətir instruksiyası;
 - qoşulma giriş-çıkış nöqtələri 200 mövqelərdə olur;
 - vaxt dövriliyi - 1000 instruksiyası 1.7 ms müddətində təmin olunur;
 - gövdənin qabarit ölçüləri - 70 x 95 x 90 mm.
2. Çeviklik
 - Analoqlu modullar istifadə olunur. Modulda analoqlu giriş və çıxışların artırılması hesabına səmərə əldə edilir.
 - Bütün kontrollerlər TwidoPort Ethernet interfeys modulunun köməyi ilə Ethernet şəbəkəsinə inteqrasiya olunur.

Kompakt baza bloklarına 40 girişli-çıkışlı (server və ya müştəri) TWDLCAE40DRF; TWDLCDE40DRF Ethernet portu daxildir.

- yerli idarəetmə üçün Modbus və CANopen istifadə olunur;
- yüksək məhsuldarlıq (Ethernet 10/100 Mbit/s əsasında Modbus/TCP);

-modem əsasında məsafədən idarəetmə təmin olunur.

3. İdarəetmənin səmərəliliyi

- CANopen sisteminin açıqlığı müxtəlif qurğularla verilənlərin yüksək sürətli mübadiləsi təmin olunur;

- Əlavə qoşulan ardıcıl port əsasında Modbus səmərəli işi təmin olunur.

Advantys OTB məsafəli giriş-çıxış modul əsasında vericilər və icra mexanizmlərinin verilənlərlə idarəetmə və mübadilə funksiyaları təmin olunur (informasiya kabellərinin köməyiylə). Yuxarıda qeyd olunan meyarlara əsasən yaradılan manipulyatorun avtomatlaşdırma sxemi PLC sistemi, intellektual vericilər altsistemindən, sistemi qidalandıran enerji blokundan və müəssisənin digər bölmələrlə korporativ əlaqəni təmin edən şəbəkə altsistemindən ibarətdir.

Proqramlaşdırılan məntiqi kontroller manipulyatorun xətti və fırlanma yerdəyişmə əməliyyatlarının idarəetmə funksiyalarını, manipulyatorun təhlükəsiz işçi zonasının qeyd olunmasını emal edir. İnduktiv vericilər manipulyatorun xətti və fırlanma yerdəyişmə əməliyyatlarının mövqələşdirilməsini, optik hissiyyat sensorları isə kənar müdaxilənin hesabına əməliyyatlarının dayandırılmasını təmin edir.

Çeviklik prinsipinə əsasən müxtəlif rejimlərdə kran - manipulyatorun yerdəyişmə parametrləri yoxlanılaraq sazlanmışdır. Manipulyatorun əməliyyatlarını avtomatlaşdırılmış şəkildə təmin etmək üçün TWIDO soft proqram sistemində idarəetmə sistemi işlənmişdir [8].

Tədqiqat obyekti olan mexaniki yığım AİS-in simsiz idarəetmə prosesini təmin etmək üçün UniFi-nin paylanma nöqtələrinin mövqe koordinatları təyin olunur. AİS-də lokal şəbəkə vasitəsilə koordinasiyalı idarəetmə sisteminin koordinat mövqeləri arasında məsafə ölçüləri 100÷150 m məsafələrində dəyişilir. UAP: 802.11n MIMO əsasən işləyən UniFi-nin təmin edə biləcək sürəti - 300Mb/san. Kabelsiz təsir radiusu - 120 m qəbul olunur.

AİS-in korporativ şəbəkəsinin ünvan sahəsi lokal şəbəkənin ünvanlarından və telekommunikasiya mərkəzi (TM) tərəfindən istifadə olunan rəsmi ünvanlardan təşkil olunur [9]. Dayaq şəbəkəsinə qoşulan kompüter, şəbəkə-sıra nömrəsinə malikdir. TM-nin köməyi ilə IP ünvanlar ayrılır, domen adları qeyd olunur və şəbəkənin marşrutları sazlanır.

AİS-in kompanovka quruluşuna əsasən istehsalat modullarının avtomatlaşdırılmış iş yerini (AİY_i) kabelsiz kanallarla birləşdirilir. AİS-in istehsalat modullarının korporativ şəbəkəsini təşkil etmək üçün IP-ünvanlaşma sxemini qurmaq tələb olunur [10].

AİS-in istehsalat modullarının ünvanlaşma ölçülərinin təyin edilməsi üçün modulların sayı və faiz təyin olunur:

<i>ÇİS-in istehsalat modullarının adları</i>		<i>İstehsalat modullarının sayı</i>	<i>Faiz (%)</i>
1	Torno dəzgahlı çevik istehsalat modulu _tdçim	1	20
2	Frez dəzgahlı çevik istehsalat modulu _fdçim	1	20
3	Radial burma dəzgahlı çevik istehsalat modulu _rbdçim	1	20
4	Əymə dəzgahlı çevik istehsalat modulu _ədçim	1	20
5	Hazır məhsulların saxlanması modulu _hmsm	1	20

Ünvan sahəsini təyin etməklə, hər bir istehsalat moduluna ehtiyat faiz dərəcələri müəyyən edilir. ÇİS-in modullarının sayının cəbri cəmi hesablanılır:

$$S_1 = \sum_{i=1}^5 \text{ÇİM}_i$$

Korporativ lokal şəbəkədə istifadə olunan IP ünvanları özəl hesab olunur. Ona görə də mexaniki yığım ÇİS-inin düyün nöqtələri üçün internet ünvanlarından 192.168.1.0÷192.168.1.44 civarında C sinifli IP ünvanlarından istifadə olunur.

Beləliklə, AİS-in avtomatlaşdırılmış iş yerlərini (7 düyün əsasında) korporativ lokal şəbəkə daxilində birləşdirərək, qarşılıqlı informasiya mübadiləsini təmin etmək üçün 192.168.0.25÷192.168.0.32 IP ünvanları müəyyən edilir. Lakin lokal şəbəkənin işinin etibarlılığını

və mobilliyini təmin etmək üçün ehtiyat şəbəkə düyünü və uyğun avtomatlaşdırılmış iş yeri istifadə olunmalıdır.

ÇİS-in istehsalat modulları	Ünvan sahəsinin faizi (%)	Düyün nöqtələrinin ünvanı	Şəbəkənin ünvanı
ÇİS-in TDM ₁ (DNÜ ^{tdçim})	15	0.0.0.25	192.168.1.
ÇİS-in FDM ₁ (DNÜ ^{fdçim})	15	0.0.0.26	192.168.1.
ÇİS-in RBDM ₁ (DNÜ ^{rbçim})	15	0.0.0.27	192.168.1.
ÇİS-in ƏDM ₁ (DNÜ ^{ədçim})	15	0.0.0.28	192.168.1.
ÇİS-in HMM ₁ (DNÜ ^{hmçim})	15	0.0.0.29	192.168.1.
ÇİS-in operatoru (DNÜ ^{çis})	10	0.0.0.31	192.168.1.
Ehtiyat (DNÜ ^{ehtiyat})	15	0.0.0.32	192.168.1.

Beləliklə, ÇİS-in lokal şəbəkəsində istifadəçilər üçün maksimum 7 (1 ehtiyat) avtomatlaşdırılmış iş yerləri və digər şəbəkə vasitələri tətbiq oluna bilər.

AİS-in TCP/IP lokal şəbəkəsində istifadə olunan IP ünvanının 32 dərəcəli nömrəsi hər bir avtomatlaşdırılmış iş yerini (düyün nöqtəsini) identifikasiya edir. Qəbul olunmuş 192.168.0.25÷192.168.0.32 IP ünvanları 4 dərəcəli şəkildə təsvir olunur. Şəbəkənin 7 düyününün tanınması üçün altşəbəkənin maskalarının istifadəsi ikili işarə ilə müəyyən edilir. ÇİS-in TCP/IP lokal şəbəkəsinin səmərəliliyini təmin etmək üçün verilənlər paketinin mübadiləsini həyata keçirən marşrutizatorlar istifadə edilir.

192.168.1.0÷192.168.1.X_i (burada $i=0, 45$) IP ünvanları şərti olaraq 2 hissəyə bölünür. Birinci hissə 192.168.1.0 – ÇİS-in modullarının şəbəkəsinin ünvanıdır (cədv. 4.2), ikinci hissə 0.0.0.X_i – ünvanların düyünüdür.

Nəticələr

1. AİS-in dövrlərinin marşrutlarına uyğun bir növ P_i prosedurdan digərinə T_i keçidləri əsasında idarəetmə sisteminin Petri şəbəkəsi ilə tədqiqi və planlaşdırılması alqoritmi qurulmuşdur.

2. AİS-in idarəetmə prosesinin planlaşdırma alqoritminə əsasən Petri şəbəkəsinin proqram təminatının işlənməsi məsələsinə əsasən idarəetmə prosesinin funksional təhlilinə uyğun hər bir istehsal modulunun texnoloji əməliyyatlarının kompleks qraf-sxemi qurulmuşdur.

3. İdarəetmə proqramının funksional sxemi təklif edilərək, onun altproqramlarının icraedici idarəetmə funksiyaları təyin edilmişdir.

5. AİS-in modelləşdirilməsi üçün korporativ şəbəkəsinin ünvan sahəsinin planlaşdırılması alqoritmi işlənmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Костюнина Г.М., Баронов В.И.. Технопарки в зарубежной и российской практике // Вестник МГИМО. № 3. 2012, с.91-99
2. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей: Энциклопедия. СПб.: Питер, 2007, 234 с.
3. Dorn, J., Pichlmair, M.: A competence management system for universities. In: Proceedings European Conference on Information Systems (ECIS), St. Gallen, Switzerland, 2007, pp.759-770
4. Basak O., Albayrak Y. E., "Petri net based decision system modeling in real-time scheduling and control of flexible automotive manufacturing systems" / Computers & Industrial Engineering 86, 2015, pp.116-126
5. Chen Z. and Jiang C., "Simulation of a Flexible Manufacturing System with Auto Mod Software" Intelligent Information Management, vol.3, 2011, pp.186-189.
6. Əhmədov M.A., Məmmədov C.F., Hüseynov A.H. Texniki sistemlərin avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi. Bakı, 2011, 202 s.

7. Əhmədov M.A., Məmmədov J.F., Məmmədli Z.B. TRACE MODE sistemi əsasında çevik istehsal sisteminin idarəetmə sisteminin interfeysinin tətbiqi // Elmi Xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. VI cild, №3, Sumqayıt: SDU, 2006, s.77-80
8. Кирюхин В. М., Зайцев К. С. Операционное управление в гибких производственных системах. М.: МИФИ, 2006, 92 с.
9. Еременко В.Т. Моделирование процессов информационного обмена в распределенных управляющих системах: монография. М.: Машиностроение-1, 2004, 224 с.
10. Əhmədov M.A., Nəsirov F.V, Nəsirova E.Ə., Əliyeva A. Ali təhsil məktəbinin korporativ şəbəkəsinin ünvan sahələrinin planlaşdırılması və tədqiqi alqoritmi / İnşaatda informasiya texnologiyaları və sistemlərinin tətbiqi imkanları və perspektivləri. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, 05-06 iyul, Bakı, 2018, s.201-203

РЕЗЮМЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ ПЕТРИ В КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ

Алиева А.Г.

Ключевые слова: университет, технопарк, сеть Петри, автоматизированная система управления, корпоративная сеть.

Разработан алгоритм исследования и планирования системы управления сетью Петри, основанный на переходах T_i из одного типа процедуры P_i в другой, следуя процессам автоматизированной системы управления (АСУ), используемой в индустриальном парке. На основе алгоритма планирования процесса управления АСУ построена граф-схема технологических операций каждого производственного модуля в соответствии с функциональным анализом сетевого программного обеспечения Петри. Предложена функциональная схема программного обеспечения для управления сетью Петри, а также его исполнительные функции возложены на его подпрограммы. Разработан алгоритм планирования адресного пространства корпоративной сети для моделирования АСУ.

SUMMARY

MODELING AND APPLICATION OF PETRI NETWORK MANAGEMENT SYSTEM IN CORPORATE NETWORK

Aliyeva A.Q.

Key words: university, techno park, network of Petri, automated control system, corporate network.

