

УДК 519.95

ПОЛИНОМИАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПОЛНОЙ РЕАКЦИИ ОДНОГО КЛАССА ДВОИЧНЫХ МОДУЛЯРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ФЕЙЗИЕВ ФИКРАТ ГЮЛЬАЛИ оглу

1-Сумгаитский государственный университет, профессор

МЕХТИЕВА МАРАЛ РЗАБАЛА гызы

2- Бакинский государственный университет, доцент

БАЙРАМОВА АЙСЕЛЬ АЛИМгызы

3-Сумгаитский технический колледж при СГУ, преподаватель

FeyziyevFG@mail.ru

Ключевые слова: модулярные динамические системы, формула полной реакции, полиномиальное представление; неизвестные коэффициенты, рекуррентное соотношение.

Рассматривается вопрос полиномиального представления полной реакции одного класса двоичных модулярных динамических систем и приводится формула полиномиального представления. Для заданных входной последовательности и последовательности состояния предлагается рекуррентное соотношение для нахождения неизвестных коэффициентов полиномиального представления. Приводится пример для полиномиального представления полной реакции специальной двоичной модулярной динамической системы. Приводится пример получения рекуррентного соотношения для нахождения одного специального коэффициента полиномиального представления.

Введение. Конечные последовательностные машины или модулярные динамические системы (МДС) функционируют над конечными полями или кольцами [1-7]. Они широко применяются в вычислительной технике, системах диагностики, кодировании и декодировании дискретных сообщений, моделировании и управлении непрерывных и дискретных объектов и т.д. [1, 2, 5, 6, 8-13]. Такая широкая область применения стимулирует развитие теории и методологии приложений МДС. Различные теоретические задачи и задачи, связанные с методологией применения МДС, основываются на уравнении, описывающем их поведение в пространстве состояний (на языке «вход–состояние–выход») или на выражении представления их полной реакции (на языке «входно–выходных» соотношений). К настоящему времени получены полиномиальные соотношения в виде двухзначного аналога полинома Вольтерры для представления полной реакции для различных классов двоичных МДС (ДМДС) [5-7, 14-16]. В этих работах рассматриваются ДМДС, характеризующиеся «входно–выходным» функциональным соотношением. Однако несомненный интерес представляет рассмотрение двоичных ДМДС, в которых характеризуется функциональное соотношение, осуществляющее преобразование «вход, состояния» на «состояние» или на «выход». В данной работе, рассматривается вопрос полиномиального представления одного класса ДМДС, которое характеризуется функциональным соотношением, осуществляющим преобразование «вход, состояния» на «состояние».

1. Постановка задачи. Рассмотрим ДМДС, описываемую в пространстве состояний:

$$\begin{aligned} s[n+1] &= F(s[n], u[n]), \quad GF(2), \\ \text{Фейзиев Ф.Г., Мехтиева М.Р., Байрамова Ф.Ф.} \end{aligned} \quad (1)$$
$$s[0] = s_0.$$

Здесь $n \in Z_0$, $s[n]$ – последовательности состояния, $u[n]$ – входная последовательности и $F(\dots) = (F_1(\dots), \dots, F_k(\dots))^T$, где Z_0 – множество неотрицательных целых чисел,

$s[n] = (s_1[n], \dots, s_k[n]) \in GF^k(2)$, $s_0 = (s_{0,1}, \dots, s_{0,k}) \in GF^k(2)$ - заданный вектор начального состояния, $u[n] = (u_1[n], \dots, u_r[n]) \in GF^r(2)$, $GF(2)$ есть конечное поле, а $GF^k(2)$ и $GF^r(2)$ есть k и r - мерные линейные пространства над полем $GF(2)$ соответственно.

Задача полиномиального представления ДМДС (1) состоит в представлении отображения $F(\dots)$ в виде полинома над полем $GF(2)$ и в определении неизвестных коэффициентов этого полинома при известных последовательностях $s[n]$ и $u[n]$ ДМДС.

2. Полиномиальное соотношение для представления полной реакции ДМДС. В (1) для каждой $\nu \in \{1, \dots, k\}$ отображение $F_\nu(s[n], u[n])$ можно записать в виде модулярной функции f_ν , зависящей от $k+r$ аргументов:

$$F_\nu(s[n], u[n]) = f_\nu(s_1[n], \dots, s_k[n], u_1[n], \dots, u_r[n]), \nu = 1, \dots, k. \quad (2)$$

При каждом n модулярную функцию $f_\nu(\dots)$ можно представить в виде полинома над конечным полем $GF(2)$ с помощью произведения элементов множества

$$U = \{s_1[n], \dots, s_k[n], u_1[n], \dots, u_r[n]\} \quad (3)$$

в различных возможных комбинациях. В возможных разных комбинациях произведений элементов из U число множителей может быть от нуля до $k+r$ и количество таких произведений суть 2^{k+r} . Каждое такое произведение имеет коэффициенты из поля $GF(2)$.

Выберем произвольное $i \in \{0, \dots, k+r\}$ и рассмотрим произведения элементов из (3) в различных комбинациях, количество множителей из $U_1 = \{s_1[n], \dots, s_k[n]\}$ и $U_2 = \{u_1[n], \dots, u_r[n]\}$ которых равно соответственно m и ℓ , где $0 \leq m \leq k, 0 \leq \ell \leq r$ и $m + \ell = i$. Тогда это произведение в общем виде можно представить в виде

$$\prod_{\xi=1}^m s_{\alpha_\xi}[n] \prod_{\sigma=1}^{\ell} u_{\beta_\sigma}[n],$$

где $(\alpha_1, \dots, \alpha_m) \in \Omega_1(m)$, $(\beta_1, \dots, \beta_\ell) \in \Omega_2(\ell)$, причем

$$\Omega_1(m) = \{\bar{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_m) \mid 1 \leq \alpha_1 < \dots < \alpha_m \leq k\}, \quad (4)$$

$$\Omega_2(\ell) = \{\bar{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_\ell) \mid 1 \leq \beta_1 < \dots < \beta_\ell \leq r\}. \quad (5)$$

Пусть

$$\Phi(i) = \{(m, \ell) \mid i = m + \ell\}. \quad (6)$$

Тогда

$$\begin{aligned} f_\nu(s_1[n], \dots, s_k[n], u_1[n], \dots, u_r[n]) = \\ = \sum_{i=0}^{k+r} \sum_{(m, \ell) \in \Phi(i)} \sum_{(\bar{\alpha}, \bar{\beta}) \in \Omega_1(m) \times \Omega_2(\ell)} K_\nu^{(m, \ell)}[\bar{\alpha}, \bar{\beta}] \prod_{\xi=1}^m s_{\alpha_\xi}[n] \prod_{\sigma=1}^{\ell} u_{\beta_\sigma}[n], GF(2), \nu = 1, \dots, k, \end{aligned} \quad (7)$$

где $K_\nu^{(m, \ell)}[\bar{\alpha}, \bar{\beta}]$, $(\bar{\alpha}, \bar{\beta}) \in \Omega_1(m) \times \Omega_2(m)$, $(m, \ell) \in \Phi(i)$, $i \in \{1, \dots, k+r\}$, $\nu \in \{1, \dots, k\}$, суть коэффициенты, являющиеся элементами из $GF(2)$, а запись $GF(2)$ в формуле (7) означает, что операция сложения и умножения происходит над полем $GF(2)$, т.е. эти операции, суть операции соответственно сложения и умножения по модулю 2.

Ясно, что при $i = 0$ множество $\Phi(i) = \{(m, \ell) \mid i = m + \ell\} = \{(0, 0)\}$, и поэтому множества

$\Omega_1(m)$ и $\Omega_2(\ell)$ есть пустые множества. Поэтому при $i = 0$ коэффициенты $K_\nu^{(m, \ell)}[\bar{\alpha}, \bar{\beta}]$ будем записывать в виде $K_\nu^{(0, 0)}$. Кроме того, при $m = 0, \ell > 0$ и $m > 0, \ell = 0$ коэффициента $K_\nu^{(m, \ell)}[\bar{\alpha}, \bar{\beta}]$ будем записывать в виде $K_\nu^{(0, \ell)}[0, \bar{\beta}]$ и $K_\nu^{(m, 0)}[\bar{\alpha}, 0]$ соответственно.

Таким образом, справедлива теорема:

Теорема 1. Пусть имеют место(3)-(6). Тогда ДМДС (1) может быть представлена в виде следующего полинома

$$s_\nu[n+1] = K_{\nu,0} + \sum_{i=1}^{k+r} \sum_{(m,\ell) \in \Phi(i)} \sum_{(\bar{\alpha}, \bar{\beta}) \in \Omega_1(m) \times \Omega_2(\ell)} K_\nu^{(m,\ell)}[\bar{\alpha}, \bar{\beta}] \prod_{\xi=1}^m s_{\alpha_\xi}[n] \prod_{\sigma=1}^\ell u_{\beta_\sigma}[n], GF(2), \nu=1, \dots, k. \quad (8)$$

Полином (1) является общей формулой для представления ДМДС (1).

3. Нахождение неизвестных коэффициентов полиномиальных представлений для полной реакции ДМДС. Пусть при заданных значениях последовательности $s[n]$ и $u[n]$ известны значения последовательности $s[n+1]$. Найдем в полиноме (8) коэффициенты $K_\nu^{(0,0)}$, $K_\nu^{(m,\ell)}[\bar{\alpha}, \bar{\beta}]$ для всех $(\bar{\alpha}, \bar{\beta}) \in \Omega_1(m) \times \Omega_2(m)$, $(m, \ell) \in \Phi(i)$, $i \in \{1, \dots, k+r\}$, $\nu = \overline{1, k}$. Для этого рассмотрим

$$s_\nu[n+1] = f_\nu(s_1[n], \dots, s_k[n], u_1[n], \dots, u_r[n]), \nu = 1, \dots, k. \quad (9)$$

Из (9) видно, что

$$K_\nu^{(0,0)} = f_\nu(0, \dots, 0, \dots, 0, \dots, 0). \quad (10)$$

Пусть в векторе $s[n]$ суть $s_\gamma[n] = 1$, где $1 \leq \gamma \leq k$, а остальные компоненты $s[n]$ и все компоненты вектора $u[n]$ имеют значение 0. Если эти значения учесть в (8), тогда получим:

$$s_\nu[n+1] = K_\nu^{(0,0)} + K_\nu^{(1,0)}[(\gamma), 0] s_\gamma[n], GF(2), \nu = 1, \dots, k. \quad (11)$$

Из (11) получается, что

$$K_\nu^{(1,0)}[(\gamma), 0] = K_\nu^{(0,0)} + s_\nu[n+1], GF(2), \nu = 1, \dots, k. \quad (12)$$

Пусть в векторе $u[n]$ суть $u_\mu[n] = 1$, где $1 \leq \mu \leq r$, а остальные компоненты $u[n]$ и все компоненты вектора $s[n]$ имеют значение 0. Если эти значения учесть в (8), тогда получим:

$$s_\nu[n+1] = K_\nu^{(0,0)} + K_\nu^{(0,1)}[0, (\mu)] u_\mu[n], GF(2), \nu = 1, \dots, k. \quad (13)$$

Из (11) получается, что

$$K_\nu^{(0,1)}[0, (\mu)] = K_\nu^{(0,0)} + s_\nu[n+1], GF(2), \nu = 1, \dots, k. \quad (14)$$

Пусть в векторе $s[n]$ суть $s_{\gamma_1}[n] = 1$ и $s_{\gamma_2}[n] = 1$, где $1 \leq \gamma_1 < \gamma_2 \leq k$, а остальные компоненты $s[n]$ и все компоненты вектора $u[n]$ имеют значение 0. Если эти значения учесть в (8), тогда получим:

$$s_\nu[n+1] = K_\nu^{(0,0)} + K_\nu^{(1,0)}[(\gamma_1), 0] s_{\gamma_1}[n] + K_\nu^{(1,0)}[(\gamma_2), 0] s_{\gamma_2}[n] + \\ + K_\nu^{(2,0)}[(\gamma_1, \gamma_2), 0] s_{\gamma_1}[n] s_{\gamma_2}[n], GF(2), \nu = 1, \dots, k,$$

или

$$s_\nu[n+1] = K_\nu^{(0,0)} + K_\nu^{(1,0)}[(\gamma_1), 0] + K_\nu^{(1,0)}[(\gamma_2), 0] + K_\nu^{(2,0)}[(\gamma_1, \gamma_2), 0], GF(2), \nu = 1, \dots, k, \quad (15)$$

Из (15) получается, что

$$K_\nu^{(2,0)}[(\gamma_1, \gamma_2), 0] = K_\nu^{(0,0)} + K_\nu^{(1,0)}[(\gamma_1), 0] + K_\nu^{(1,0)}[(\gamma_2), 0] + s_\nu[n+1], GF(2), \nu = 1, \dots, k. \quad (16)$$

Пусть $u_{\mu_1}[n] = 1$ и $u_{\mu_2}[n] = 1$, где $1 \leq \mu_1 < \mu_2 \leq r$, а остальные компоненты вектора $u[n]$ и все компоненты вектора $s[n]$ имеют значение 0. Если эти значения учесть в (8), тогда получим:

$$K_\nu^{(0,2)}[0, (\mu_1, \mu_2)] = K_\nu^{(0,0)} + K_\nu^{(0,1)}[0, (\mu_1)] + K_\nu^{(0,1)}[0, (\mu_2)] + s_\nu[n+1], GF(2), \nu = 1, \dots, k. \quad (17)$$

Пусть $s_\gamma[n] = 1$ и $u_\mu[n] = 1$, где $1 \leq \gamma \leq k$ и $1 \leq \mu \leq r$, а остальные компоненты векторов $s[n]$ и $u[n]$ имеют значение 0. Если эти значения учесть в (8), тогда получим:

$$s_\nu[n+1] = K_\nu^{(0,0)} + K_\nu^{(1,0)}[(\gamma), 0] s_\gamma[n] + K_\nu^{(0,1)}[0, (\mu)] u_\mu[n] + \\ + K_\nu^{(1,1)}[(\gamma), (\mu)] s_\gamma[n] u_\mu[n], GF(2), \nu = 1, \dots, k,$$

или

$$s_\nu[n+1] = K_\nu^{(0,0)} + K_\nu^{(1,0)}[(\gamma), 0] + K_\nu^{(0,1)}[0, (\mu)] + K_\nu^{(1,1)}[(\gamma), (\mu)], \quad GF(2), \nu = 1, \dots, k. \quad (18)$$

Из (18) для $K_\nu^{(1,1)}[(\gamma), (\mu)]$ получим

$$K_\nu^{(1,1)}[(\gamma), (\mu)] = K_\nu^{(0,0)} + K_\nu^{(1,0)}[(\gamma), 0] + K_\nu^{(0,1)}[0, (\mu)] + s_\nu[n+1], \quad GF(2), \nu = 1, \dots, k. \quad (19)$$

Пусть для фиксированных $\bar{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_m) \in \Omega_1(m)$ и $\bar{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_\ell) \in \Omega_2(\ell)$ пусть $s_{\alpha_\eta}[n] = 1, \eta = \overline{1, m}$ и $u_{\beta_\sigma}[n] = 1, \sigma = \overline{1, \ell}$, а остальные компоненты векторов $s[n]$ и $u[n]$ имеют значение 0. Если эти значения учесть в (8), тогда получим:

$$s_\nu[n+1] = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^\ell \sum_{(\xi_1, \dots, \xi_i) \in V_i(m)} \sum_{(\eta_1, \dots, \eta_j) \in R_j(\ell)} K_\nu^{(i,j)}[(\alpha_{\xi_1}, \dots, \alpha_{\xi_i}), (\beta_{\eta_1}, \dots, \beta_{\eta_j})] \times \\ \times \prod_{\gamma=1}^i s_{\alpha_{\xi_\gamma}}[n] \prod_{\sigma=1}^j u_{\beta_{\eta_\sigma}}[n], \quad GF(2), \nu = 1, \dots, k, \quad (20)$$

где

$$V_i(m) = \{(\xi_1, \dots, \xi_i) | 1 \leq \xi_1 < \dots < \xi_i \leq m\}, \quad R_j(\ell) = \{(\eta_1, \dots, \eta_j) | 1 \leq \eta_1 < \dots < \eta_j \leq \ell\}.$$

Ясно, что при $i = m$ и $j = \ell$ в правой части получается член с самыми высокими степенями и коэффициент этого члена суть $K_\nu^{(i,j)}[(\alpha_{\xi_1}, \dots, \alpha_{\xi_i}), (\beta_{\eta_1}, \dots, \beta_{\eta_j})]$, где $\bar{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_m) \in \Omega_1(m)$ и $\bar{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_\ell) \in \Omega_2(\ell)$. Отметим, что при $i = m$ и $j = \ell$ каждое множество $V_i(m)$ и $R_j(\ell)$ имеет один элемент и эти элементы суть $(1, 2, \dots, m)$ и $(1, 2, \dots, \ell)$ соответственно. Этим элементам соответствуют векторы $\bar{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_m) \in \Omega_1(m)$ и $\bar{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_\ell) \in \Omega_2(\ell)$. Поэтому

$$K_\nu^{(i,j)}[(\alpha_{\xi_1}, \dots, \alpha_{\xi_i}), (\beta_{\eta_1}, \dots, \beta_{\eta_j})] = K_\nu^{(m,\ell)}[(\alpha_1, \dots, \alpha_m), (\beta_1, \dots, \beta_\ell)].$$

Учитывая, что $s_{\alpha_\eta}[n] = 1, \eta = \overline{1, m}$ и $u_{\beta_\sigma}[n] = 1, \sigma = \overline{1, \ell}$, а остальные компоненты векторов $s[n]$ и $u[n]$ имеют значение 0, из формулы (20) получим:

$$s_\nu[n+1] = \sum_{(i,j) \in \Gamma(m,\ell)} \sum_{(\xi_1, \dots, \xi_i) \in V_i(m)} \sum_{(\eta_1, \dots, \eta_j) \in R_j(\ell)} K_\nu^{(i,j)}[(\alpha_{\xi_1}, \dots, \alpha_{\xi_i}), (\beta_{\eta_1}, \dots, \beta_{\eta_j})], \quad GF(2), \nu = 1, \dots, k, \quad (21)$$

где $\Gamma(m, \ell) = \{(i, j) | i = \overline{1, m}, j = \overline{1, \ell}\}$. Для нахождения $K_\nu^{(m,\ell)}[(\alpha_1, \dots, \alpha_m), (\beta_1, \dots, \beta_\ell)]$ формулы (21) пишем в виде:

$$s_\nu[n+1] = K_\nu^{(m,\ell)}[(\alpha_1, \dots, \alpha_m), (\beta_1, \dots, \beta_\ell)] + \\ + \sum_{(i,j) \in \Gamma_1(m,\ell)} \sum_{(\xi_1, \dots, \xi_i) \in V_i(m)} \sum_{(\eta_1, \dots, \eta_j) \in R_j(\ell)} K_\nu^{(i,j)}[(\alpha_{\xi_1}, \dots, \alpha_{\xi_i}), (\beta_{\eta_1}, \dots, \beta_{\eta_j})], \quad GF(2), \nu = 1, \dots, k, \quad (22)$$

где $\Gamma_1(m, \ell) = \Gamma(m, \ell) \setminus \{(m, \ell)\}$.

Таким образом, для нахождения $K_\nu^{(m,\ell)}[(\alpha_1, \dots, \alpha_m), (\beta_1, \dots, \beta_\ell)]$ из формулы (22) получим:

$$K_\nu^{(m,\ell)}[(\alpha_1, \dots, \alpha_m), (\beta_1, \dots, \beta_\ell)] = s_\nu[n+1] + \\ + \sum_{(i,j) \in \Gamma_1(m,\ell)} \sum_{(\xi_1, \dots, \xi_i) \in V_i(m)} \sum_{(\eta_1, \dots, \eta_j) \in R_j(\ell)} K_\nu^{(i,j)}[(\alpha_{\xi_1}, \dots, \alpha_{\xi_i}), (\beta_{\eta_1}, \dots, \beta_{\eta_j})], \quad GF(2), \nu = 1, \dots, k, \quad (23)$$

Таким образом, справедлива теорема:

Теорема 2. Пусть для фиксированных $\bar{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_m) \in \Omega_1(m)$ и $\bar{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_\ell) \in \Omega_2(\ell)$ пусть $s_{\alpha_\eta}[n] = 1, \eta = \overline{1, m}$ и $u_{\beta_\sigma}[n] = 1, \sigma = \overline{1, \ell}$, а остальные компоненты векторов $s[n]$ и $u[n]$ имеют значение 0. Тогда коэффициент, соответствующий члену с самыми высокими степенями в полиноме (8), суть коэффициент $K_\nu^{(m,\ell)}[(\alpha_1, \dots, \alpha_m), (\beta_1, \dots, \beta_\ell)]$ и для определения этого коэффициента справедлива формула (23).