An algorithm for research and planning of the Petri network management system based on T_i transitions from one type of P_i procedure to another, following the processes of the automated control system (ACS) used in the industrial park is worked out. Based on the ACS management process planning algorithm, a complex graphical scheme of the technological operations of each production module in accordance with the functional analysis of the Petri network software is built. A functional scheme of Petri's network management software is proposed, and also its executive functions are assigned to its subprograms. An algorithm for addressing the corporate network address space has been developed to simulate ACS.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	12.02.2020
	Son variant	10.07.2020

UOT 519.711

ÇEVİK İSTEHSAL SİSTEMİNİN ELEKTRON İNTERFEYSLƏRİNİN AVTOMATLAŞDIRILMIŞ LAYİHƏLƏNDİRMƏ ALƏTİNİN İŞLƏNMƏSİ

ZEYNALOVA SOLMAZ MƏHƏRRƏM qızı*Sumqayıt Dövlət Universiteti, doktorant*solmaz.zeynalova.2017@mail.ru*Açar sözlər: ALS, ÇİS, ALS mühiti, CAD framework*

Çevik istehsal sistemlərinin (ÇİS) avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sisteminin (ALS) yaradılması əsasən istənilən mürəkkəb sistemin ALS-in layihələndirilməsi, yaradılmasına analogi olaraq həyata keçirilir və aşağıdakı əsas mərhələlərdən ibarətdir: ALS-in yaradılmasına texniki tapşırıq; nəzəri və patent tədqiqatları; ALS-in yaradılması konsepsiyasının və strukturunun seçilməsi; ALS-in strukturunun formalaşdırılması üçün eskiz layihələndirilməsi; ALS-in texniki, riyazi, proqram və digər təminatlarının təyini; ALS-in altsistemləri və komponentləri üçün texniki sənədlərin işlənməsi; sınaq nümunələrinin və ALS alətlərinin işlənməsi, yaradılması və sınağı; sınaq nəticələrinin analizi və qənaətbəxş nəticələr alındıqda ALS-in istismara qəbulu. [1]

Məlum olduğu, kimi ÇİS-in yaradılmasında onun klassik komponentləri kimi əsas və əlavə avadanlıqlardan başqa insanın fiziki və əqli əməklərini yüksəldən müasir avtomatlaşdırma vasitələrindən də istifadə edilir: sənaye və intellektual robotlar, avtomatik standart və xüsusilaşdırılmış manipulyatorlar, proqramla idarə olunan müxtəlif təyinatlı dəzgahlar və b. Texniki ədəbiyyatda bu növ komponentlər mexatron qurğular adlanır, yəni mexanika qanunları ilə yaradılmış dinamik sistemlər elektronikanın prinsipləri ilə idarə olunur (mexatronika).

ÇİS-in layihələndirilməsi və tətbiqi təcrübəsi göstərir ki, “kollektiv” mexatron qurğulardan təşkil edilmiş ÇİS-lərin yaradılmasında onların bütün komponentlərinin bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyətlərini təmin etmək üçün onlar arasında fiziki və proqram xarakterli interfeyslərin yaradılması tələb olunur. ÇİS-in müxtəlif təyinatlı istehsallarda tətbiqi, ayrı-ayrı istehsalların spesifik xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla həyata keçirildiyindən göstərilən interfeyslərin tam tipikləşdirilməsinə imkan vermir. Digər tərəfdən ÇİS-in kompleks şəkildə son məqsədə nail olmaq üçün idarə edilməsini təmin etmək üçün onun müxtəlif situasiyalarda mövcud vəziyyətlərini identifikasiya etmək məqsədilə mexatron qurğuların seçilmiş qovşaqlarında quraşdırılmış sensorlardan gələn informasiyaları da idarəetmə sistemi ilə əlaqələndirən interfeyslərin də layihələndirilməsi tələb olunur. Göstərilən hal əsasən ÇİS-in sınaq və tətbiq mərhələlərində baş verir və onların aradan qaldırılmasının real obyektə yerinə yetirilməsi məqsədəuyğun hesab edilir. Sınaq və tətbiq mərhələlərinin müddətlərinin azaldılması məqsədilə son istifadəçilərin qeyri-standart interfeyslərin yerlərdə layihələndirilməsi üçün lokal avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətlərinin (ALA) yaradılması vacib əhəmiyyət kəsb edir.

Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin qurulma prinsipləri və inkişafında informasiya emalı texnologiyalarının rolu. Ümumiyyətlə, layihələndirmə prosesi hər hansı bir obyektin (qurğu, sistem) “yaşama” dövrünün tərkib hissəsidir və aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir: obyektin yaradılmasının planlaşdırılması; elmi-tədqiqat işləri; eskiz, texniki və işçi layihələndirmə; layihələndirilən obyektin istehsalı; obyektin real şəraitdə istismarı.

Göründüyü kimi, layihələndirilən obyektin yaşama müddəti onun istismara verilmə müddətinə kimi yerinə yetirilən mərhələlərin yerinə yetirilmə müddətlərinin cəmindən birbaşa asılıdır. Belə ki, göstərilən müddət nə qədər az olarsa, onda obyektin yaşama müddəti, yəni istismarda olma müddəti artacaqdır. Əks halda layihələndirilən obyektin istismarda olma müddəti azalacaqdır. Bu hal elm və texnikanın inkişaf perspektivləri ilə sıx əlaqədardır. Təcrübədə elə

hallara rast gəlinir ki, istismara kimi yerinə yetirilən mərhələlərin müddəti çox olduqda son nəticədə layihə məhsulu həm fiziki, həm də mənəvi cəhətdən “ qocalmış ” olur və onun istehsalı, eyni zamanda istismarı səmərəlilik nöqtəyi nəzərindən qənaətbəxş hesab edilmir.

Mürəkkəb sistemlərin layihələndirmə imkanları aşağıdakı əsas prinsiplərin istifadəsini şərtləndirir: layihələndirilən obyektlərin yazılışlarının iyerarxialılığı və dekompozisiyası; layihələndirmənin çoxmərhələli və iterasiyalı olması; layihə həllərinin, metodologiya və layihələndirmə vasitələrinin unifikasiyalılığı. [1]

Layihələndirmə prosesinin səmərəliliyinin və rasionallığının yüksəldilməsinin yolları kimi aşağıdakıları göstərmək olar: tipikləşdirmə, optimallaşdırma və avtomatlaşdırma.

Göstərilir ki, layihə həllərinin, metodologiya və layihələndirmə vasitələrinin kifayət səviyyədə tipikləşdirmədən layihələndirmənin rasionallaşdırılması, yəni böyük həcmli və işləmə müddətli proseslərin yerinə yetirilməsi qeyri-mümkündür.

Qeyd olunur ki, layihə həllərinin optimallaşdırılması elə həllərin qəbulunu nəzərdə tutur ki, onlar müxtəlif meyarlara uyğun tələbatlara cavab versin və məhdudiyyət şərtləri tələblərini ödəsin. Tipikləşdirmə və optimallaşdırma layihə işlərinin avtomatlaşdırılması, yəni avtomatlaşdırılmış (avtomatik) layihələndirmənin tətbiqi olmadan əhəmiyyətli səmərəni əldə etməyə imkan vermir.

Layihələndirilən obyektin yaşama müddətinin strukturunda layihə məhsulunun sınağı, istehsalına kimi mərhələlərin hər birində aşağıdakı avtomatlaşdırma sistemlərindən geniş istifadə nəzərdə tutulur ki, o da sonda kompleks şəkildə avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemini təşkil edir: avtomatlaşdırılmış planlaşdırma sistemi; elmi-tədqiqat işlərinin avtomatlaşdırılmış sistemi; layihə edənlərin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətləri.

ALS elm və texnikanın müxtəlif sahələrində geniş tətbiq sahəsi tapmışdır. ALS-lər istehsal sistemlərinin evolyusiya prosesinin çevik istehsal sistemləri mərhələsində daha da aktuallaşaraq yeni bir elmi istiqamət kimi formalaşdı. Bu onunla əlaqədardır ki, ÇİS özü mürəkkəb sistemlər kateqoriyasına aid edilməklə ictimai tələbatdan asılı olaraq qısa vaxt intervalında bir növ məhsul istehsalından digərinin istehsalına sazlanmaq üçün funksional imkanlara malik şəkildə layihələndirilməlidir. Odur ki, ALS ÇİS-in ayrılmaz tərkib hissəsi kimi fəaliyyət göstərməyə başladı.

ALS-in yaranma tarixi və inkişafı perspektivləri göstərir ki, onun yaradılmasında iki əsas konsepsiya mövcuddur: tam avtomatik ALS və insan-maşın sistemləri. Tədqiqatlar göstərir ki, yaxın gələcəkdə məlum çətinliklər nəzərə alınmaqla tam avtomatik ALS-in kompleks şəkildə yaradılması müəyyən çətinliklərlə müşayiət olunur. İnsan-maşın avtomatlaşdırma sistemləri də öz növbəsində müxtəlif konsepsiyalar əsasında yaradılır: mövcud ənənəvi layihələndirmə sistemləri əvəzinə yuxarı layihəetmə təşkilatlarında işlənmiş ALS-in tətbiqi; layihəedənin informasiya təminatını təşkil edən ALS. [2]-də göstəriləndiyi kimi ALS-in yaradılmasının əsas konsepsiyalarından biri kimi layihə edənlərin (layihəçi, konstruktor, texnoloq, avtomatika üzrə mütəxəssis, sınaqçı və s.) avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətlərinin yaradılmasıdır ki, bu da son nəticədə ALS-in kompleks şəkildə strukturunu formalaşdıracaqdır.

ALS alətləri prinsip etibarlı ilə intellektuallığa malikdir, belə ki, onlar ənənəvi olaraq layihəedənlər, yəni intellektual əmək işçiləri, tərəfindən yerinə yetirilmiş məsələləri həll edirlər. Belə ki, ALS alətləri təkmilləşdirildikcə layihəedənin daha çox intellektual əməyi-layihələndirilən obyektin riyazi modellərinin qurulması, analiz, sintez, modelləşdirmə, ekspert altsistemləri və s., ALS-in alətlərinə ötürülür. Eyni zamanda layihəedən əvvəllər olduğu kimi, bütün layihə məsələlərini həll edir və ALS alətinə rutin, tez-tez təkrarlanan, yorucu funksiyaları həvalə edir. ALS-in bir elm sahəsi kimi formalaşmasında kompüter texnikasının bütün təminatlarının, eyni zamanda ondan kütləvi şəkildə istifadəni təmin etmək üçün informasiya emalı texnologiyalarının (İET) xüsusi rolu olmuşdur.

Elm və texnikanın bütün sahələrində kompüter texnikasının tətbiqi aşağıdakı vacib mərhələlərdən keçməklə müasir kütləvi istifadə səviyyəsinə kimi inkişaf etmişdir: ilkin informasiya emalı texnologiyası (İET); terminal müdaxiləli İET; yeni İET; süni intellektin elementləri əsasında

yaradılmış intellektual sistemlərdən istifadə etməklə İET; Soft Computing texnologiyalarının tətbiqi ilə intellektual interfeys bazasında İET; informasiya-kommunikasiya texnologiyaları (İKT) bazasında İET [3]. Göstərilən hər bir İET özündən əvvəlki texnologiyaların müsbət xüsusiyyətlərini əks etdirməklə və çatışmayan xüsusiyyətlərini aradan qaldırmaqla, eyni zamanda komputer texnikasının, onun texniki, riyazi, proqram və digər təminatlarının mövcud səviyyələrini nəzərə almaqla, təkamül yolu ilə inkişaf etmişdir. Göründüyü kimi komputer texnikasının funksional imkanlarının genişləndirilməsi üçün tələb olunan mütəxəssislərdən və ondan istifadə edənlərdən çoxsahəli biliklərə malik olmaları tələb olunurdu ki, bu da kompüterdən öz sahəsinin yüksək ixtisaslı mütəxəssisi olan müxtəlif peşə sahiblərinin kütləvi şəkildə istifadəsini təmin edə bilmirdi. Bu problemin həlli üçün, yəni müxtəlif peşə sahiblərinin komputer texnikasından istifadə etmək üçün yeni yanaşmaların, İET-in işlənməsi aktualıq kəsb edirdi.

İlk növbədə, istifadəçilərə kompüterin üstünlüklərini çatdırmaq tələb olunurdu ki, bu missiyanı ilkin İET-də komputer elmləri üzrə mütəxəssislər, yəni vasitəçilər-tətbiqi riyaziyyatçı (sifarişçinin peşə dilində formalaşdırdığı məsələnin, ilkin riyazi modelini formalaşdıran analitik), proqramçı (ilkin riyazi modelin kompüterdə həlli üçün proqramı tərtib edən) və operator (proqramı informasiya daşıyıcılarına köçürənlər) öz üzərinə götürdülər. Vasitəçilərin birgə fəaliyyəti nəticəsində sifarişçinin məsələsini həll etmək üçün proqram sazlanır və sifarişçi tərəfindən təqdim olunan verilənlər əsasında məsələ kompüterdə həll olunaraq, son nəticə kağız daşıyıcılarında istifadəçiyə təqdim olunur.

Göründüyü kimi ilkin İET-da aşağıdakı əsas xüsusiyyətləri göstərmək olar: İET çox iterasiyalı və kağız texnologiyasına əsaslanan bir texnologiyadır; proqramın komputer daşıyıcılarına köçürülməsi xüsusi qurğular vasitəsilə operator tərəfindən avtomatlaşdırılmış rejimdə həyata keçirilir; proqramın və verilənlərin kompüterə daxil edilməsi, emalı və nəticələrin çap edilməsi avtomatik rejimdə yerinə yetirilir; proqramın sazlanması proqramçı tərəfindən avtomatlaşdırılmış rejimdə həyata keçirilir; qalan bütün əməliyyatlar kağız üzərində əl ilə yerinə yetirilir.