Формула (23) вместе с формулами (10),(12),(14),(16),(17),(19) определяет рекуррентное соотношение для нахождения коэффициентов полинома (8) при известных значениях входных последовательностей и последовательностей состояния в такте n и последовательностей состояния в такте $n+1$ ДМДС (8).

4. Пример 1. Пусть $k=2$, $r=2$. Тогда $k+r=4$. Выводим формулу для детального описания ДМДС (8). Ясно, что возможны следующие случаи:

Случай $i=0$. В этом случае $\Phi(0)=\emptyset$. Этому случаю соответствует член $\Gamma_{1,\nu}=K_{\nu}^{(0,0)}$.

Случай $i=1$. В этом случае $\Phi(1)=\{(1,0),(0,1)\}$.

а) $(m,\ell)=(1,0)$. При этом $\Omega_1(1)=\{\bar{\alpha}=(\alpha_1)|1\leq\alpha_1\leq 2\}=\{(1),(2)\}$ и $\Omega_2(0)=\emptyset$.

$(m,\ell)=(1,0)$ соответствуют следующие члены:

$$\Gamma_{2,\nu}=K_{\nu}^{(1,0)}[(1,0)s_1[n], \Gamma_{3,\nu}=K_{\nu}^{(1,0)}[(2,0)s_2[n].$$

б) $(m,\ell)=(0,1)$. При этом $\Omega_1(0)=\emptyset$ и $\Omega_2(1)=\{\bar{\beta}=(\beta_1)|1\leq\beta_1\leq 2\}=\{(1),(2)\}$.

Поэтому этому случаю соответствуют следующие члены:

$$\Gamma_{4,\nu}=K_{\nu}^{(0,1)}[0,(1)u_1[n], \Gamma_{5,\nu}=K_{\nu}^{(0,1)}[0,(2)u_2[n].$$

Случай $i=2$. В этом случае $\Phi(2)=\{(1,1),(0,2),(2,0)\}$.

а) $(m,\ell)=(1,1)$. При этом

$\Omega_1(1)=\{\bar{\alpha}=(\alpha_1)|1\leq\alpha_1\leq 2\}=\{(1),(2)\}$, $\Omega_2(2)=\{\bar{\beta}=(\beta_1)|1\leq\beta_1\leq 2\}=\{(1),(2)\}$.

$(m,\ell)=(1,1)$ соответствуют следующие члены:

$$\Gamma_{6,\nu}=K_{\nu}^{(1,1)}[(1,(1))s_1[n]u_1[n], \Gamma_{7,\nu}=K_{\nu}^{(1,1)}[(2,(1))s_2[n]u_1[n], \Gamma_{8,\nu}=K_{\nu}^{(1,1)}[(1,(2))s_1[n]u_2[n],$$

$$\Gamma_{9,\nu}=K_{\nu}^{(1,1)}[(2,(2))s_2[n]u_2[n].$$

б) $(m,\ell)=(2,0)$. При этом $\Omega_1(2)=\{\bar{\alpha}=(\alpha_1,\alpha_2)|1\leq\alpha_1<\alpha_2\leq 2\}=\{(1,2)\}$ и $\Omega_2(0)=\emptyset$.

$(m,\ell)=(2,0)$ соответствует член $\Gamma_{10,\nu}=K_{\nu}^{(2,0)}[(1,2,0)s_1[n]s_2[n]$.

в) $(m,\ell)=(0,2)$. При этом $\Omega_1(0)=\emptyset$ и $\Omega_2(2)=\{\bar{\beta}=(\beta_1,\beta_2)|1\leq\beta_1<\beta_2\leq 2\}=\{(1,2)\}$.

$(m,\ell)=(0,2)$ соответствует член $\Gamma_{11,\nu}=K_{\nu}^{(0,2)}[0,(1,2)u_1[n]u_2[n]$.

Случай $i=3$. В этом случае $\Phi(3)=\{(2,1),(1,2)\}$.

а) $(m,\ell)=(2,1)$. При этом

$\Omega_1(2)=\{\bar{\alpha}=(\alpha_1,\alpha_2)|1\leq\alpha_1<\alpha_2\leq 2\}=\{(1,2)\}$, $\Omega_2(1)=\{\bar{\beta}=(\beta_1)|1\leq\beta_1\leq 2\}=\{(1),(2)\}$.

$(m,\ell)=(2,1)$ соответствуют следующие члены:

$$\Gamma_{12,\nu}=K_{\nu}^{(2,1)}[(1,2),(1))s_1[n]s_2[n]u_1[n], \Gamma_{13,\nu}=K_{\nu}^{(2,1)}[(1,2),(2))s_1[n]s_2[n]u_2[n].$$

б) $(m,\ell)=(1,2)$. При этом

$\Omega_1(1)=\{\bar{\alpha}=(\alpha_1)|1\leq\alpha_1\leq 2\}=\{(1),(2)\}$, $\Omega_2(2)=\{\bar{\beta}=(\beta_1,\beta_2)|1\leq\beta_1<\beta_2\leq 2\}=\{(1,2)\}$.

$(m,\ell)=(1,2)$ соответствуют следующие члены:

$$\Gamma_{14,\nu}=K_{\nu}^{(1,2)}[(1),(1,2))s_1[n]u_1[n]u_2[n], \Gamma_{15,\nu}=K_{\nu}^{(1,2)}[(1),(2,2))s_1[n]u_1[n]u_2[n],$$

Случай $i=4$. В этому случаю $\Phi(4)=\{(2,2)\}$. При этом

$\Omega_1(2)=\{\bar{\alpha}=(\alpha_1,\alpha_2)|1\leq\alpha_1<\alpha_2\leq 2\}=\{(1,2)\}$, $\Omega_2(2)=\{\bar{\beta}=(\beta_1,\beta_2)|1\leq\beta_1<\beta_2\leq 2\}=\{(1,2)\}$.

Поэтому этому случаю соответствуют члены:

$$\Gamma_{16,\nu}=K_{\nu}^{(2,2)}[(1,2),(1,2))s_1[n]s_2[n]u_1[n]u_2[n].$$

Таким образом:

$$s_{\nu}[n+1]=K_{\nu}^{(0,0)}+K_{\nu}^{(1,0)}[(1,0)s_1[n]+K_{\nu}^{(1,0)}[(2,0)s_2[n]+K_{\nu}^{(0,1)}[0,(1)u_1[n]+K_{\nu}^{(0,1)}[0,(2)u_2[n]+$$

$$\begin{aligned}
& + K_v^{(1,1)}[(1),(1)]s_1[n]u_1[n] + K_v^{(1,1)}[(2),(1)]s_2[n]u_1[n] + K_v^{(1,1)}[(1),(2)]s_1[n]u_2[n] + (24) \\
& + K_v^{(1,1)}[(2),(2)]s_2[n]u_2[n] + K_v^{(2,0)}[(1,2),0]s_1[n]s_2[n] + K_v^{(0,2)}[0,(1,2)]u_1[n]u_2[n] + \\
& + K_v^{(2,1)}[(1,2),(1)]s_1[n]s_2[n]u_1[n] + K_v^{(2,1)}[(1,2),(2)]s_1[n]s_2[n]u_2[n] + \\
& + K_v^{(1,2)}[(1),(1,2)]s_1[n]u_1[n]u_2[n] + K_v^{(1,2)}[(1),(1,2)]s_1[n]u_1[n]u_2[n] + \\
& + K_v^{(2,2)}[(1,2),(1,2)]s_1[n]s_2[n]u_1[n]u_2[n], GF(2), \nu = 1, \dots, k.
\end{aligned}$$

5. Пример 2. Пусть $k = 2$, $r = 2$. На основе формулы (23) выводим рекуррентное соотношение для нахождения коэффициента, например, $K_v^{(2,1)}[(1,2),(1)]$ в полиноме (24) при известных значениях входных последовательностей и последовательностей состояния в такте n и последовательностей состояния в такте $n + 1$. По формуле (23) имеем:

Ясно, что

$$\begin{aligned}
\Gamma(2,1) &= \{(0,0), (0,1), (1,0), (1,1), (2,0), (2,1)\}, \quad \Gamma_1(2,1) = \{(0,0), (0,1), (1,0), (1,1), (2,0)\}, \\
V_2(2) &= \{(1,2)\}, \quad V_1(2) = \{(1),(2)\}, \quad V_0(2) = \emptyset, \\
R_1(1) &= \{(1)\}, \quad R_0(1) = \emptyset.
\end{aligned} \tag{25}$$

По формулам (23),(25) имеем:

$$\begin{aligned}
K_v^{(2,1)}[(1,2),(1)] &= s_v[n+1] + K_v^{(2,0)}[(1,2),0] + K_v^{(1,1)}[(1),(1)] + K_v^{(1,1)}[(2),(1)] + \\
&+ K_v^{(1,0)}[(1),0] + K_v^{(1,0)}[(2),0] + K_v^{(0,1)}[0,(1)] + K_v^{(0,0)}, GF(2), \nu = \overline{1,k}.
\end{aligned}$$

6. Заключение. Полиномиальное представление в виде (8) для ДМДС (1) является общим функциональным соотношением и может быть использовано при исследовании их различных свойств, при постановке и решении для них различных математических и прикладных задач и т.д. Полученное рекуррентное соотношение для определения коэффициентов полиномиальных представлений может быть использовано при разработке алгоритмов и программ для вычисления значений этих коэффициентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гилл А. Линейные последовательностные машины. М.: Наука, 1974, 288 с.
2. Фараджев Р.Г. Линейные последовательностные машины. М.: Сов.А, 1975, 248 с.
3. Блюмин С.Л., Фараджев Р.Г. Анализ и синтез конечных линейных последовательностно-клеточных машин// Автоматика и телемеханика. №6. М.: Наука, 1981, с. 57-66
4. Блюмин С.Л., Фараджев Р.Г. Линейные клеточные машины: Подход пространства состояний (обзор)// Автоматика и телемеханика. №2. М.: Наука, 1982, с. 125-163
5. Фараджев Р.Г., Фейзиев Ф.Г. Методы и алгоритмы решения задачи квадратичной оптимизации для двоичных последовательностных машин. Баку: Элм, 1996, 180 с.
6. Фейзиев Ф.Г., Фараджева М.Р. Модулярные последовательностные машины: Основные результаты по теории и приложению. Баку: Элм, 2006, 234 с.
7. Фейзиев Ф.Г., Самедова З.А. Полиномиальное соотношение для представления полной реакции 3D нелинейных модулярных динамических систем// Электронное моделирование. т. 33, №2, 2011, с. 33-56
8. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. М.: Мир, 1986, 576 с.
9. Латыпов Р.Х., Нуруддинов Ш.Р., Столов Е.Л., Фараджев Р.Г. Применение теории линейных последовательностных машин в системах диагностирования // Автоматика и телемеханика. №8. М.: Наука, 1988, с. 3-27
10. Иванов М.А. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях. М.: Кулиц-образ, 2001, 368 с.