Baxmayaraq ki, İET-də sifarişçi, demək olar ki, kompüterdən tam təcrid olunub, ancaq o, kompüterin, onun işini nə dərəcədə yüngülləşdirdiyini başa düşür və digər məsələlərinin də həlli üçün kompüter texnikasına yaxınlaşmağa maraq göstərir. Qeyd etdiyimiz kimi, İET-in inkişaf istiqamətlərində İET-in həm funksional imkanları, həm də intellektuallığı daha da yüksəlir və müxtəlif təyinatlı istifadəçilərin kompüterdən kütləvi şəkildə istifadə etmələri təmin edilir.

İET-da olduğu kimi, müasir ALS alətləri də elə qurulmalıdır ki, layihə edənlə kompüter arasındakı ənənəvi vasitəçilər, yəni kompüterdə işləməyi bacarmayan layihə edənlərdən alınmış tapşırığı EHM-də realizə edən və nəticəni layihəedənə təqdim edən riyaziyyatçı-proqramçıları və digər kompüter işçiləri layihələndirmə prosesindən çıxarılsın. Bu məqsədlə ALS alətlərinin intellektuallığı yüksəldilməli, layihəedənlərin öz peşə dillərində ALS alətləri ilə ünsiyyətdə olmaları üçün intellektual interfeyslərin yaradılması tələb olunur. Eyni zamanda layihələndirilən obyektlərin nomenklaturalarının və fəaliyyət şərtlərinin tez-tez dəyişməsi ALS alətinin yeni prosedurlara uyğunlaşdırılmasını tələb edir.

Elektron qurğuları ALS-in qısa icmalı. ALS bir elmi istiqamət kimi ötən əsrin ortalarından başlayaraq inkişaf etməyə başlamışdır. Keçən əsrin ortalarına kimi layihələndirilən obyektin həyat dövrü (onun istismar müddəti) əksər hallarda onun layihələndirmə, hazırlanma, sınaq və tətbiq müddətlərinin cəminə bərabər olurdu. 70-ci illərdən başlayaraq istehsal olunan məhsulların müxtəlif təyinatlı nomenklaturalarına olan ictimai tələbatdan asılı olaraq göstərilən balans pozuldu. Belə ki, məhsulun müxtəlifliyinə olan tələbatı ənənəvi layihələndirmə üsulları ilə həll etmək çətinləşdi və istismara kimi bütün mərhələlərdə avtomatlaşdırma vasitələrindən istifadə aktuallaşdı. [4]-də müxtəlif nəsil EHM-lərin və müasir kompüterlərin baza elementləri olan inteqral sxemlərin, o cümlədən böyük və ifrat inteqral sxem və mikroprosessorların avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi məsələlərinə baxılır.

1990-cı və 2000-ci illərdə radioelektron element və qurğularının ALS-in müxtəlif versiyaları (P-CAD) işləndi. P-CAD-in proqram vasitələri aşağıdakı əsas layihələndirmə funksiyalarını yerinə

yetirirdi: çap platalarının, prinsipal elektrik və integral sxemlərinin layihələndirilməsi; konstruktor sənədlərinin hazırlanması və s. P-CAD geniş imkanlı radioelektron elementləri kitabxanasına malikdir və tələb olunduqda kitabxanayı genişləndirmək mümkündür [5].

[6]-da göstəriləni kimi, radioelektron element və qurğuların ALS-in sonrakı inkişafı, təkmilləşdirilməsi geniş funksional imkanlara malik proqram komplekslərinin yaradılması istiqamətində aparılmışdır, o cümlədən: peşəkar SPECCTRA versiyası; OrCAD Capture qrafik redaktoru; analoq və rəqəm tipli elektrik sxemlərinin modelləşdirilməsi üçün P Space A/D versiyası; elektrotexniki qurğuların layihələndirilməsi üçün “Kompas- Qrafik” sistemi; Elektroniks Worbench 5.0 proqram kompleksi (elektrik sxemlərin vizual yığılması və kompanovkası və real vaxt intervalında işinə nəzarət).

Elektron və radioelektron qurğularının qısa icmalını ümumiləşdirərək aşağıdakı nəticələri göstərmək olar:

- kompüterlərin nəsilələrinin inkişafı ALS üsullarının birbaşa tətbiqi ilə onların element bazalarının - tranzistorlardan başlayaraq sonradan kiçik, orta, böyük, ifrat böyük integrasiyalı sxemlər, mikroprosessor və mikroprosessor qurğularının, avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi ilə əlaqədardır;

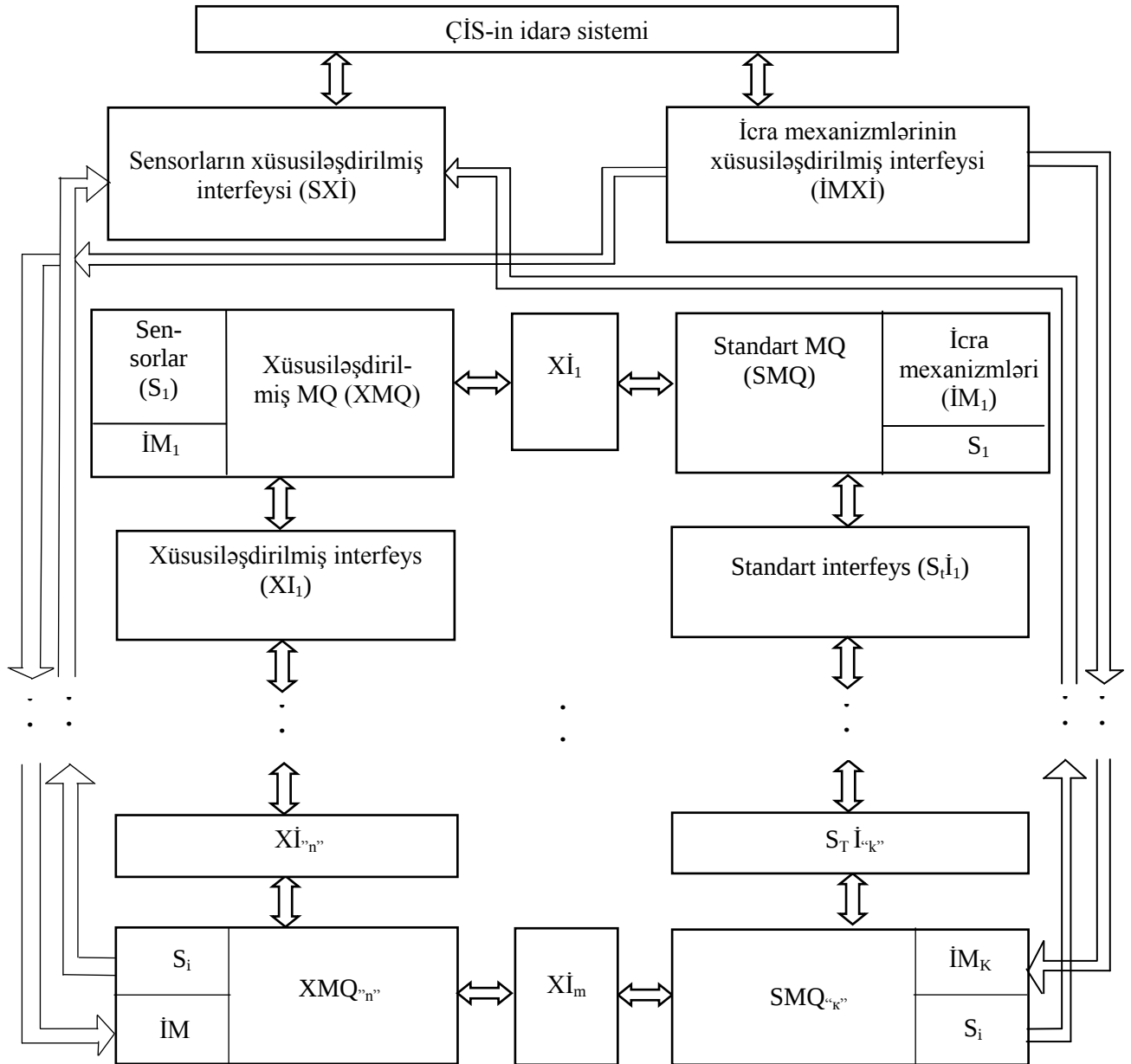
- insan-maşın konsepsiyası əsasında qurulmuş istənilən təyinatlı ALS-də layihə prosedurunun vacibliyindən asılı olaraq, konkret situasiya nəzərə alınmaqla, avtomatlaşdırılmış layihələndirilmə alətlərinin yaradılması və son nəticədə həmin alətlərin sintezi nəticəsində ALS-in qurulması aktual istiqamətdir;

- analiz nəticələri göstərir ki, çoxlu sayda elektron və radioelektron element və qurğularının ALS-ləri (Or CAD, P-CAD və s.) mövcuddur ki, onlar aparıcı kompaniyalar tərəfindən müxtəlif təyinatlı elektron qurğu və sistemlərinin avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsini tam şəkildə təmin edir və elmi-tədqiqat, konstruktor-layihə təşkilatlarının peşəkar istifadəçiləri üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Göründüyü kimi, mövcud çoxfunksiyalı ALS-lər lokal məsələlərin həllində, xüsusən də mürəkkəb struktura malik ÇİS-in sınaq və tətbiq mərhələlərində qeyri-peşəkar istifadəçilər üçün əlverişli deyildir. Gösrərilən növ məsələlərin həlli üçün yanaşmalardan biri ALS-lər mühitində fəaliyyət göstərən avtomatlaşdırılmış layihələndirilmə alətinin yaradılmasıdır.

İlk dəfə layihələndirmə mühiti terminini (framework) SDA sistem firması təklif etmiş və sübut etmişdir ki, bu yanaşma proqramlaşdırma vasitələrinin daha sıx şəkildə integrasiyasını təmin edir [4]. Bir qədər sonra EDA systems ümumi təyinatlı ALS mühitini təklif etmişdir. ALS mühiti (CAD framework) istifadəçiyə özünün konkret məsələsini həll etmək üçün çox sahəli və geniş funksional imkanlara malik alət vasitələrindən istifadə etmək imkanı yaradır.

ÇİS-in xüsusişədirilmiş qeyri-standart interfeyslərinin analizi və onların avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsinə qoyulan tələbatların təyini. Məlum olduğu kimi insanların fiziki fəaliyyətlərini yüngülləşdirən və müəyyən funksional imkanlara malik mexatron qurğular növlü yeni nəsil avtomatlaşdırma vasitələri, elmi-tədqiqat və layihə institutlarında layihələndirilir və sənaye müəssisələrində kütləvi şəkildə istehsal olunur. Bu növ mexatron qurğular (MQ), onların avtonom rejimdə fəaliyyət göstərmələrini təmin etmək məqsədilə lokal standart idarəetmə sistemləri, sensorlar və icra mexanizmləri ilə təmin edilir. Digər tərəfdən ÇİS-lərin müxtəlif təyinatlı MQ-dən istifadə etməklə yaradılması təcrübəsi göstərir ki, əksər hallarda ÇİS-in tərkibində MQ “kollektiv”lərinin sinxronlaşdırılmış, koordinasiyalı fəaliyyətini təmin etmək məqsədilə xüsusişədirilmiş qeyri-standart MQ-in və onların digər qurğularla əlaqələndirilməsi üçün interfeyslərin də layihələndirilməsi tələb olunur. Standart, qeyri-standart və başqa avadanlıqların müxtəlif mövqelərində quraşdırılmış sensor və icra mexanizmlərini də idarəetmə sistemi ilə əlaqələndirmək üçün xüsusişədirilmiş interfeyslərin işlənməsi də vacib məsələlərdən biridir. Göstərilənləri, eyni zamanda ÇİS-in tətbiqi və istismarı təcrübəsini nəzərə almaqla ÇİS-in ümumiləşdirilmiş struktur sxemini şəkil 1-də göstəriləni kimi təklif etmək olar.

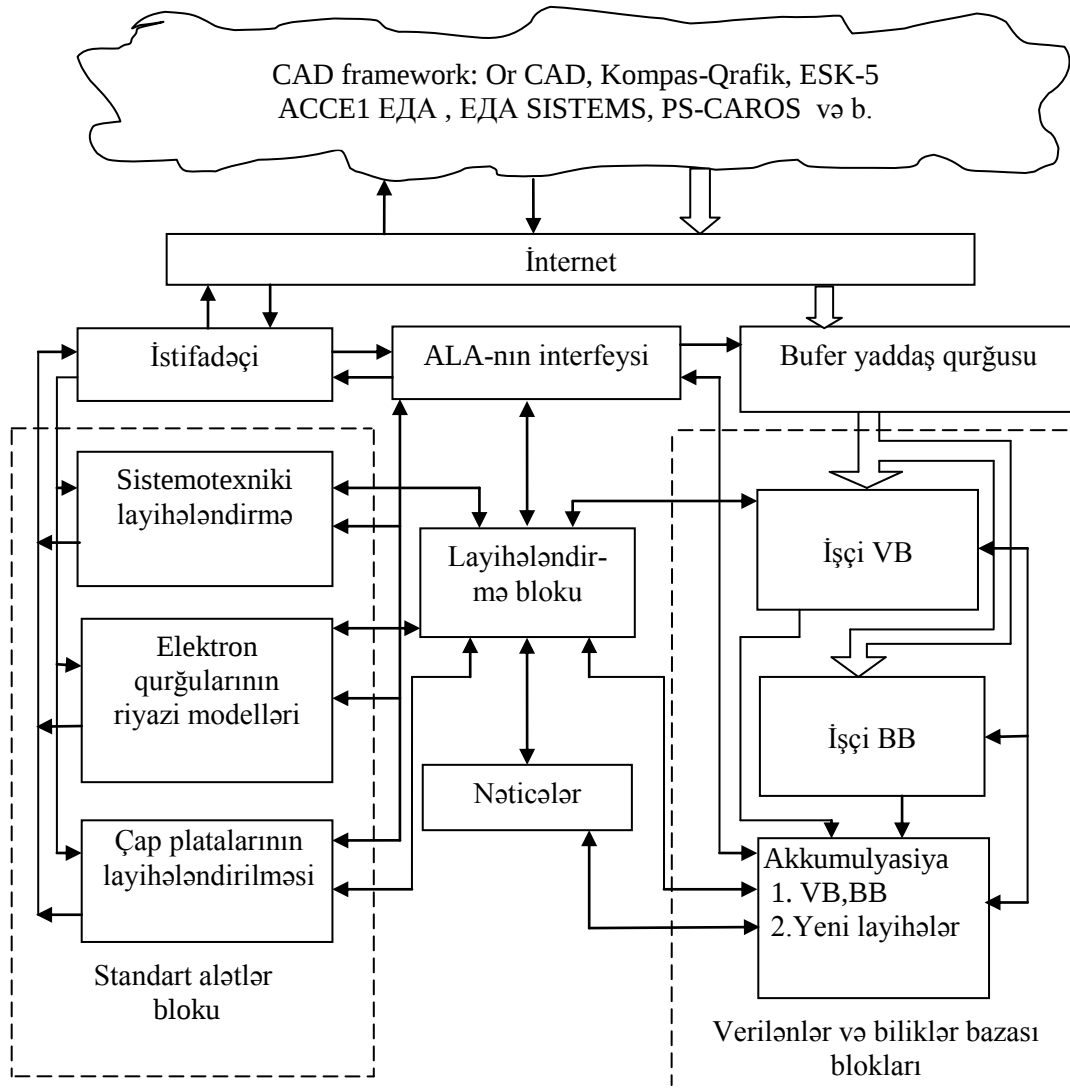


Şəkil 1. ÇİS-in ümumiləşdirilmiş struktur cəmi.

ÇİS-in struktur sxemindən görünür ki, onların tətbiqi və istismarında bir neçə növ interfeysdən istifadə edilir: standart MQ-ları arasındakı $S_i\bar{I}$ -lər; xüsusişdirilmiş MQ-lar arasındakı $X_i\bar{I}$ -lər; sensorların və icra mexanizmlərinin xüsusişdirilmiş interfeysləri (uyğun olaraq SXİ və İMXİ). ÇİS-in sınaq və tətbiq mərhələsindəki təcrübə göstərir ki, $X_i\bar{I}$, SXİ və İMXİ-lərin bilavasitə göstərilən mərhələlərin obyektə yerinə yetildiyi müddətdə yeni informasiya texnologiyalarından və radioelektron qurğuların ALS elementlərindən istifadə etməklə yerinə yetirmək məqsəduyğundur.

ALS mühitində fəaliyyət göstərən elektron interfeyslərinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturasının işlənməsi. ÇİS-in qeyri-standart elektron interfeyslərinin ALA-nın təklif olunan arxitekturası şəkil 2-də göstərilmişdir. ALS mühitində (CAD framework) fəaliyyət göstərən ALA aşağıdakı layihə proseduralarını yerinə yetirir: layihələndirmə mərhələsində istifadə avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi; elektron elementlərin çap platası üzərində

komponovkası; prinsipial elektrik sxemlərinin elementləri arasındakı əlaqə xətlərinin trassirovkası; çap platasının kompüter simulyasiyası ilə tədqiqi və layihə sənədlərinin tərtibi və s.



Şəkil 2. *ÇİS-in elektron interfeyslərinin ALA-nın arxitekturası.*

ALA-nın arxitekturasından göründüyü kimi, konkret obyektin tələblərindən asılı olaraq, istifadəçi öz layihəsində çoxfunksiyalı və müxtəlif təyinatlı ALS-lər çoxluqlarının bütün imkanlarından istifadə etmək imkanına malikdir. Eyni zamanda ÇİS-in ALS-in ALA-sı öz çevikliyi ilə fərqlənir, belə ki, onun strukturunu konkret layihələndirmə obyektinə yönümlü modifikasiya etmək mümkündür.

Nəticə.

1. İstifadəçilərin kompüter texnikasından kütləvi şəkildə istifadə etməsini təmin edən formasiya emalı texnologiyalarının yolu ilə inkişafı mərhələləri müqayisəli analiz edilmiş, müasir vəziyyəti və avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin formalaşmasında, eyni zamanda inkişafında İET-in rolu təyin edilmişdir.

2. Elektron qurğularının ALS-in qısa icmalı nəticəsində göstərilmişdir ki, yaradılmış çoxfunksiyalı ALS-lər elmi-tədqiqat təşkilatları və konstruktor-layihə mərkəzlərində yaradılır, onlardan istifadə olunması peşəkar istifadəçilərə oriyentasiya olunur və öz sahələrinin mütəxəssisləri bu ALS-dən konkret lokal məsələlərini layihə etmək imkanlarından məhrumdurlar.

3. Qeyd olunur ki, ALS-in yaradılmasındakı çoxlu sayda konsepsiyalardan insan-maşın konsepsiyası daha aktualdır. Bu onunla əlaqədardır ki, göstərilən halda ayrı-ayrı layihə həllərinin vacibliyindən asılı olaraq, onun ALA-sı yaradılır və bu ALA-lar çoxluğu sonda kompleks şəkildə fəaliyyət göstərən ALS-i yaradır.

4. Göstərilir ki, ÇİS-in layihələndirilməsinin sınaq və tətbiq mərhələlərində konkret obyektlərdə çoxlu sayda layihə həllini tələb edən məsələlər qarşıya çıxır ki, onların yerlərdə layihələndirilməsi və yaradılması məqsəduyğun hesab edilir. Bu məqsədlə ÇİS-in ümumiləşdirilmiş struktur sxemi təklif edilir və ÇİS-in komponentləri arasında əlaqə yaradan qeyri-standart xüsusişdirilmiş elektron interfeysləri təyin olunur.

5. ALS mühitində (CAD framework) konsepsiyası əsasında ÇİS-in qeyri-standart xüsusişdirilmiş elektron interfeyslərinin avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi üçün radioelektron ALS-ləri mühitində fəaliyyət göstərən ALA-nın arxitekturası təklif edilmiş və işlənmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Сольнищев Р.И. и др. Автоматизация проектирования гибких производственных систем Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990, 415 с.
2. Сольнищев Р.И. Система автоматизации проектирования – инструментальный проектировщик // ЭВМ в проектировании и производстве. Л.: Машиностроение, 1983, с. 60-71
3. Əhmədov M.A., Məhəmmədli H.M. İnformasiya sistemlərinin avtomatlaşdırılmış modelləşdirilməsi və tədqiqi üsulları. Sumqayıt, 2015, 135 s.
4. ТИИЭР. Тематический выпуск. Перспективы автоматизированного проектирования. т.78, №2, 1990.
5. Разевиг В.Д. Система P-CAD 8.5-8.7. Руководство пользователя. М.: Солон-Р, 2001, 720 с.
6. Магомедли Х.М., Расулов Р.З. Сравнительный анализ систем автоматизированного проектирования электронных устройств и определение перспективы их развития // Научные известия. Серия: Естественные и технические науки. т.16, №3. Сумгаит: СГУ, 2016, с. 59-64

РЕЗЮМЕ

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ ГПС

Зейналова С. М.

Ключевые слова: САПР, ГПС, Среда САПР, CAD framework.

В статье рассматриваются вопросы разработки инструмента автоматизированного проектирования (ИАП) нестандартных электронных интерфейсов на примере проектирования и создания гибкой производственной системы (ГПС) на этапе внедрения. С этой целью последовательно выполнены следующие работы: проанализированы принципы создания ГПС и использование при их проектировании технологии обработки информации; изложены перспективы развития направлений создания ГПС электронных устройств; проанализированы специализированные нестандартные электронные интерфейсы ГПС и определены требования на автоматизированное проектирование специализированных электронных интерфейсов; предложена архитектура ИАП, функционирующего в среде радиоэлектронных САПР (CAOframework) для проектирования специализированных нестандартных электронных интерфейсов ГПС.

SUMMARY
DEVELOPMENT OF A COMPUTING DESIGN TOOL
WORKED IN THE FIELD OF THE ELECTRON EQUIPMENTS OF FMS
Zeynalova S.M.

Key words: *CAD, FMS, field of CAD, CAD framework.*

The article discusses the development of CAD which provides the design of non-standard electronic interfaces in the testing and implementation stages of the design and creation of FMS. For this purpose the principles of construction of CAD were analyzed, the role of information processing technologies in its creation was considered; briefly summarizes the development trends and achievements of CAD in electronic devices; by analyzing the FMS-specialized non-standard electronic interfaces, the requirements for their automated design are determined, and the architecture of the CAD operating in the environment of the existing electronic devices is proposed.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	18.07.2019
	Son variant	24.01.2020

UOK 621.92

MEXANİKİ YİGİM SAHƏSİNİN İDARƏETMƏ ALQORİTMİNİN MƏLUMAT BAZASININ QURULMASI VƏ PETRİ ŞƏBƏKƏSİ İLƏ TƏDQIQI

MURADLI ZİYADƏ MAHAL qızı*Sumqayıt Dövlət Universiteti, doktorant*ziyademurad@gmail.com*Açar sözlər: çevik istehsalat sahəsi, Petri şəbəkəsi, verilənlər bazası, biliklər bazası*

Məlum olduğu kimi mürəkkəb texniki sistem hesab olunan çevik istehsalat sahəsi (ÇİS) və onun modulları bir müəssisə daxilində müxtəlifkeşidli məhsulların istehsalını təmin edir. [1] Lakin bu tip istehsal sahəsi çoxsaylı standart və qeyri-standard elementlərdən ibarət olduğuna görə, elementlər arasında qarşılıqlı informasiya və funksional əlaqələri, texnoloji proses avtomatik idarəetmə vasitələri və idarəedici proqramla təchiz olunduğuna görə onun idarəetmə sisteminin işlənməsi mərhələli şəkildə həyata keçirilməlidir [2]. ÇİS-in idarəetmə sisteminin layihələndirmə prosesində tədqiqat obyektinin xarakterindən asılı olaraq informasiya təminatının ÇİS-in kompanovka sxemi, standart elementlər, qeyri-standard elementlər və onların funksional əlaqələrindən, planlaşdırma proseduru və əməliyyatları tipli verilənlər bazası yaradılır. ÇİS-in idarəetmə sistemini tam şəkildə tədqiq etmək üçün konkret verilənlər bazasının mövcudluğu kifayət etmir, çünki idarəetmə funksiyalarının təsvir edilməsi, modelləşdirilməsi, təhlili, riyazi üsullarla və kompüter eksperimentləri ilə yoxlanılması tələb olunur. Bunun üçün ÇİS-in idarəetmə sisteminin fəaliyyətinin biliklər bazası əsasında informasiya təminatının [3] işlənməsi tələb olunur.

ÇİS-in idarəetmə sisteminin fəaliyyətinin VBİS və BBİS əsasında inteqrasiya sxeminin qurulması. ÇİS-in idarəetmə sisteminin fəaliyyətinin informasiya təminatı verilənlər bazasının idarəetmə sisteminin (VBİS) və biliklər bazasının idarəetmə sisteminin birgə inteqrasiyası əsasında müəyyən edilir (Şəkl. 1). Sxema əsasən ÇİS-in idarəetmə sisteminin qurulması mərhələli şəkildə həyata keçirilir:

Birinci mərhələ: ÇİS-in tətbiq sahəsinə uyğun onun istehsalat modullarının sayı, təyinatı və kompanovka sxemlərin tipləri və işçi zonaları müəyyən edilərək, 2-, 3-ölçülü təsvirlərin verilənlər bazası (VBks) yaradılır.

ÇİS-in modullarının (Şəkl.2) kompanovka sxemlərində yerləşdirilən hər bir aktiv elementin (standart və qeyri-standard elementlər) seçimi aparılır və uyğun verilənlər bazası (VB^{ae}) yaradılır.