11. Байбатшаев М.Ш. Синтез одного класса систем с двоичной нелинейной последовательностной машиной для управления непрерывным объектом// Сборник трудов ВНИИСИ. Вып. 1, 1978, с.48-58
12. Nagiyev A.T., Feyziyev F.G. The sequential cellular-machining model of the continuous objects with distributing parameters// Germany, Hagen: Seminarberichte, Fachbereich Mathematic. 2001. Band 71, pp. 31-43
13. Блюмин С.Л., Корнеев А.М. Дискретное моделирование систем автоматизации и управления. Монография. Липецкий эколого-гуманитарный институт, 2005, 124 с.
14. Фейзиев Ф.Г., Мехтиева М.Р., Гусейнова А.Дж. Двухзначный аналог полинома Вольтерры для описания полной реакции двоичных многомерных нелинейных модулярных динамических систем// Электронное моделирование. т.39, № 3. Киев, 2017, с. 3-15
15. Фейзиев Ф.Г., Абаева Н.Б. Полиномиальное соотношение для представления полной реакции одного класса двоичных 4D-модулярных динамических систем // Вестник Пермского университета. Серия Математика. Механика. Информатика. вып. 2(45). Пермь, 2019, с.46–54
16. Фейзиев Ф.Г., Мехтиева М.Р. Аналитическое представление полной реакции одного класса двоичных 3D-многомерных нелинейных модулярных динамических систем // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. № 49. Томск, 2019, с. 82-91

XÜLASƏ
BİR SİNİF İKİLİK MODULAR DİNAMİK SİSTEMİN TAM REAKSİYASININ
POLİNOMİAL GÖSTƏRİLİŞİ

Feyziyev F.G., Mehdiyeva M.R., Bayramova A.A.

Açar sözlər: modular dinamik sistemlər, tam reaksiya düsturu, polinomial göstərilis, naməlum əmsallar, rekurrent düstur

Bir sinif ikilik modular dinamik sistemlərin tam reaksiyasının polinomial göstərilisi məsələsinə baxılır və polinomial göstərilis düsturu verilir. Verilmiş giriş və vəziyyət ardıcılıqları üçün polinomial göstərilisin naməlum əmsallarının tapılması üçün rekurrent münasibətlər təklif olunur. Xüsusi ikilik çoxölçülü modular dinamik sistemin tam reaksiyasının analitik göstərilisi üçün nümunə verilir. Polinomial göstərilisin bir xüsusi əmsalının tapılması üçün rekurrent münasibətin çıxarılmasına nümunə verilir.

SUMMARY
POLYNOMIAL DESCRIPTION OF THE FULL REACTION OF ONE CLASS BINARY
MODULAR DYNAMIC SYSTEMS

Feyziyev F.G., Mehtiyeva M.R., Bayramova A.A.

Key words: modular dynamic systems, formula of full reaction, polynomial description, unknown coefficients, recurrence ratio

The question of polynomial description of the full reaction of one class binary modular dynamic systems is considered and formula polynomial description is presented. For the known values input and state sequences, the recurrence relations for finding the unknown coefficients of polynomial descriptions are given. An example for the analytical description of full reaction of a special binary multidimensional modular dynamic system is given. An example of obtaining a recurrence relation for finding one special coefficient of a polynomial description is given.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	13.11.2020
	Son variant	04.03.2020

УДК 517.91

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ НАХОЖДЕНИЯ ОБЩЕГО РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ РИККАТИ

¹ЮСИФОВ БАКИР МАГОМЕД оглу

²МАМЕДОВ АКБЕР ДЖОМАРД оглу

Сумгаитский государственный университет, 1,2 – доцент

Yusifov.bakir@mail.ru

Ключевые слова: уравнение Риккати, уравнение Бернулли, общее уравнение, дифференциальное уравнение.

В данной работе рассматривается задача нахождения общего решения уравнения Риккати. Доказано, что если свободный член удовлетворяет определенным условиям, можно найти общее уравнения Риккати.

Пусть дано дифференциальное уравнение

$$y' = y^n + r(x) \quad (1)$$

Здесь $r(x)$ - заданная непрерывная функция, n - некоторое постоянное число. Будем предполагать, что $n \neq 0, n \neq 1$. Уравнение (1) перепишем в виде

$$y' - p(x)y - y^n = r(x) - p(x)y.$$

Здесь $p(x)$ пока неизвестная непрерывная функция. Потребуем, чтобы удовлетворялись равенства

$$y' - p(x)y - y^n = 0 \quad (2)$$

и

$$r(x) - p(x)y = 0 \quad (3)$$

Уравнение (2) является уравнением Бернулли. Решая уравнение (2), мы получим общий интеграл уравнения Бернулли в виде

$$y(x) = \left[\frac{e^{(n-1)\int p(x)dx}}{c - (n-1)\int e^{(n-1)\int p(x)dx} dx} \right]^{\frac{1}{n-1}} \quad (4)$$

С другой стороны из уравнения (3) имеем

$$y = \frac{r(x)}{p(x)}. \quad (5)$$

Из уравнение (4) и (5) имеем

$$\left[\frac{e^{(n-1)\int p(x)dx}}{c - (n-1)\int e^{(n-1)\int p(x)dx} dx} \right]^{\frac{1}{n-1}} = \frac{r(x)}{p(x)}. \quad (6)$$

Отсюда получается, что если равенство

$$r(x) = p(x) \left[\frac{e^{(n-1) \int p(x) dx}}{c - (n-1) \int e^{(n-1) \int p(x) dx} dx} \right]^{\frac{1}{n-1}} \quad (7)$$

удовлетворяется, то используя равенство (5) или (4), можно найти решение уравнения (1). С целью упрощения равенства (7) обозначим

$$\int e^{(n-1) \int p(x) dx} dx = v(x).$$

Тогда $\gamma'(x) = e^{(n-1) \int p(x) dx}$, $v''(x) = (n-1)p(x)v'(x)$. Учитывая эти равенства в (7), имеем

$$r(x) = \frac{v''(x)}{(n-1)v'(x)} \left[\frac{v'(x)}{c - (n-1)v(x)} \right]^{\frac{1}{n-1}} \quad (8)$$

Тогда равенство (4) имеет вид

$$y(x) = \left[\frac{v'(x)}{c - (n-1)v(x)} \right]^{\frac{1}{n-1}} \quad (9)$$

Пример 1. Пусть $v(x) = x^2$. Тогда $v'(x) = 2x$, $v''(x) = 2$ и равенство (8) примет вид

$$r(x) = \frac{2}{(n-1)2x} \left[\frac{2x}{c - (n-1)x^2} \right]^{\frac{1}{n-1}} = \frac{1}{(n-1)x} \left[\frac{2x}{c - (n-1)x^2} \right]^{\frac{1}{n-1}}.$$

Итак, если уравнение (1) имеет следующий вид

$$y' = y^n + \frac{1}{(n-1)x} \left[\frac{2x}{c - (n-1)x^2} \right]^{\frac{1}{n-1}},$$

то его общим решением является функция

$$y(x) = \left[\frac{2x}{c - (n-1)x^2} \right]^{\frac{1}{n-1}}.$$

Пусть $n = 2$. Тогда уравнение (1) имеет вид $y' = y^2 + r(x)$ и это является уравнением Риккати [1-4]. В этом случае

$$r(x) = \frac{v''(x)}{c - v(x)}$$

и

$$y(x) = \frac{v'(x)}{c - v(x)}.$$

И так получается, что если уравнение Риккати имеет вид

$$y' = y^2 + \frac{v''(x)}{c - v(x)}$$

то его решение

$$y(x) = \frac{v'(x)}{c - v(x)}.$$

Пример 2. Пусть $v(x) = x^2$. Тогда уравнение Риккати имеет вид

$$y' = y^2 + \frac{2}{c - x^2}$$

и его решение $y(x) = \frac{2x}{c-x^2}$.

Пример 3. Пусть $\gamma(x) = \operatorname{tg} x$. Тогда $\gamma'(x) = \frac{1}{\cos^2 x}$, $\gamma''(x) = \frac{2 \sin x}{\cos^3 x}$ и

$$r(x) = \frac{\gamma''}{c - \gamma(x)} = \frac{\frac{2 \sin x}{\cos^3 x}}{c - \operatorname{tg} x} = \frac{2 \sin x}{\cos^2 x (c \cos x - \sin x)}.$$
 Пусть $c = 0$. Тогда $r(x) = -\frac{2}{\cos^2 x}$ и уравнение

Риккати имеет вид $y' = y^2 - \frac{2}{\cos^2 x}$ и его частное решение примет вид

$$y(x) = -\frac{1}{\cos^2 x} \cdot \frac{\cos x}{\sin x} = -\frac{2}{\sin 2x}.$$

Пример 4. Пусть $\gamma(x) = e^{\frac{x^2}{2}} (ax + b)$.

$$\text{Тогда } \gamma'(x) = \gamma(x)x + ae^{\frac{x^2}{2}} = \gamma(x)x + \frac{a\gamma(x)}{ax+b} = \gamma(x)\left(x + \frac{a}{ax+b}\right),$$

$$\gamma''(x) = \gamma'(x)\left(x + \frac{a}{ax+b}\right) + S(x)\left(1 - \frac{a^2}{(ax+b)^2}\right) = S(x)\left(x + \frac{a}{ax+b}\right)^2 +$$

$$+ S(x)\left(1 - \frac{a^2}{(ax+b)^2}\right) = S(x)\left(x^2 + \frac{2ax}{ax+b} + 1\right),$$

$$r(x) = -\frac{\gamma''(x)}{\gamma(x)} = -\left(x^2 + \frac{2ax}{ax+b} + 1\right), \quad y(x) = -\frac{\gamma'(x)}{\gamma(x)} = -\left(x + \frac{a}{ax+b}\right) (c=0).$$

Тогда уравнение Риккати имеет вид $y' = y^2 - \left(x^2 + \frac{2ax}{ax+b} + 1\right)$ и его частным решением

является функция $y(x) = -\left(x + \frac{a}{ax+b}\right)$. Если $a=1, b=0$, то уравнение имеет вид

$$y' = y^2 - (x^2 + 3) \text{ и его частным решением является функция } y(x) = -\left(x + \frac{1}{x}\right).$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений. М.: Физматгиз, 1959, 468 с.
2. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1979, 126 с.
3. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк Н.А. Дифференциальные уравнения: примеры и задачи. М.: Высшая школа, 1980, 382 с.
4. Əhmədov Q.T., Həsənov K.Q., Yaqubov M.H. Adi diferensial tənliklər. Bakı: Bakı Universiteti, 2015, 592 s.

XÜLASƏ

RİKKATİ TƏNLIYİNİN ÜMUMİ HƏLLİNİ TAPMAĞIN BİR ÜSULU HAQQINDA

Yusifov B.M., Məmmədov Ə.C.

Açar sözlər: Rikkati tənliyi, Bernulli tənliyi, ümumi həll, diferensial tənlik.

Birtərtibli adi diferensial tənliklərdən dəyişənlərinə ayrılı bilən, bir tərtibli bircins diferensial tənliyi, birtərtibli xətti diferensial tənliyi, Bernulli tənliyini, tam diferensial tənliyi, bir tərtibli bircins diferensial tənliyə gətirilə bilən diferensial tənliyi kvadratura ilə həll etmək olur. Rikkati tənliyi də bir tərtibli diferensial tənlikdir, lakin ümumi həllini ümumi şəkildə etmək olmur.

Bu məqalədə Rikkati tənliyinin ümumi həllinin tapılması məsələsinə baxılır. İsbat edilir ki, sərbəst hədd müəyyən şərtləri ödədikdə Rikkati tənliyinin ümumi həllini tapmaq olar.

SUMMARY
ABOUT ONE METHOD OF FINDING GENERAL SOLUTION
OF RICCATI EQUATION

Yusifov B.M., Mammadov A.J.

Key words: *Riccati equation, Bernoulli's equation, general solution, differential equation.*

The differential equation, which can be divided into variables from ordinary differential equations of one type, is a quadratic solution of a differential equation, which can be brought to a single-order differential equation, a linear differential equation of one type, Bernoulli equation, a full differential equation, a single-order differential equation. The Riccati equation is also a one-order differential equation. However, the general solution is to impossible do in a general way.

In this article, the question of finding a general solution to the Riccati equation is considered. It is proved that the total solution of the Riccati equation can be found if the free limit pays certain conditions.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	18.12.2019
	Son variant	28.02.2020

MÜASİR MÜHƏRRİK YAĞLARININ TƏRKİBİ VƏ TƏSNİFATI

¹HÜSEYNOVA ELVİRA ƏNVƏROVNA

²ƏCƏMOV KEYKAVUS YUSİF oğlu

³İSMAYILOVA VƏFA AĞASƏMƏDQIZI

⁴ŞİRƏLİYEVƏ ÜLKƏR İLHAMQIZI

⁵ƏLİZADƏ NATİQ NAMİQOĞLU

*Azərbaycan Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, 1-dosent, 2-professor, 5-magistrant
Neftin, Qazın Geotexnoloji problemləri və Kimya Elmi Tədqiqat İnstitutu, 3-e.i., 4-k.e.i.,
elvira_huseynova@mail.ru*

Açar sözlər: baza yağları, mühərrik yağları, mühərrik yağlarının tərkibi, mühərrik yağlarının təsnifat sistemi, aşqarlar.

Məqalədə müasir mühərrik yağları, baza yağlarının karbohidrogen tərkibi, avtomobil mühərrik yağlarının tərkibinə daxil olan aşqarların müxtəlifliyi, mineral və sintetik yağların müqayisəli xarakteristikaları, həmçinin beynəlxalq standartlara əsasən mühərrik yağlarının təsnifatı və izahı barədə ümumi informasiya təqdim edilmişdir.

Mühərrik yağları elə mürəkkəb qarışıqlar hesab edilir ki, onları hər şeydən əvvəl, baza yağları və aşqarlardan ibarət olan birləşmələr kimi xarakterizə etmək olar. Digər qrup sürtkü materialları qrupları ilə müqayisədə baza yağları çox mühüm rol oynayır. Baza yağları elə şəkildə seçilir ki, onlar özlüyünə və funksional xarakteristikalarına görə təsnifata prinsipial olaraq uyğun gəlsin.

Dəqiq beynəlxalq nomenklatura baza yağlarını aşağıdakı altı qrupa bölür:

- ✓ Qrup 1. Tərkibində doymuş karbohidrogenlərin miqdarı $< 90\%$, $80 < \text{Öİ} < 120$, kükürdün miqdarı $S > 0,03\%$ olan həll olan az özlülüklü yağlar.
- ✓ Qrup 2. Doymuş karbohidrogenlərin miqdarı $> 90\%$, $80 < \text{Öİ} < 120$, kükürdün miqdarı $S < 0,03\%$ olan hidrokrekinq yağı.
- ✓ Qrup 3. Tərkibində doymuş karbohidrogenlərin miqdarı $> 90\%$, $\text{Öİ} > 120$, kükürdün miqdarı $S < 0,03\%$ olan hidrokrekinq yağı.
- ✓ Qrup 4. PAO.
- ✓ Qrup 5. Mürəkkəb efirlər və digərləri.
- ✓ Qrup 6. Olefinlərin daxili ikiqat rabitələrlə oliqomerləşmə məhsulları.

Yekun nəticədə, yarım sintetik, sintetik yaradılmış, həmçinin mineral mühərrik yağları alınır.

Mineral mühərrik yağları mineral əsasla malikdir, belə ki, neft mənşəli məhsul hesab edilir və mazutun qovulması yolu ilə istehsal edilir. O, öz xarakteristikalarının qeyri-stabilliyi və yüksək dərəcəli buxarlanma qabiliyyəti ilə fərqlənir. Mineral yağlar həmçinin texniki kənd təsərrüfatı bitkilərindən hazırlana bilər. Belə ki, mineral yağların istehsal texnologiyası nisbətən mürəkkəb deyil – belə yağların qiyməti sintetik yağlara nisbətən xeyli aşağıdır. Təbii təmiz şəkildə mineral yağlara praktiki olaraq rast gəlinmir, belə ki, mineral yağların lazımi sürtgü xassələri yalnız ağır yüklənmələr olmadan “otaq” temperaturunda mövcud ola bilər. Ona görə də yağları daha işləməqabiliyyətli etmək üçün daxili yanma mühərriklərində onlar yalnız stabilləşdirici aşqarlarla birlikdə istifadə olunur.

Mineral yağların tərkibi aşağıdakı kimidir:

1. normal oktan; 2-metilheptan; 2,2,3-trimetilpentan (izooktan) kimi parafinlər;
2. tərkibinə tsiklopentan, tsikloheksan, ditsikloparafinlər, tritsikloparafinlər daxil olan naftenlər (75-80%);
3. tetratsiklonaftalinlər, tetratsikloparafinlər, tritsiklonaftalinlər;

4. mono-, bi-, tri-, tetra- şəklində rast gəlinən aromatik (10-15%), tritsiklobenzolların pentaaromatik birləşmələri, indanlar, tetralinlər, ditsiklobenzol bifenillər.

Minimal miqdarda doymamış və alkan karbohidrogenləri [1-3].

Mövcud yağların tərkibində həmçinin karbohidrogenlərin oksigenli və kükürlü törəmələri, həmçinin qətran-asfalt birləşmələri olur.

Sintetik yağlar. Sintetik karbohidrogen sürtkü yağlarının ilk alınma prosesi rus alimi A.M.Butlerov tərəfindən XIX-cu əsrin 70-ci illərində işlənib hazırlanmışdır. O, göstərmişdir ki, qazvari və yüngül maye doymamış karbohidrogenlər müxtəlif katalizatorların iştirakı ilə mürəkkəb karbohidrogen molekulları əmələ gətirir ki, bunlar da sürtkü yağlarının tərkib hissəsi ola bilər. Lakin onun layihəsinin praktiki tətbiqi uzun müddət olmamışdır. Avtomobillərin və onların mühərriklərinin nisbətən sadə konstruksiyaları neftdən istehsal edilən sürtkü materialları ilə təmin edilir.

Müasir nəqliyyat güclü yüksək dövrüyləli mühərriklərdə yerləşir, yüksək sürətə və yükqaldırma qabiliyyətinə malikdir ki, bu da prinsipial yeni istismar materialları tələb edir. Ona görə də keçən əsrin sonunda süni, sintetik yağlardan daha çox istifadə etməyə başlanmışdır.

İlk sintetik yağlar karbohidrogen mənşəli olmuşdur. Onlar yüksək termiki sabitliyə, aşağı buxarlanma qabiliyyətinə və yaxşı özlülük-temperatur xassələrinə malikdir. Sintetik yağlar neft yağları ilə yaxşı qarışır, müxtəlif aşqarlar ilə "yarımsintetiklər" əmələ gətirir.