ÇİS-in vəzifəsi müxtəlifölçülü və material növlü tərtibatların mexaniki emalı, kəsilməsi və radial burması əsasında mexaniki hissələrin hazırlanmasıdır. ÇİS-in kompanovka sxeminə torno dəzgahının modulu (TDM₁), frez dəzgahının modulu (FDM₂), radial burulma dəzgahının modulu (RBDM₃), avtomatik nəqliyyat modulu (ANM₄) və hazır məhsulların saxlanması üçün anbar modulu (HMSM₅) daxildir. ÇİS-də modulların tərtibatla təmin edilməsi üçün kran-manipulyator (KM) istifadə olunur. Beləliklə, ÇİS-in modullarının, onların aktiv elementlərinin tipləri və texniki göstəriciləri əsasında verilənlər bazası yaradılır [4]:

$$VB_{\text{ÇİS}} \rightarrow \{VB_{TDM1} \cup VB_{FDM2} \cup VB_{RBDM3} \cup VB_{ANM4} \cup VB_{HMSM5} \cup VB_{KM}\}$$

ÇİS-də tətbiq olunan rəqəmsal proqramla idarə olunan torno, frez və radial burma dəzgahlarının modellərinin və texniki göstəricilərinin verilənlər bazası aşağıdakı çoxluqlarla müəyyən edilir:

$$\begin{aligned} VB_{TDM1} &\in \{VB_{TD1_tg1}, VB_{TD1_tg2}, \dots, VB_{TD2_tgn}\}, \\ VB_{FDM2} &\in \{VB_{FD2_tg1}, VB_{FD2_tg2}, \dots, VB_{FD2_tgn}\} \end{aligned} \quad (1)$$

$$VB_{RBD3} \in \{VB_{RBD3_tg1}, VB_{RBD3_tg2}, \dots, VB_{RBD3_tgn}\}.$$

ANM₄-in texniki göstəricilərinin və HMSM₅-də saxlanılan məhsul növlərinin, miqdarının və texniki göstəricilərinin uçotu üçün verilənlər bazası aşağıdakı çoxluqlarla müəyyən edilir:

$$VB_{ANM4} \in \{VB_{ANM4_tg1}, VB_{ANM4_tg2}, \dots, VB_{ANM4_tgn}\},$$

$$VB_{HMSM5} \in \left\{ \begin{array}{l} VB_{HMSM5_mn1}, VB_{HMSM5_mn2}, \dots, VB_{HMSM5_mnn} \\ VB_{HMSM5_mm1}, VB_{HMSM5_mm2}, \dots, VB_{HMSM5_mmn} \\ VB_{HMSM5_mtg11}, VB_{HMSM5_mtg12}, \dots, VB_{HMSM5_mtg1n} \\ VB_{HMSM5_mtg21}, VB_{HMSM5_mtg22}, \dots, VB_{HMSM5_mtg2n} \\ \vdots \\ VB_{HMSM5_mtgn1}, VB_{HMSM5_mtgn2}, \dots, VB_{HMSM5_mtgnn} \end{array} \right\}, \quad (2)$$

ÇİS-ə daxil olan aktiv elementlərin (torno dəzgahı, frez dəzgahı, radial burma dəzgahı, robot tara, kran manipulyator) texnoloji əməliyyatlarını planlaşdırmaq və HMSM-də saxlanılan hazır məhsulların uçotunu aparmaq üçün verilənlər bazaları arasında məntiqi əlaqələr sxemi qurulmalıdır. ÇİS-in mexaniki yığım sahəsinin aktiv elementlərinin növlərinə, qarşılıqlı əlaqələrin korporativ informasiya prinsiplərinə əsasən təmin olduğuna görə və onun quruluşundan asılı olaraq, texnoloji prosesin planlaşdırılması və idarə edilməsi üçün mərhələli şəkildə məntiqi predikatların hesablaması, produksiya dillərindən, semantik şəbəkələrdən, şəbəkə modellərindən istifadə etmək daha məqsədəuyğundur.

Verilənlər bazalarının mətn və ədədi elementlərinin əlaqələndirilməsi üçün məntiqi və produksiya modelləşdirmə üsulundan istifadə etməklə ÇİS-in texnoloji prosesini təhlil etmək [5].

Petri şəbəkəsi ilə mexaniki yığım ÇİS-inin idarəetmə prosesinin modelləşdirilməsi.

Mexaniki yığım ÇİS-inin idarəetmə prosesini modelləşdirmək üçün Petri şəbəkəsinin əsas xarakteristikaları təyin olunmalıdır [6].

Formal olaraq Petri şəbəkəsi $N=(P, T, I, O, M_0)$ şəklində təyin olunur. Burada, $P=\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, $n>0$ – boş olmayan şərtlər çoxluğu; $T=\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$, $m>0$ – boş olmayan keçidlər çoxluğu (şərtlər və keçidlər çoxluqları bir-biri ilə kəsişmir, $P \cap T = \emptyset$); $I: P \times T \rightarrow \{0, 1, \dots\}$, $O: T \times P \rightarrow \{0, 1, \dots\}$ – uyğun olaraq giriş və çıxış insident funksiyaları, $M_0: P \rightarrow \{0, 1, \dots\}$ – ilkin markerləşmə.

Petri şəbəkəsi qrafiki olaraq istiqamətləndirilmiş qraf şəklində təsvir olunur: dairəciklərlə şərtlər ($P_i \in P$), kəsiklərlə (qövslər) isə keçidlər ($t_j \in T$) göstərilir.

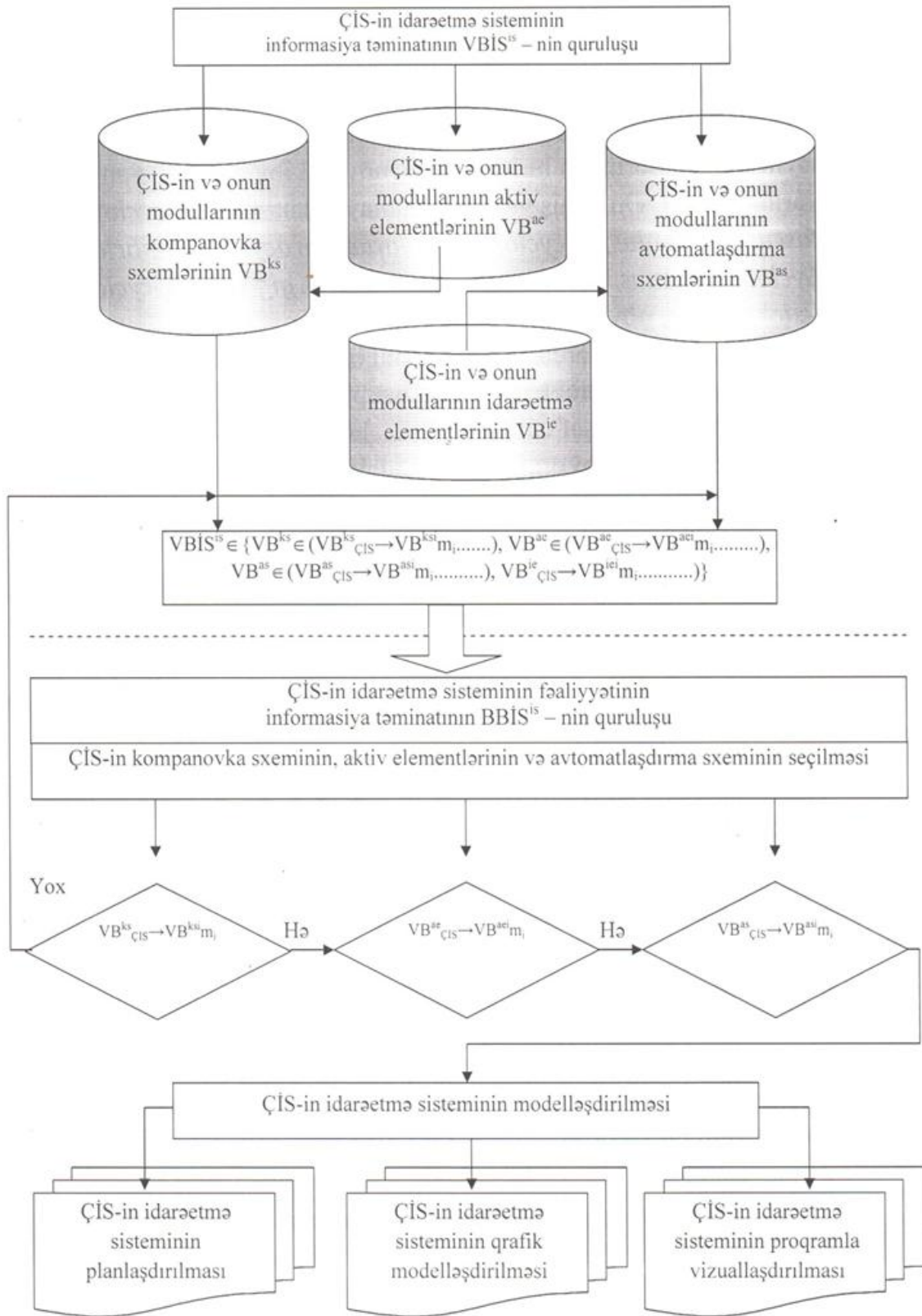
Petri şəbəkəsinin vəziyyəti onun mövqelərindəki markerlərin olub-olmaması ilə təyin olunur. Şəbəkənin vəziyyətinin dəyişməsi həyəcanlanmış keçidlərin aktivləşməsi nəticəsində markerləşmənin ardıcıl dəyişməsi ilə aşağıdakı qayda ilə yerinə yetirilir [7]:

$$M'(P_i) = M(P_i) - I(P_i, t_j) + O(t_j, P_i), \quad \forall p \in P, \quad (3)$$

burada $M'(P_i)$ – cari markerləşmə; $M(P_i)$ – əvvəlki markerləşmə; $I(P_i, t_j)$ – t_j keçidinin bütün giriş mövqelərindən (p_i) olan markerlərin miqdarı; $O(t_j, P_i)$ – t_j keçidinin bütün çıxış mövqelərinə (p_i) əlavə olunan markerlərin miqdarı.

ÇİS-in fəaliyyətini ifadə etmək üçün situasiyaları hadisələrə bölərək, hər bir hadisəyə uyğun P_i ($i=1,10$) predikatlarını təyin edək: P_1 – KM-in tutqacının açıq olması; P_2 – tərtibatın mövqələşdirilməsi zonasında tərtibatın olması; P_3 – tərtibatın mövqələşdirilməsi zonasına KM-in aşağı hərəkət etməsi; P_4 – KM-in tutqacı tərəfindən tərtibatın tutulması; P_5 – KM-in yuxarı hərəkət etməsi; P_6 – KM-in irəli hərəkət etməsi; P_7 – KM tərəfindən TD-nin mövqələşdirici blokuna tərtibatın yerləşdirilməsi və mövqələşdirilməsi; P_8 – KM-in geri hərəkət etməsi; P_9 – TD-də tərtibatın emalətmə əməliyyatının başlanılması;

P_{10} – TD-də tərtibatın emalətmə əməliyyatının sona çatması.



Şəkil 1. ÇİS-in idarəetmə sisteminin fəaliyyətinin VBİS və BBİS əsasında integrasiya sxemi

Predikatlara əsasən aşağıdakı aktiv hərəkətlər–keçidlər uyğundur $t_j (j = \overline{1,9})$: t_1 – KM-in tutqacı işləmir (açıqdır); t_2 – tərtibatın mövqeləşdirici zonası aktivləşir (tərtibat vardır); t_3 – KM işləyir (aşağı hərəkət edir); t_4 – KM-in tutqacı işləyir (qapalı); t_5 – KM işləyir (yuxarı hərəkət edir); t_6 – KM işləyir (irəli hərəkət edir); t_7 – TD-nin mövqeləşdirici bloku işləyir; t_8 – TD işləyir (eməletmə əməliyyatı başlanılır); t_9 – TD işləyir (eməletmə əməliyyatı sona çatır).

Bu halda “şərt - hərəkət” şəklində produksiyalar aşağıdakı şəkildə ifadə olunur:

$P_1 \rightarrow t_1$; $P_2 \rightarrow t_2$; $P_3 \rightarrow t_3$; $P_4 \rightarrow t_4$; $P_5 \rightarrow t_5$; $P_6 \rightarrow t_6$; $P_7 \rightarrow t_1 \& t_7$; $P_8 \rightarrow t_8$; $P_9 \rightarrow t_9$.