Yüksək qiymətinə baxmayaraq (mineral yağlara nisbətən 3-6 dəfəyə qədər çox), uzun müddət işləyən və təmirarası müddətin xeyli artırılmasını təmin edən sintetik yağların istifadəsi iqtisadi cəhətdən məqsədəuyğundur. Bəzi mexanizmlərdə mineral yağlar lazımi iş şəraitini təmin etmirlər. İstifadə olunan baza yağından və mühərrikin tələb olunan xarakteristikalarından asılı olaraq, mühərrik yağlarının tərkibində 30-a qədər müxtəlif aşqarlar ola bilər ki, onların da faiz miqdarı 5-dən 25%-ə qədər hədlərdə dəyişə bilər. Bir qayda olaraq, aşağıda sadalanan maddə kateqoriyaları birdən çox funksiya yerinə yetirir. Bu, mühərrik yağları üçün doğrudur. Məsələn, sink dialkilditiofosfatlar əsasən yeyilmə əleyhinə aşqarlar hesab edilir, həmçinin spesifik parçalanma mexanizmi sayəsində oksidləşmə əleyhinə təsir göstərir. Mühərrik yağlarının istehsalı zamanı istifadə olunan aşqarların əsas tipləri:

1. Özlülük (qatılaşıdırıcı). Mövcud aşqarların funksiyası temperaturun dəyişməsi ilə özlülüynün dəyişmə dərəcəsinin azaldılmasıdır. Tərkibinə poliizobutilen, polimetakrilat, stiolun butalenlərlə sopolimerləri və s. kimi kimyəvi birləşmələr daxildir.
2. Dispersləşdirici (dispersantlar). Bu tip aşqarların təyinatı yağda çirkləndirici qarışıqların xırda dispers vəziyyətdə saxlanılması və alçaq temperaturda şlamin əmələ gəlməsinin qarşısının alınması hesab edilir. Suksinimidlər (kəhrəba turşusu) dispersləşdirici aşqarların tərkibinə daxildir.
3. Antioksidləşdirici və antikorroziya. Onlar yağda oksidləşmə sürətinin və həll olmayan, həmçinin korroziya-aqressiv məhsulların əmələ gəlməsinin azaldılması üçün istifadə olunur. Həmçinin onlar özlülüynün artmasını azaldır və əlvan ərintilərdən hazırlanmış detalların korroziyasının qarşısını alır. Belə növ aşqarların kimyəvi tərkib hissəsinə sink dialkilditiofosfat, sink ditiokarbamat, efirlər, benzotriazol daxildir.
4. Yeyilməyə qarşı və yüklənməyə qarşı aşqarlar sərhəd sürtünməsi zamanı detalların təmas səthinin dağılmasının qarşısını alır, sürtünmə səthində mühafizə örtüyünün əmələ gəlməsi hesabına yeyilməni azaldır. Onlar metalların ditiyo fosfatlarından, qurğuşun naftenatdan, trikrezil fosfatdan və olein turşusundan ibarətdir.
5. Depressor aşqarlar alçaq temperaturda parafin kristallarının əmələgəlmə intensivliyinin azaldılması hesabına yağın donma temperaturunun azaldılması üçün istifadə olunur. Mövcud sinif aşqarların tərkibinə polimetakrilat və s. daxildir.
6. Korroziya inhibitorları qara metallardan alınan detalların korroziyasının qarşısını alır. Maqnezium və kalsium sulfonatlar onların tərkibinə daxildir.

7. Antifriksiya (sürtünmə modifikatorları) qoşulmuş cütlərdə sürtünməni azaldır, mühərrikin yanacaq sərfini azaldır. Tərkibində molibden disulfidə, molibden ditiofosfatlara rats gəlmək mümkündür.
8. Köpük əleyhinə aşqarlar mühərrikdə köpüyün əmələ gəlməsinin qarşısını alır. Mövcud tip aşqarların tərkibinə polisiloksanlar daxildir [6].

Lakin xammalın kimyəvi tərkibi və qiyməti ilə yanaşı, yağın resepturasının seçilməsi zamanı həmçinin özlülük göstəricilərinə əsaslanılır, belə ki, o, mühərrik yağının daşıyıcı örtük əmələ gətirməsinə hazırlığını göstərir və mühərrik yağının keyfiyyətinin nisbətən mühüm xarakteristikası hesab edilir. Sürtkü materialının özlülüynü mayədə “daxili sürtünmə ölçüsü” kimi xarakterizə etmək olar – yağın hesabına təmasda olan detallara arasında nazik sürtkü pərdəsi əmələ gəlir.

Cədvəl 1.

Mineral və sintetik yağların müqayisəli xarakteristikaları

Xassələr	Mineral yağ	Sintetik yağlar						
		Karbonhidrogen		Poliefir		Poliql-kollar	Fosfor turşusunun efirləri	Silikon
		Polialfa-olefinlər	Alkil-benzollar	Dikarbol turşuları	Poliqlikol efirləri			
Sürtkü	4	4	4	5	5	4	6	3
Axıcılıq	3	4	4	5	4	4	3	6
Özlülük indeksi	3	4	3	4	4	5	2	6
Alçaq temperatur	2	4	4	4	4	4	3	4
Termostabillik	3	3	3	4	4	4	3	5
Termooksidləşdirici stabillik	3	5	4	4	6	4	3	4
Qarışma	6	6	6	4	3	2	2	2
Buxarlanma	3	6	4	6	6	4	4	4
Hidrolitik stabillik	6	6	6	3	3	5	3	4
Antikorroziya	6	6	6	3	3	4	3	4
Aşqarlara nisbətən həlletmə qabiliyyəti	6	4	6	5	5	3	4	2
Odadavamlılıq	2	2	2	3	3	3	6	3

Özlülük sinfi həm yüksək, həm də xeyli aşağı temperaturlarda mühərrikin normal işləməsinə təmin etmək üçün yağın özlülüynün lazımi parametrlərinə uyğun gəlməlidir. Avtomobilin istismar rejimindən asılı olaraq, yağlar uyğun olaraq yay, qış və ya bütün mövsüm – bütün il boyu istifadə olunan avtomobillər üçün seçilir. Bütün mövsüm yağlarının özlülük-temperatur xarakteristikaları daha geniş temperatur diapazonuna malikdir, bu zaman yağın özlülüynü mühərrikin işləməsinə mane olmur və işəsalma zamanı uğursuzluqlara gətirib çıxarmır. SAE J 300 təsnifatı nisbətən tam və əlverişli hesab edilir, bu təsnifat mühərrik yağlarını onların özlülük-temperatur xarakteristikalarına görə müxtəlif siniflərə ayırır. SAE 5W tipli yağ qış, SAE 40 – yay, 5W-40 isə bütün mövsüm hesab edilir (cədvəl 2) [7].

Lakin SAE sistemi ilə yanaşı, mühərrik yağlarının təsnifatı, spesifikasi, avtomobil istehsalçıların təsdiqi və tövsiyələrinin digər sistemləri mövcuddur ki, əksər hallarda avtomobil sahibləri bunlara diqqət yetirmir. Onların içərisində:

- API – mühərrik yağlarının beynəlxalq təsnifat sistemi (American Petroleum Institute – Amerika neft institutu); API yağları ümumi istismar xassələrinə görə qruplara ayrılır. Bu təsnifatın mahiyyəti onun müxtəlif istehsal tarixli mühərriklərdə istifadə olunmasına əsaslanır. Bu təsnifat ona görə daxil edilmişdir ki, zamanla güc qurğuları təkmilləşdirilir,

sürtgü materialları və onların aşqarlarına qoyulan tələblər artır. Həmçinin bu təsnifat mühərriklərin konstruktiv xüsusiyyətlərini nəzərə alır;

- ACEA təsnifatında olduğu kimi, yağlar mühərriklərdə – benzin və dizel mühərriklərində istifadə olunmasına görə qruplaşdırılır. Lakin bu və ya digər mühərrikdə istifadə təyinatı başqadır: benzin – S, dizel – C [7-9]. Həmçinin bu təsnifat sürtgü materiallarının xarakteristika və xassələri sinfinin hərflə işarələnməsini nəzərdə tutur.

Cədvəl 2.

SAE J300 DEC99 mühərrik yağlarının özlülük dərəcəsi

SAE özlülük dərəcəsi	Özlülük (sP), alçaq temperaturda dönmə MAX	Özlülük (sP), alçaq temperaturda sürmə MAX	Kinematik özlülük, (sSt), 100 °C-də və aşağı hərəkət sürətində		Özlülük (sP), 150°C-də yüksək hərəkət sürətində MIN
			MIN	MAX	
0W	6 200 - 35 °C-də	60 000 - 40 °C-də	3,8	-	-
5W	6 600 - 30 °C-də	60 000 - 35 °C-də	3,8	-	-
10W	7 000 - 25 °C-də	60 000 - 30 °C-də	4,1	-	-
15W	7 000 - 20 °C-də	60 000 - 25 °C-də	5,6	-	-
20W	9 500 - 15 °C-də	60 000 - 20 °C-də	5,6	-	-
25W	13 000 - 10 °C-də	60 000 - 15 °C-də	9,3	-	-
20	-	-	5,6	< 9,3	2,6
30	-	-	9,3	< 12,6	2,9
40	-	-	12,6	< 16,3	2,9 (0W-40;5W-40;10W-40)
40	-	-	12,6	< 16,3	3,7 (15W-40;20W-40;25W-40)
50	-	-	16,3	< 21,9	3,7
60	-	-	21,9	< 26,1	3,7

Benzin mühərrikləri üçün API təsnifatına mühərriklərdə istifadə olunmasına görə bölünmüş 12 sinif sürtgü materialları daxildir.

Həmin siniflərin qısa xarakteristikaları aşağıda göstərilmişdir:

- ✓ SA – xüsusi yüklənmələr olmadan istifadə olunan güc aqreqləri üçün;
- ✓ SB – orta yüklənmə ilə istifadə olunan güc qurğuları üçün;
- ✓ SC – yüksək yüklənmə ilə istifadə olunan mühərriklər üçün (avtoda 67-ci i.b.-a qədər istifadə olunur);
- ✓ SD – yüksək yüklənmə ilə istifadə olunan orta qüvvətli mühərriklər üçün (avtoda 71-ci i.b.-a qədər istifadə olunur);
- ✓ SE – yüksək yüklənmə ilə istifadə olunan yüksək qüvvətli mühərriklər üçün (avtoda 79-cu i.b.-a qədər istifadə olunur);
- ✓ SF – turboüfurmə istifadə etmədən, etilləşdirilməmiş benzin istifadəsi ilə yüksək yüklənmə ilə istifadə olunan yüksək qüvvətli mühərriklər üçün (avtoda 88-ci i.b.-a qədər istifadə olunur);
- ✓ SG – turboüfurmə istifadəsi ilə etilləşdirilməmiş benzin istifadəsi ilə yüksək yüklənmə ilə istifadə olunan yüksək qüvvətli mühərriklər üçün (avtoda 93-cü i.b.-a qədər istifadə olunur);

- ✓ SH – turboüfünmə istifadəsi ilə yüksək qüvvətli mühərriklər üçün (avtoda 96-cı i.b.-ya qədər istifadə olunur);
- ✓ SJ – bütün güc qurğuları üçün (avtoda 96-cı i.b.-ya qədər istifadə olunur). Yuxarıda göstərilən bütün siniflərin əvəzləyicisi hesab edilir;
- ✓ SL – bütün güc aqreqləri üçün (avtoda 2004-cü i.b.-ya qədər istifadə olunur);
- ✓ SM – bütün mühərriklər üçün (hal-hazırda istehsal edilən avtolarda istifadə olunur);
- ✓ EC – enerjiyə qənaətcil sürtgü materialları.

– Həmçinin ASEA təsnifatı – mühərrik yağlarının Avropa sistemi (Association des Constructeurs Europeens de L'Automobile – Avropa Avtomobil İstehsalçıları Assosiasiyası) də mövcuddur. Bu təsnifat yağların bu və ya digər mühərriklərdə istifadə imkanlarına aid edilir. Onun tərkibinə cəmi 4 sinif daxildir:

A – benzin güc qurğuları üçün;

B – yüngül avto, həmçinin aşağı yükqaldırma qabiliyyəti olan yük dizelləri üçün;

E – bunlara böyük yük avtolarında quraşdırılan yüksək güclü dizellər aiddir [9]. Qeyd etmək lazımdır ki, mövcud təsnifat həmçinin istehsal edilən enerjiyə qənaətcil yağları nəzərə alır. Onların xüsusiyyəti standart mühərriklərə nisbətən mühərrikin işinin yüksək temperaturlarında özlülüyn azalması hesab edilir. Bunun hesabına mühərrik elementləri arasında sürüşmə müqaviməti də azalır, bu, işləmə zamanı güc aqreqlərində sürtünmə hesabına güc itkilərinə müsbət təsir göstərir. Lakin bu yağın yüksək axıcılığı ona gətirib çıxarır ki, standart yağdan istifadəyə nisbətən örtük daha nazikdir, uyğun olaraq mühərrik elementlərinin yeyilmə sürəti yüksəkdir, ona görə də o, bütün aqreqlərə uyğun gəlmir.

Standart və enerjiyə qənaətcil yağı işarələmək üçün hərflərdən başqa, həmçinin rəqəmdən istifadə olunur. Rəqəm indeksi cəmi beşdir – 1-dən 5-ə qədər. Bu təsnifatda enerjiyə qənaətcil sürtkü materialları 1 və 5 indeksləri almışdır, 2,3 və 4 indeksləri isə standart yağları göstərir. Bu zaman mövcud indekslər həm benzin, həm də dizel mühərriklərində istifadə olunur. Enerjiyə qənaətcil materiallar isə ACEA üzrə A1, A5, həmçinin B1 və B5 ilə işarə olunur. Qalan bütün işarələr standart materiallara aiddir. E sinif üçün belə işarələmə növü yoxdur [10].

Beləliklə, təqdim edilən material onu göstərir ki, mühərrik yağının tərkibinə naftenlər, parafinlər, aromatik karbohidrogenlər, poliqlikollar, silikonlar, diefirlər, fosfor-üzvi birləşmələr, özlülük, dispersləşdirici, antioksidləşdirici, antikorroziya, yeyilməyə qarşı, zərbəyə qarşı, depressor, antifriksiya, köpük əleyhinə aşqarlar daxil olmalıdır. Mövcud tərkib sürtünmə və yeyilməni azaltmağa kömək edir, həmçinin örtük detalları çirklərdən, korroziyadan və digər zərərli qarışıqlardan mühafizə edir.

Mühərrik yağları həmçinin beynəlxalq standartların SAE, API, ACEA, ILSAC, JASO təsnifatının müasir tələblərinə uyğun gəlməlidir.

ƏDƏBİYYAT

1. БалтенасР., СафоновА.С., Ушаков А.И. и др. Моторные масла. М., СПб.: Альфа-Лаб, 2000, 272 с.
2. Венцель Е.С. Улучшение качества и повышение сроков службы нефтяных масел / Е.С. Венцель, С.Г. Жалкин, Н.И. Данько. Харьков: УкрГАЗТ, 2003, 168 с.
3. Кувайцев И. Смазочные материалы для легковых автомобилей // «За рулём», № 9, 1959.
4. <http://www.totalms.kz/ru/info/articles-autolubricants/mineralnoe.html>
5. <https://news.tut.by/tamby/557020.html?crnd=2597>
6. https://studfiles.net/preview/6065772/page/4/Stukanov_V_A_Avtomobilnye_exploatatsionnye_materialy
7. Смирнов А. В. Автомобильные эксплуатационные материалы. ч. II. Масла, смазки и специальные жидкости. ИПЦ НовГУ. 2004.
8. <http://www.proxenum.ru/articles/klassifikaciya-motornyh-masel.-api-ilsac-acea.-firmennye-dopuski-avtoproizvoditeley.-rekommendacii-po-podboru-masla/>

9. <http://www.gruzovikpress.ru/article/8929-klassifikatsiya-motornogo-masla-po-sae-api-i-acea-standartnye-indeksy-masel/>
10. Варакина А. Г., Лопоткина А. М., Хохлов А. Е. Сравнительный тест полусинтетических моторных масел // Вестник НГИЭИ, №10(41). Н.Новгород, 2014, 111 с.
11. http://www.uazbuka.ru/lib/book/Automotive_technology/glava_22.pdf
12. <http://oilday.ru/engine-oil-standards/>

РЕЗЮМЕ

СОСТАВ И КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Гусейнова Э.А., Исмаилова В.А., Ширалиева У.И., Аджамов К.Ю., Ализаде Н.Н.

Ключевые слова: базовые масла, моторные масла, состав моторных масел, классификация моторных масел, присадок.

В статье приведены общие сведения о современных моторных маслах, углеводородном составе базовых масел, разнообразных присадках, включенных в состав автомобильных моторных масел, сравнительных характеристиках минеральных и синтетических масел, а также классификации и интерпретации моторных масел в соответствии с международными стандартами. Показано, что в состав моторного масла должны входить нафтенy, парафины, ароматические углеводороды, полигликолы, силиконы, диефиры, фосфорно-органические соединения, дисперсионные антиоксиданты, антикоррозионные добавки. Определенные составы помогают уменьшить трение, а также защищают детали покрытия от загрязнений, коррозии и других вредных примесей.

SUMMARY

COMPOSITION AND CLASSIFICATION OF MODERN MOTOR OILS

Huseynova E.A., Ismayilova V.A., Shiraliyeva U.I., Ajamov K.Y., Alizade N. N.

Key words: base oils, motor oils, motor oil composition, motor oil classification, additives.

The article provides general information about modern motor oils, the hydrocarbon composition of base oils, various additives included in the composition of automotive motor oils, comparative characteristics of mineral and synthetic oils, as well as classification and interpretation of motor oils in accordance with international standards. It is shown that the composition of engine oil should include naphthenes, paraffins, aromatic hydrocarbons, polyglycols, silicones, diephyr, phosphoric-organic compounds, dispersive antioxidants, anti-corrosion additives. Certain compounds help to reduce friction and protect coating parts from contamination, corrosion, and other harmful impurities.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	27.02.2019
	Son variant	26.04.2020

УДК 661.632.2

ПОЛУЧЕНИЕ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ РАЗЛОЖЕНИЕМ ПРИРОДНЫХ ФОСФАТОВ СЕРНОЙ КИСЛОТОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕНСИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК

¹САМЕДОВ МУХТАР МАМЕД оглу

²ДЖАВАДОВА САДЕГЮЛЬ ГАСАН гызы

³МАМЕДОВА ГЮЛЬНУРЕ МУСТАФА гызы

1,2-Сумгаитский государственный университет, профессор, ст.преподаватель

3- Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, доцент

samedov-muxtar@mail.ru

Ключевые слова: фосфорсодержащие удобрения, разложение, интенсификация, добавка, обогащение

Исследован процесс получения фосфорсодержащих минеральных удобрений с применением смеси растворов NH_4HSO_4 и $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$ частичной заменой апатитового концентрата доломитом. Отмечено, что указанные добавки благоприятно действуют на процесс разложения природных фосфатов серной кислотой и увеличивают степень разложения сырья. При этом полученный продукт обогащается дополнительными питательными элементами – азотом и магнием. Установлено, что при оптимальном количестве добавки смеси растворов гидросульфатов аммония и магния степень разложения апатитового концентрата составляет 97-98% и по сравнению с классическим способом степень разложения увеличивается на 4-5%. В полученном продукте увеличивается содержание питательных веществ, то есть $P_2O_{5\text{ув.}}$ = 19-20%; N=1,0-1,4%; Mg=0,7-1,0%.

Известно, что потребности сельского хозяйства в минеральных удобрениях способствуют проведению научных исследований по выявлению более совершенных и перспективных способов переработки природных фосфатов [1-3]. Учитывая, что на современном этапе приоритетным направлением развития мирового производства и применения минеральных удобрений является увеличение содержания основных веществ, то есть питательных компонентов в удобрениях, то актуальность проведения научно-исследовательских работ по получению минеральных удобрений разложением апатитового концентрата серной кислотой с применением интенсифицирующих и модифицирующих добавок не представляет сомнений.