Nəzərə alsaq ki, predikatların sayı 9, keçidlərin sayı 9, onda giriş çıxış matrisləri aşağıdakı kimi ifadə olunacaq:

$$D^- = \begin{array}{c|cccccccc|c} & P_1 & P_2 & P_3 & P_4 & P_5 & P_6 & P_7 & P_8 & P_9 & \\ \hline & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & t_1 \\ & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & t_2 \\ & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & t_3 \\ & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & t_4 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & t_5 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & t_6 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & t_7 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & t_8 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & t_9 \end{array} \quad (4)$$

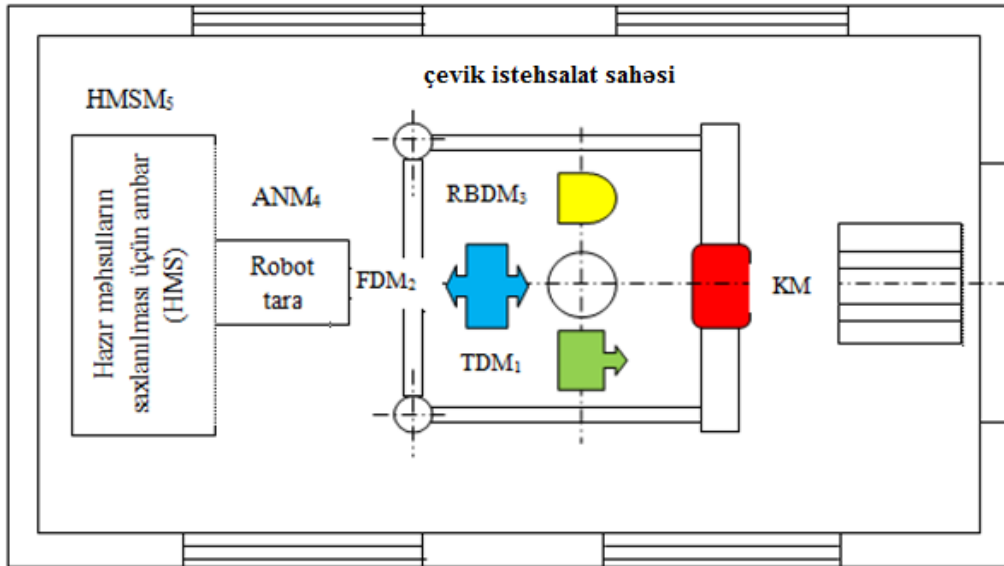
$$D^+ = \begin{array}{c|cccccccc|c} & P_1 & P_2 & P_3 & P_4 & P_5 & P_6 & P_7 & P_8 & P_9 & \\ \hline & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & t_1 \\ & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & t_2 \\ & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & t_3 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & t_4 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & t_5 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & t_6 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & t_7 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & t_8 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & t_9 \end{array} \quad (5)$$

Uyğun olaraq insidentlik matrisi aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$D = \begin{array}{c|cccccccc|c} P_1 & P_2 & P_3 & P_4 & P_5 & P_6 & P_7 & P_8 & P_9 & \\ \hline -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & t_1 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & t_2 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & t_3 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & t_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & t_5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & t_6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & t_7 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & t_8 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & t_9 \\ \hline \end{array} \quad (6)$$

(7) insidentlik matrisinin sətir və sütunlarının sayı bir-birinə bərabər olduğuna görə, P- və T-invariantları Qauss üsulu ilə təyin olunur [8].

Mexaniki yığım ÇİS-nin komponentlərinin sxeminə əsasən (şək. 2) idarəetmə alqoritminin tədqiq edilməsi üçün istifadə olunan Petri şəbəkəsi əsasında idarəetmə prosesinin qraf-sxemi qurulur (şək. 3).



Şəkil 2. Mexaniki yığım çevik istehsalat sahəsinin və onun modullarının komponent sxemi

Matris yanaşma ilə təsvir olunan Petri şəbəkəsi verilmiş markerləşmədə o zaman saxlanılan hesab olunur ki, alınmış sıfırdan fərqli çəki vektoru bütün mümkün olan markerləşmələrdə sabit qalsın. Bu halda əgər M_0 – ilkin markerləşmədirsə və M^j - istənilən mümkün markerləşmədirsə, onda $M_0 X = M^j X$ bərabərliyinin ödənildiyini göstərmək lazımdır. [9] Əgər M^j markerləşməsinin M_0 -dan başlayaraq alınması mümkündürsə, onda elə σ keçidlərin icra olunma ardıcılığı vardır ki, o şəbəkəni M_0 -dan M^j -ə çevirə bilər, yəni

$$M^j = \delta(M_0, \sigma) = M_0 + f(\sigma)D. \quad (7)$$

Uyğun olaraq:

$$M_0X = M^jX = (M_0 + f(\sigma)D)X = M_0X + f(\delta)DX \quad (8)$$

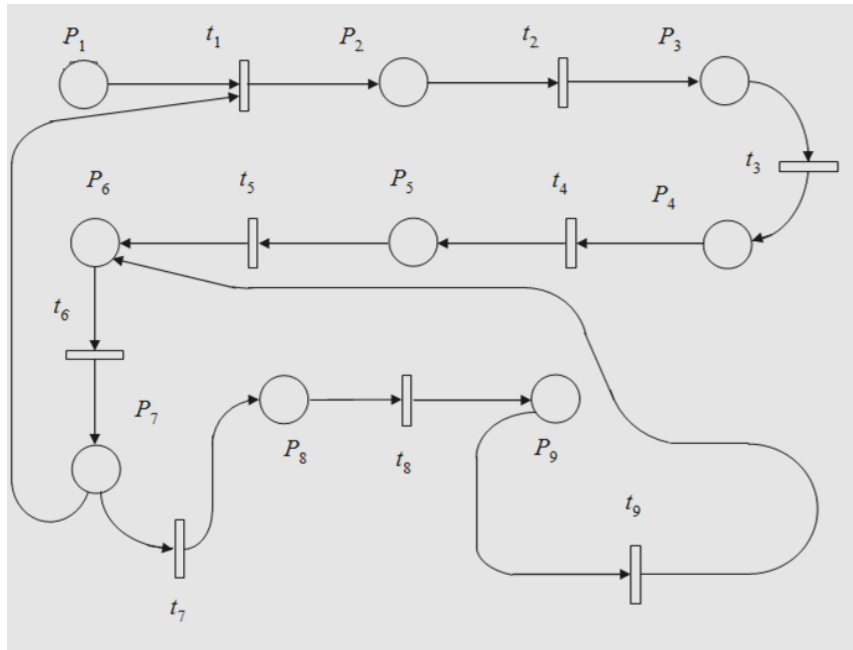
yazmaq olar. Burada X sıfırdan fərqli ($m \times 1$) - ölçülü vektor olduğundan (8) yazılışından aşağıdakı ifadə alınar:

$$f(\sigma)DX = 0. \quad (9)$$

Nəzərə alsaq ki, $f(\sigma) \neq 0$, onda aşağıdakı xətti tənliklər sistemləri alınır:

$$D^P \square X = 0, \quad (10)$$

$$D^T \square X = 0 \quad (11)$$



Şəkil 3. Mexaniki yığım ÇİS-nin fəaliyyətinin Petri şəbəkəsinin qraf-sxemi

(10) sisteminin $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ müsbət, tam, sıfırdan fərqli həlli Petri şəbəkəsinin P – invariantı adlanır.

(11) sisteminin $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ müsbət, tam, sıfırdan fərqli həlli Petri şəbəkəsinin T -invariantı adlanır.

Nəticələr

1. Mexaniki yığım təyinatlı ÇİS tədqiqat obyekti kimi seçilərək, onun texnoloji prosesinin idarəetmə alqoritminin fəaliyyətinin modelləşdirilməsinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin arxitekturası işlənmişdir.

2. ÇİS-in idarəetmə sisteminin fəaliyyətinin VBİS və BBİS əsasında integrasiya sxemi əsasında informasiya təminatının alətləri işlənmişdir. ÇİS-in aktiv elementlərinin seçilməsi, verilənlər bazasının qurulması, idarəetmə alqoritminin mərhələli şəkildə məntiqi və produksiya modelləşdirmə üsullarının Petri şəbəkəsi nəzəriyyəsi əsasında kompüter eksperimentləri ilə tədqiq edilməsi əsaslandırılmışdır.

3. Petri şəbəkəsi ilə mexaniki yığım ÇİS-inin idarəetmə alqoritminin tətbiqinin xüsusiyyətləri təyin edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Əhmədov M.A., Məmmədov C.F., Hüseynov A.H. Texniki sistemlərin avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi. Bakı, 2011, 202 s.
2. Ələkbərli F.H., Ağayev U.X., Salmanov M.S. İdarəetmə sistemlərinin layihələndirilməsinin avtomatlaşdırılması. Sumqayıt, 2012, 112 s.
3. Əhmədov M.A., Əhmədova S.M., Nəsirova E.Ə. ÇİS-in verilənlər və biliklər bazalarının yaradılması və idarə alqoritminin kompüter eksperimentləri ilə tədqiqi // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. c.9. № 2. Sumqayıt: SDU, 2009, s. 64-70

4. Ахмедов М.А., Магомедли Х.М. Анализ моделирующих аппаратов функционирования мехатронных устройств гибкой производственной систем // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. №1 (13). Астрахань, 2011, с. 67-73
5. Джордж Ф.Л. Искусственный интеллект, стратегии и методы решения сложных проблем // Нью-Мексикский университет, «Вильямс». М., СПб, Киев, 2005, 863 с.
6. Ахмедов М.А., Мустафаев В.А. Автоматизация моделирования применением сети Петри. Баку: Элм, 2007, 144 с.
7. Ахмедов М.А., Ахмедова С.М., Ахмедова Х.М. Автоматизированное проектирование гибких производственных систем с применением сети Петри // Научные известия. Серия: Естественные и технические науки. т. 2, №1. Сумгаит: СГУ, 2002, с. 47-50
8. Родионова М.Н. Моделирование баз знаний с использованием сетей Петри // Научный форум: Инновационная наука: сб. ст. по материалам V междунар. науч.-практ. конф. №4(5). М.: МЦНО, 2017, с. 49-53
9. Basak Ö., Albayrak Y. E. Petri net based decision system modeling in real-time scheduling and control of flexible automotive manufacturing systems // Computers & Industrial Engineering 86, 2015, pp. 116–126

РЕЗЮМЕ
СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ УЧАСТКА
МЕХАНИЧЕСКОЙ СБОРКИ И ЕГО ИССЛЕДОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
СЕТИ ПЕТРИ
Мурадлы З.М.

Ключевые слова: *гибкий производственный участок, механические станки, управление, моделирование, сеть Петри, база данных, база знаний.*

Для моделирования алгоритма управления технологическим процессом на базе гибкого производственного участка (ГПУ) предложена схема интеграции средств информационного обеспечения путем создания алгоритмов системы управления базами данных (СУБД) и системы управления базами знаний (СУБЗ). На основе компоновочной схемы ГПУ создана база данных моделей и технических характеристик токарных, фрезерных и радиально-сверлильных станков с числовым программным управлением.

Для моделирования процесса управления ГПУ, поэтапно ситуации были разделены на события, определены переходы и создана производственная модель, отражающая деятельность ГПУ. На основе теории сетей Петри была построена граф-схема и рассчитаны входные выходные матрицы и матрица инцидентности для каждого события процесса управления ГПУ.

SUMMARY
CREATION OF A DATABASE OF A CONTROL ALGORITHM FOR A MECHANICAL
ASSEMBLY CELL AND ITS STUDY BY MEANS OF PETRI NET
Muradli Z.M.

Key words: *flexible manufacturing island, machine tools, control, modeling, Petri net, database, knowledge base.*

To simulate a process control algorithm based on a flexible manufacturing island (FMI), a scheme for integrating information support means by creating algorithms for a database management system (DBMS) and a knowledge base management system (KBMS) is proposed. Based on the layout diagram of the FMI, a database of models and technical characteristics of turning, milling and radial drilling machines with numerical control has been created.

To simulate the control process of the FMI, the situations were gradually divided into events, transitions were determined and a production model was created that reflects the activities of the FMI. Based on the theory of Petri nets, a graph-scheme was constructed and the input output matrices and the incidence matrix were calculated for each event of the FMI control process.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	21.03.2020
	Son variant	15.09.2020

UOT 681.586

DƏRİNLİK NASOS STANSİYASININ MANCANAQ QURĞUSUNUN HƏSSAS ELEMENTİNİN SİSTEMATİK XƏTASININ TƏYİNİ ALQORİTMİ

¹QULİYEVƏ AİDƏ İSMAYIL qızı

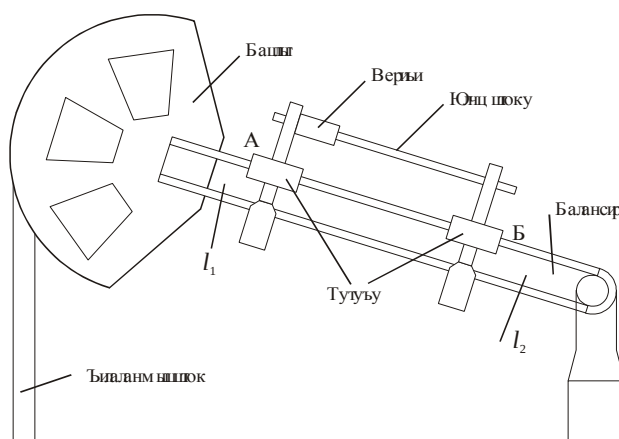
²CAMALXANOVA İRADƏ SEYFULLA qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-dosent, 2-laborant

quliyeva.aide.57@mail.ru

Açar sözlər: *neft quyusu, mancanaq qurğusu, balansir, həssas element, sistematik xəta, analitik ifadə*

Məlumdur ki, mancanaq dəzgahları ilə istismar olunan neft quyularının məhsuldarlığını təyin etmək üçün onlara quraşdırılmış kiçik mexaniki yerdəyişmələri ölçən vericilərdən alınmış informasiyalar vasitəsilə dinamoqrammalar qurulur və onların analizi nəticəsində quyunun fəaliyyəti qiymətləndirilir. Mancanaq dəzgahlarının ştokuna düşən qüvvə dolayı yolla çevrilir. Qüvvə əvvəlcə balansirin deformasiyasına çevrilir və alınmış deformasiya diferensial tipli induktiv verici vasitəsilə ölçülür (şək.1). [1- 4]



Şəkil 1. Vericinin balansirin üstündə yerləşdirilməsi

Mancanaq dəzgahlarının balansiri və ölçüləri onların tipindən asılı olaraq müəyyən olunur. Məsələn, nasoslu mancanaq dəzgahı CKH2 üçün balansirin dönmə oxuna nəzərən hər iki tərəfinin uzunluğu bərabər olub, $740 \cdot 10^{-3}$ m, CKH3 üçün də hər iki tərəfi eyni olub, 1,500 m götürülür. CKH5 üçün balansirin bir tərəfinin uzunluğu 3 m, ikinci tərəfinin uzunluğu isə 2,5 m, CKH10-3315 tipli mancanaq dəzgahlarında balansirin oxunun sağ tərəfinə uyğun gələn uzunluğu 3,300 m, sol tərəfin uzunluğu isə 2,750 m, CKH10-3012 tipli mancanaq dəzgahlarında isə balansirin fırlanma oxundan sağ tərəfin uzunluğu 4,5 m, sol tərəfin uzunluğu isə 3,5 m götürülür.

Göründüyü kimi balansirə təsir edən qüvvələrin qiymətləri onun həndəsi ölçülərindən asılıdır. Qeyd etmək lazımdır ki, istehsal olunan mancanaq dəzgahlarının növlərinə uyğun onların istismar parametrləri təsnifat şəkilində texniki ədəbiyyatda verilir.

Dərinlik nasos stansiyasının (DNS) mancanaq qurğusunun (MQ) istismarı və bir sıra texnoloji parametrlərin ölçülməsi ilə quyudan çıxarılan neftin miqdarına və quyunun vəziyyətinə avtomatlaşdırılmış nəzarət həyata keçirilir. Bu zaman mancanaq qurğusunun balansiri və ştoku üzərində yerləşdirilən sensorlardan toplanmış informasiyalar əsasında dinamoqramma və vattmetroqrammalar qurulur. Bu qrafiklərin səhihliyi əsasən qüvvə, deformasiya və dönmə bucağının ölçmə dəqiqli-

yindən, eyni zamanda DNS-nin cərəyan sərfindən, balansirin rəqs tezliyindən vəquyudaxili parametrlərindən asılı olur. Deyilənləri nəzərə alaraq real şəraitdə fəaliyyət göstərən DNS-nin MQ-nin balansirinə təsir edən qüvvənin ölçülməsi üçün istifadə olunan vericinin həssas elementinin sistematik xətasının təyini və onun analitik ifadəsinin alınması aktual məsələdir.

Məsələnin qoyuluşu. Dərinlik nasos stansiyalarının (DNS) mancanaq qurğusunda quraşdırılan vericilərin real şəraitdə istismarı zamanı onların malik olduqları sistematik xətanın təyini və qiymətləndirilməsi məsələlərinin həllinə baxılmışdır. Bunun üçün MQ-nin balansirinə təsir edən qüvvələrin yaratdıqları mexaniki deformasiyanın qarşılıqlı əlaqəsini əks etdirən funksional asılılığın analitik ifadəsinin alınması tələb olunur.

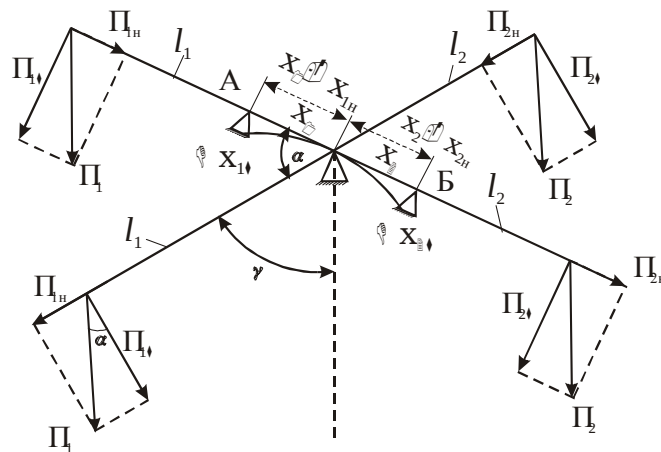
İlkin informasiya mənbəyi kimi tətbiq edilən vericilərin çıxış siqnalları əsasında qurulan dinamoqrammalar və ya vattmetroqrammalar quyunun məhsuldarlığını özündə əks etirdiyi üçün onların səhihliyi xüsusi əhəmiyyət daşıyır. DNS-nin bütün dövrü fəaliyyətində bu parametrlərin qiymətlərinin yüksək dəqiqliklə ölçülməsi və həmin qiymətlərə nəzarət üçün vericilərin əsas göstəricisi olan sistematik xətanın təyin olunması, onun buraxıla bilən hədd daxilində saxlanılması məsələləri vacibdir.

Məsələnin həlli. Məsələnin həlli üçün DNS-nin MQ-nin balansirinin həndəsi ölçüləri və təsiredici qüvvələrin yaratdıqları mexaniki deformasiyanın qarşılıqlı əlaqəsini əks etdirən funksional asılılıq məlum olmalıdır. Bu ifadə aşağıdakı kimidir [1-4]:

$$\Delta x = \frac{P_1^2 l_1^2 x_1^3}{12 E^2 J^2} \left[6 - 5 \frac{x_1}{l_1} + \left(\frac{x_1}{l_1} \right)^2 + \left(\frac{x_2}{x_1} \right)^3 \left(6 - 5 \frac{x_2}{l_2} + \left(\frac{x_2}{l_2} \right)^2 \right) \right] \cdot (1 - \cos(\gamma - \alpha)), \quad (1)$$

Burada P_1 —cılalanmış ştoka təsir edən ölçüləcək qüvvə, l_1 və l_2 —uyğun olaraq balansirin dönmə oxundan solda və sağda qalan uzunluqları; x_1 və x_2 —uyğun olaraq ölçü ştokunun balansirin üstündə onun dönmə oxundan solda və sağda tutduğu uzunluqlar; E —balansirin yunq modulu; J —balansirin həndəsi ölçülərindən asılı olan ətalət momenti, γ —balansirin aşağı vəziyyəti ilə vertikal ox arasında qalan bucaq, α —balansirin dönmə bucağıdır.

Mancanaq dəzgahının balansirin üstündə vericinin yerləşdirilməsi şəkil 1-də, dəzgahın balansirinə təsir edən qüvvələr isə şəkil 2-də göstərildiyi kimidir.



Şəkil 2. Mancanaq dəzgahının balansirinə təsir edən qüvvələr

Alınmış (1) ifadəsi $l_1 \neq l_2$ vəziyyəti üçün nəzərdə tutulur. Bu da CKH2 və çıxış mancanaq dəzgahlarında $l_1 = l_2 = l$ olduğu üçün ölçü ştokunda balansirin dönmə oxuna nəzərən simmetrik yerləşdirilir və $x_1 = x_2 = x$ qəbul edilir. Onda (1) ifadəsi aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$\Delta x = \frac{P^2 l^2 x^3}{12 E^2 J^2} \left(6 - 5 \frac{x}{l} + \left(\frac{x}{l} \right)^2 \right) (1 - \cos(\gamma - \alpha)), \quad (2)$$

Burada E —yunq modulu olub, onun qiyməti balansirlərin hazırlandığı materiallar üçün dəyişməz qalır və ölçmə zamanı statiki xəta yaratmır. J —ətalət momenti olub balansirin en kəsiyinin həndəsi

ölçülərindən asılı təyin edilir. Balansirin en kəsiyinin həndəsi ölçüləri layihədə nəzərdə tutulandan həmişə fərqli hazırlandığı üçün aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$J = J_n \left(1 \pm \frac{\Delta J}{J_n} \right), \quad (3)$$

Burada J_n –balansirin layihədə nəzərdə tutulan nominal ətalət momentidir, ΔJ –balansirin ətalət momentinin nominaldan fərqli olmasını göstərir.

Mancanaq dəzgahlarının real uzunluğu, hazırlanma zamanı nominal l uzunluğundan həmişə fərqlənir və buna görə də aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$l = l_n \left(1 \pm \frac{\Delta l}{l_n} \right), \quad (4)$$

Mancanaq dəzgahlarında cilalanmış ştoka təsir edən P qüvvəsi ölçülərkən balansirin deformasiya olunmasından istifadə olunur. Belə deformasiyanı hiss edən ölçü ştokundan istifadə olunur ki, bu da şəkil 2-də göstərildiyi kimi balansirin yuxarı hissəsində AB nöqtələri arasında elə yerləşdirilir ki, $x_1 = x_2 = x$ kimi alınsın. Bu halda şəkil 2-də göstərilən $\Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta x$ olur. Balansir üzərində qoyulan ölçü ştokunun hazırlanması zamanı onun uzunluğunda xəta buraxılmış olarsa, bu xəta vericinin bərkidilməsi zamanı aradan qaldırılır. Buna görə də x -dən praktiki olaraq xəta yaranmır. Burada xəta AB məsafəsinin düzgün seçilməməsi hesabına x -in dəyişməsindən asılı ola bilər.

x -in nominal qiymətini x_n kimi qəbul etsək, onda aşağıdakı ifadəni almış olarıq:

$$x = x_n \left(1 \pm \frac{\Delta x}{x_n} \right), \quad (5)$$

Mancanaq dəzgahları quraşdırılarkən γ bucağı və α balansirin dönmə bucağı həmişə layihədə nəzərdə tutulan qiymətdən fərqli olur və bu fərq aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\gamma - \alpha = (\gamma - \alpha)_n \left(1 \pm \frac{\Delta \gamma + \Delta \alpha}{(\gamma - \alpha)_n} \right), \quad (6)$$

Buna uyğun olaraq aşağıdakı düsturu yazmaq olar:

$$\cos((\gamma - \alpha)_n \pm (\Delta \gamma + \Delta \alpha)) = \cos(\gamma - \alpha)_n \cdot \cos(\Delta \gamma + \Delta \alpha) \mp \sin(\gamma - \alpha)_n \cdot \sin(\Delta \gamma + \Delta \alpha), \quad (7)$$

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, $(\Delta \gamma + \Delta \alpha)$ cəmi praktiki olaraq mancanaq qurğuları üçün çox kiçik kəmiyyətlər olduğundan $\cos(\Delta \gamma + \Delta \alpha) \approx 1$; $\sin(\Delta \gamma + \Delta \alpha)$ olur. Bunları (7)-də nəzərə alsaq aşağıdakı düsturu alarıq:

$$\begin{aligned} \cos(\gamma - \alpha) &= \cos(\gamma - \alpha)_n \mp (\Delta \gamma + \Delta \alpha) \cdot \sin(\gamma - \alpha)_n = \\ &= \cos(\gamma - \alpha)_n \cdot (1 \mp (\Delta \gamma + \Delta \alpha) \cdot \tan(\gamma - \alpha)_n), \end{aligned} \quad (8)$$

alırıq.

Xətanın təyini. Balansirin ölçülən deformasiyasında statiki xəta yaranır ki, bu xətanın analitik ifadəsi ümumi şəkildə aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$\beta = \left(1 - \frac{\Delta x}{x_n} \right) \cdot 100\%, \quad (9)$$

Aşağıdakı əvəzləmələri və çevirmələri apararaq (3), (4), (5) və (9) ifadələrini (2)-də nəzərə alsaq:

$$\frac{\Delta J}{J_n} = a; \quad \frac{\Delta l}{l_n} = m; \quad \frac{\Delta x}{x_n} = z; \quad 5 \frac{x_n}{l_n} = a_1; \quad \left(\frac{x_n}{l_n} \right)^2 = a_2; \quad a_0 = 6 - 5 \frac{x_n}{l_n} + \left(\frac{x_n}{l_n} \right)^2, \quad (10)$$

$$\beta = \{1 - (1 \pm B)(1 \pm A)(1 \mp D)\} \cdot 100\%, \quad (11)$$

alırıq. Burada

$$B = 2m + 3z - 2a; \quad (12)$$

$$A = \frac{(m - z)(a_1 - a_2)}{a_0}; \quad (13)$$

$$D = \frac{(\Delta\gamma + \Delta\alpha) \sin(\gamma - \alpha)_n}{1 - \cos(\gamma - \alpha)_n}, \quad (14)$$

Qəbul etsək ki, burada $a = 0,02$; $m = 0,02$ və $D = 0,01$ -dir, onda uyğun olaraq $x_n = 0,42 \cdot l_n$ alınır. Yəni ölçü ştokunun uzunluğunu balansirin ümumi uzunluğunun 0,25-i qədər götürmək lazım gəlir.

$A + B - D = 0$ bərabərliyindən $(\Delta\gamma + \Delta\alpha)$ cəminin qiyməti real qiymətə yaxın alınır.

Əgər CKH2, CKH3 üçün balansirin orta uzunluğunu bilsək, ölçü ştokunun uzunluğunu təyin etmək olar. Buradan aydın olur ki, balansirin, ştokun və ətalət momentinin gözlənilə bilən xətalərinə görə ştokun uzunluğu tapılır ki, bu da həqiqiyə daha yaxın alınır.

Yuxarıda göstərilən qayda üzrə CKH5 və CKH10-3315 mancanaq dəzgahları üçün (1) ifadəsi qüvvədə qalır. Burada $x_1 = x_2 = x$ qəbul edildikdə, ölçü ştoku balansirin fırlanma oxuna nəzərən simmetrik yerləşdikdə, şəkil 1.2-də göstərilən $\Delta x_{1\tau}$ və $\Delta x_{2\tau}$ deformasiyaları bir-birindən fərqlənir. $\Delta x_{1\tau} = \Delta x_{2\tau} = \Delta x_\tau$ almaq üçün, ölçü ştokunu balansirin fırlanma oxuna nəzərən qeyri-simmetrik yerləşdirmək lazım gəlir. Yəni $x_1 \neq x_2$ olur.

Bu zaman aşağıdakı düsturlar alınır:

$$\begin{aligned} x_1 &= x_{1n} \left(1 \pm \frac{\Delta x}{x_{1n}} \right); \quad x_2 = x_{2n} \left(1 \pm \frac{\Delta x}{x_{2n}} \right); \\ l_1 &= l_{1n} \left(1 \pm \frac{l x}{l_{1n}} \right); \quad l_2 = l_{2n} \left(1 \pm \frac{l x}{l_{2n}} \right); \\ J &= J_n \left(1 \pm \frac{J x}{J_n} \right); \end{aligned} \quad (15)$$

olur.

(15) ifadəsini (1)-də nəzərə alaraq və çevirmə aparsaq dəyişmələrin ikinci, üçüncü dərəcələrini və onların hasilini qalan hədlərə nisbətən nəzərədən atmış olsaq aşağıdakı ifadəni almış olarıq

$$\beta' = \mp(B_1 + A_1 + A_2 - D), \quad (16)$$

Burada

$$\begin{aligned} A_1 + A_2 &= \frac{5 \frac{x_{2n}}{l_{1n}} \left(\frac{\Delta x}{x_{1n}} - \frac{\Delta l}{l_{1n}} \right) \pm 2 \left(\frac{x_{1n}}{l_{1n}} \right)^2 \left(\frac{\Delta x}{x_{1n}} - \frac{\Delta l}{l_{1n}} \right) + 3 \left(\frac{x_{2n}}{l_{2n}} \right)^3}{6 - 5 \frac{x_{1n}}{l_{1n}} + \left(\frac{x_{1n}}{l_{1n}} \right)^2 + 3 \left(\frac{x_{2n}}{l_{1n}} \right)^3 \left(5 \frac{x_{2n}}{l_{2n}} + \left(\frac{x_{2n}}{l_{2n}} \right)^2 \right)} \cdot \\ &\cdot \left(\pm 5 \frac{x_{2n}}{x_{1n}} + \frac{\Delta x}{x_{2n}} - \frac{\Delta l}{l_{2n}} \right) + 2 \left(\frac{x_{2n}}{l_{2n}} \right)^2 \left(\frac{\Delta x}{x_{2n}} - \frac{\Delta l}{l_{2n}} \right), \end{aligned} \quad (17)$$

(13) ifadəsini (16)-da nəzərə alaraq çevirmələr aparsaq, β' -in alınmış ifadəsində $x_{1n} = x_{2n} = x_n$ qəbul edərək ölçü ştokunda yarana biləcək Δx -I sıfır qəbul etsək və alınmış yeni ifadəni sıfıra bərabər götürsək aşağıdakı ifadəni almış olarıq:

$$\begin{aligned} &[(2(m_1 - a) - D)d_2 - m_4]y^2 + y[5(2(m_1 - a) - 1)d_1 + m_3] + \\ &+ 24[2(m_1 - a) - D] = 0, \end{aligned} \quad (18)$$

Burada

$$\begin{aligned} m_1 &= \frac{\Delta\varphi}{l_{1n}}; \quad a = \frac{\Delta J}{J_n}; \quad d_1 = 1 - 3 \frac{l_{1n}}{l_{2n}}, \\ d_r &= 1 + 3 \left(\frac{l_{1n}}{l_{2n}} \right)^2; \quad m_3 = 5 \left(3_1 - 3 \frac{l_{1n}}{l_{2n}} \right), \\ m_4 &= 2 \left(m_1 - 3 \frac{l_{1n}^2}{l_{2n}^2} \right); \quad y = \frac{x_n}{l_{1n}}. \end{aligned} \quad (19)$$

(18) tənliyini həll etsək

$$y = \frac{B_1 + \sqrt{B_1^2 + 4B_2}}{2}$$

alırıq. Burada

$$B_1 = \frac{5(2(m_1 - a) - 1)d_1 m_3}{(2(m_1 - a) - D)d_2 - m_4}; \quad B_2 = \frac{24(2(m_1 - a) - D)}{(2(m_1 - a) - D)d_2 - m_4};$$

olacaqdır.

CKH10-3315 və CKH10-3012 tipli mancanaq dəzgahları üçün ölçü ştokunun uzunluğunun bir hissəsi

$$x_n = l_{1n} \cdot \frac{B_1 + \sqrt{B_1^2 + 4B_2}}{2}$$

kimi alınır. Nəzərdə tutulan artımlara uyğun hesablama aparmış olsaq, $x_n = 0,25 \cdot l_m$ olduğunu alırıq. Alınmış x_n -in qiyməti praktikanın tələbatını tam ödəyir.

Nəticə. Alınmış düsturların birgə analizi ilə balansirin orta uzunluğu seçilir və ona uyğun olaraq ölçü ştokunun uzunluğu dəqiq təyin edilir. Beləliklə, aydın olur ki, balansirin, ştokun və ətalət momentinin gözlənilə bilən xətalara görə ştokun uzunluğu tapılır və bu da həqiqi qiymətə daha yaxın alınır.

Eyni zamanda deformasiyanın ölçülməsində yaranan statiki xətanın təyini üçün alınmış ümumi analitik ifadə ümumilikdə balansirin dönmə oxuna nəzərən konstruktiv ölçülərin dəqiq təyin olunmasına imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Məmmədov F.İ., Dadaşova R.B., Quliyeva A.İ., Məmmədov C.F. Dərinlik nasosunun cilalanmış çubuğunda mexaniki qüvvələrin ölçülməsi üsulu // “Sənaye mülkiyyəti” rəsmi bülleten. Nat.98/001182 B.№1, 2001, s.14
2. Məmmədov F.İ., Quliyeva A.İ. Drossel tipli induktiv vericinin çevirmə xətasının tədqiqi // Elmi Xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. c. 6, №1. Sumqayıt: SDU, 2006, s.58-62
3. Мамедов Ф.И., Дадашева Р.Б, Мамедов Ф.И. Определение и коррекции погрешности от типа станка-качалки при измерении усилий в полированном итоге глубинного насоса // Автоматизация и современные технологии. № 8. М., 1999, с.5-9
4. Касимов Ф.Д., Исмаилова С.А. Исследование механических напряжений в эпитаксиальных датчиках холла различной конфигурации // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. №1. Киев, 2001, с.41-46

РЕЗЮМЕ

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЛГОРИТМА СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ
ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА УСТРОЙСТВА СТАНКА-КАЧАЛКИ ГЛУБИННО-
НАСОСНОЙ СТАНЦИИ.**

Кулиева А.И., Джамалханова И.С.

Ключевые слова: нефтяная скважина, устройства станка-качалки балансир, чувствительный элемент, систематическая погрешность, аналитическое выражение.

Исследованы геометрические размеры балансира, оптимальное размещения чувствительного элемента на балансира и измерение систематической погрешности чувствительного элемента во время измерения деформации, выявленные за счет сил действующих на балансир устройства станка-качалки глубинно-насосной станции.

На основании аналитического выражения механической деформации, созданные, силами, получена сила действующая на шток, геометрические размеры рукава по отношению к углу поворота балансира, решены задачи определения точек, которые могут создать самое большое механическое перемещение для размещения чувствительного элемента, получены выражения для определения систематической погрешности чувствительного элемента.

SUMMARY

**ALGORITHM OF DETERMINATION OF SYSTEMATICAL ERRORS OF SENSING
ELEMENT OF PUMPJACK INSTALLATION OF DEEP WELL PUMP STATION.**

Guliyeva A.I., Jamalkhanova I.S.

Key words: oil well, pumpjack installation balance beam, sensing element, systematical error, analytical model

The geometrical measures of the balance beam are the matter of investigation for the optimal placement of the sensing element on balance beam for the measurement of systematical errors of sensing element during the measurement of deformation which caused by the power of pumpjack installation of well deep station.

Analytical model of mechanical deformation promoted to determine the power, loading the shaft and to define the geometrical measures of branches in accordance with the angle of balance beam turn. Besides, the study contributed to determine the spots that might bring about a big mechanical relocation during the placement of the sensing element and to obtain the determination model of systematical errors of sensing element.

Daxilolma tarixi:	Ilkin variant	07.11.2019
	Son variant	10.03.2020

MÜNDƏRİCAT * СОДЕРЖАНИЕ * CONTENTS

Fizika və riyaziyyat

1. *Eyvazli G.M.* Sonlu parçada dördtərtibli operator-diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsinin Fredholm mənaada həll olunması haqqında 4
2. *Агамалыева (Рустамова) К. Ф.* О полуэмпирической теории турбулентности 9

Kimya

3. *Ağayev Ə.Ə., Aşurov D.Ə., Tarverdiyev Ş.Ə., Nəsirova İ.M.* Hidridsilanların 2-sian-bisiklo-(2,2,1)-hepten-5 ilə qarşılıqlı təsiri 15
4. *Самедов М.М., Гасанова Т.Ш., Мамедова Г.М.* Исследование процесса разложения природных фосфатов серной кислотой с применением интенсифицирующих добавок - $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 19
5. *Həsənov E.K.* Sintez olunmuş amidoaminlər və təbii neft turşusunun müxtəlif metal duzlarının kompozisiyasının konservasiya mayeləri kimi tədqiqi 24
6. *Musayeva E.S.* Catalytic liquid phase oxidation of the pyrocondensate fraction 130-190° C by hydrogen peroxide in the presence of cerium containing polyoxotungstate 29
7. *Qəhrəmanova G.H.* As_2Se_3 - Tm_2Se_3 kəsiyi və TmAsSe_3 birləşməsinin homogenlik sahəsinin tədqiqi 32
8. *Hacıyeva X.Ə.* 2,6 diizopropil-4-metilfenolun alınma prosesinin tədqiqi 38
9. *Qurbanova M.Ə.* Yanar mayelərin söndürülməsində tətbiq olunan yangınsöndürücü köpüklərin ətraf mühitə təsirinin müqayisəli analizi 41

Biologiya

10. *Həsənova S.Q., Həsənova S.Q., Məmmədova S.Ə.* RAPD və ISSR molekulyar markerlərlə noxud nümunələrində növdaxili polimorfizmin öyrənilməsi 48
11. *Hüseynov R.Ə., Ağayeva Z.T.* Hipoksiya zamanı orqanizmdə baş verən dəyişikliklər 52

Texnika

12. *Гусейнзаде Ш.С.* Разработка программного обеспечения автоматизации преобразования конечного автомата в сеть Петри 55
13. *Nəsirova E.Ə.* Çevik istehsalat sisteminin idarəetmə funksiyalarının biliklərin müxtəlif təsvir üsulları ilə modelləşdirilməsi məsələləri 63
14. *Əliyeva A.Q.* Petri şəbəkəsi ilə idarəetmə sisteminin modelləşdirilməsi və korporativ şəbəkədə tətbiqi 70
15. *Zeynalova S.M.* Çevik istehsal sisteminin elektron interfeyslərinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə alətinin işlənməsi 77
16. *Muradli Z.M.* Mexaniki yığım sahəsinin idarəetmə alqoritminin məlumat bazasının qurulması və Petri şəbəkəsi ilə tədqiqi 85
17. *Quliyeva A.İ., Camalxanova İ.S.* Dərinlik nasos stansiyasının mancanaq qurğusunun həssas elementinin sistematik xətasının təyini alqoritmi 92

Kompüter yığımı	<i>S.Şahverdiyeva</i>
Texniki redaktor	<i>E.Həsəratova</i>
Dil dəstəyi	<i>Linqvistik Mərkəz</i>

Çapa imzalanmışdır: 30.09.2020-ci il
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70*108 ¼
Yüksək çap üsulu. Həcmi: 23,18 ş.ç.v.
Sifariş 186. Tiraj 250 nüsxə.
Qiyməti müqavilə yolu ilə.

Sumqayıt Dövlət Universiteti
Redaksiya və nəşr işləri şöbəsi

Müxbir ünvan:

Azərbaycan, 5008, Sumqayıt, 43-cü məhəllə
Tel: (0-12) 448-12-74
(0-18) 644-70-41
Faks: (0-18) 642-02-70

Web: <https://www.ssu-scientificnews.edu.az>

E-mail: sdu.elmixeberler@mail.ru