Проблема качества минеральных удобрений имеет большое значение, особенно с учетом больших объемов и сезонности применения их в сельском хозяйстве. На первом этапе развития промышленности минеральных удобрений, для улучшения качества продукции, в первую очередь, решались задачи получения удобрений с улучшенным химическим составом. В настоящее время по этому поводу достигнуты большие успехи. Конечно, и сейчас существует необходимость разработки новых видов удобрений специального назначения, создания совершенных технологических систем для переработки различных видов фосфатного сырья, высокопроизводительной аппаратуры, решения экологических и других вопросов, однако все это связано лишь с усовершенствованием существующих технологических комплексов. В то же время, проблема улучшения физических свойств удобрений и обогащения их дополнительными питательными элементами требует направить внимание соискателей на ее решение.

В настоящее время в промышленности минеральных удобрений особую значимость

приобрели такие проблемы, как качество промышленной продукции, особенно физические свойства; создание принципиально новых и перспективных технологических систем переработки природных фосфатов, обеспечивающих высокий уровень энерго- и ресурсосбережения; экологическая безопасность производства и применение минеральных удобрений. Перспективное развитие производства минеральных удобрений базируется на ресурсо- и материалосберегающих технологиях и, следовательно, актуальность изыскания эффективных способов получения порошкообразного суперфосфата с использованием промышленных отходов, содержащих модифицирующие добавки, не представляет сомнений. В научно-технической литературе имеется достаточно сведений по разложению природных фосфатов серной и фосфорной кислотами с использованием азотсодержащих соединений[4-8]. Опубликованы также определенные исследовательские работы, посвященные получению гранулированных суперфосфатов с применением сульфата аммония и газообразного аммиака[9-10]. Однако процесс получения суперфосфата с использованием смеси растворов NH_4HSO_4 и $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$ изучен недостаточно.

Целью исследования является изучение влияния добавки смеси растворов гидросульфата аммония и магния, одновременно частичной заменой апатитового концентрата доломитом. Определение степени разложения исходного сырья при сохранении стехиометрической нормы серной кислоты с учетом добавки интенсифицирующих реагентов, а также определение суммарного содержания питательных веществ в полученном продукте.

Описание эксперимента. В лабораторных условиях изучен механизм процесса сернокислотного разложения природных фосфатов в присутствии гидросульфата аммония в смеси с гидросульфатом магния. В качестве исходных материалов использовали апатитовый концентрат стандартного состава, доломит, техническую серную кислоту, раствор гидросульфата аммония и гидросульфата магния. Экспериментальные исследования проводили в двух направлениях. В первом варианте интенсифицирующие реагенты добавляли при сохранении общей нормы серной кислоты, во втором варианте серную кислоту частично заменяли смесью растворов гидросульфата аммония и магния.

Опыт получения минерального удобрения, содержащего дополнительные питательные элементы при непрерывном смешении реагентов [11], проводили в лабораторной установке (Рис.1).

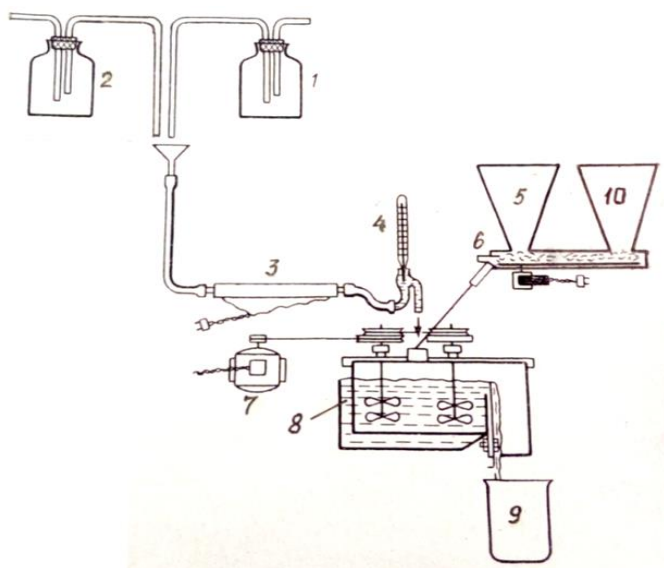


Рис.1.Схема лабораторной установки получения суперфосфата с применением растворов, содержащих гидросульфаты аммония и магния: 1 и 2 – дозаторы серной кислоты и интенсифицирующего раствора соответственно; 3 – подогреватель кислоты; 4 – контактный термометр; 5 – бункер для апатитового концентрата; 6 – дозатор апатита; 7 – электродвигатель; 8 – смеситель; 9 – стакан; 10 – бункер для доломита.

В дозатор 1 наливают 2-2,5 л H_2SO_4 заданной концентрации и закрывают запорный кран. Регулирующий кран дозатора устанавливают в определенном положении; после этого регулируют дозировку кислоты. В бункер 5 дозатора 6 засыпают 1,5-2,0 кг апатитового концентрата. Предварительно, до начала работы, дозатор градуируют. В зависимости от заданной дозировки и нормы кислоты устанавливают дозировку фторапатита и доломита из бункера 10.

Производительность смесителя составляет 50-100г суперфосфатной пульпы в 1 мин. Время пребывания пульпы в смесителе составляет 7 мин. Смеситель снабжен двумя вертикальными мешалками. Мешалки приводятся во вращение от электродвигателя 7 через редуктор, позволяющий изменить частоту вращения от 200 до 600 $мин^{-1}$, обычная частота вращения мешалок составляет 530-550 $мин^{-1}$. После установления нормального режима смешения пульпа поступает в фарфоровый стакан 9. По заполнении стакана его помещают в термостат, где выдерживают в течение 1,5ч при температуре 100-115 $^{\circ}C$. После этого минеральное удобрение извлекают из термостата, обрабатывают и анализируют. Аналитические показатели полученного продукта представлены в табл.1.

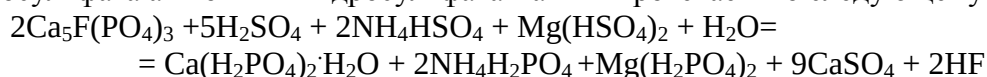
Таблица 1.

Зависимость степени разложения апатита в суперфосфате 10-ти суточного вызревания от количества добавки раствора моноаммоний сульфата (Норма серной кислоты 70 мас.ч. на 100 мас.ч. апатита; концентрация: 63% H_2SO_4)

Колич.доб.смеси NH_4HSO_4 и $Mg(HSO_4)_2$ % от массы H_2SO_4	Содержание в порошкообразном суперфосфате после восьмисуточного вызревания (масс. %)							Степень разложе- ния, %
	$P_2O_{5общ.}$	$P_2O_{5усв.}$	$P_2O_{5водн.}$	$P_2O_{5своб}$	N	Mg	H_2O	
0	21,09	19,21	18,26	8,30	-	-	10,35	91,09
3	20,65	19,10	18,19	7,86	0,25	0,23	9,88	92,50
6	20,50	19,23	18,16	7,02	0,51	0,34	9,47	93,80
9	20,38	19,30	18,23	6,71	0,72	0,56	8,90	94,70
12	20,37	19,85	18,46	6,35	1,03	0,71	8,59	97,45
15	20,36	20,02	18,75	5,87	1,40	1,02	8,41	98,33
18	20,30	19,54	18,10	6,13	1,48	1,20	8,34	96,26
21	20,05	18,88	17,80	6,65	1,54	1,27	8,29	94,16
24	19,86	18,39	17,20	7,08	1,68	1,31	8,25	92,60
27	19,67	17,87	16,55	7,79	1,72	1,40	8,17	90,85
30	19,38	17,39	16,24	7,86	1,83	1,48	8,12	89,73

Как видно из табл.1, с внесением добавки смеси раствора гидросульфата аммония в смеси с гидросульфатом магния до 12-15% от массы серной кислоты и добавки доломита в количестве 5-6% от массы фторапатита, степень разложения сырья увеличивается до 97,45-98,33% и полученный продукт содержит дополнительные питательные элементы – азот и магний.

Результаты и их обсуждение. Присутствие гидросульфата аммония в реакционной массе способствует образованию более крупных кристаллов сульфата кальция, которые снижают внутреннее диффузионное сопротивление среды, что благоприятствует доступу водородных ионов к поверхности зерен апатита. То есть, введение раствора гидросульфата аммония способствует более быстрому протеканию процесса разложения апатита серной кислотой. Взаимодействие апатитового концентрата с серной кислотой в присутствии гидросульфата аммония и гидросульфата магния протекает по следующему уравнению:



Дальнейшее увеличение добавки гидросульфата аммония (более 15% от массы серной

кислоты) нецелесообразно, так как при этом степень разложения апатита не достигает необходимых показателей, а при больших добавках имеет место даже некоторое снижение степени разложения, что объясняется возможным возникновением перенасыщения по сульфату кальция и образованием в связи с этим более мелких кристаллов. Образование мелких кристаллов сульфата кальция в некоторой степени экранирует поверхность зерен апатита и препятствует диффузии кислоты в зерна апатита.

Заключение. Таким образом, изучение процесса сернокислотного разложения природных фосфатов в присутствии гидросульфата аммония и магния применительно к получению минерального удобрения, обогащенного дополнительными питательными элементами, показало, что оптимальным количеством добавки раствора гидросульфата аммония в смеси с гидросульфатом магния можно считать 10-15% от массы серной кислоты и добавки доломита необходимо поддерживать в пределах 5-6% от массы апатитового концентрата. При этом степень разложения исходного сырья составляет 97-98%, полученный продукт является рассыпчатым и содержит 19,5-20,5% $P_2O_{5\text{усв.}}$; 1,2-1,6% N; 0,8-1,0% Mg.

При частичной замене серной кислоты раствором гидросульфата аммония в смеси с раствором гидросульфата магния, полученный продукт в некоторой степени обогащается дополнительными питательными элементами, но степень разложения фосфатного сырья не достигает стандартных значений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кувшинников И.М., Казак В.Г., Кузнецов А.А. Современные проблемы производства фосфорсодержащих удобрений [Создание технологических систем нового поколения] // Химическая промышленность, 1992, №6, с.20-22
2. Левиц Б.В., Литусова Н.М., Родин В.И. и др. Способ получения монокальцийфосфата. Пат. 2256607 Россия, МКИ C01B25/32, опублик. 20.07.2005.
3. Позин М.Е., Копылев Б.А., Сейтмагзимов А. и др. О скорости разложения фосфоритов Кара-Тау бескамерным способом (в незагустевающих пульпах) // ЖПХ, 1981, №2, с.259-266
4. Орехов А.Н., Смородинов А.В., Власова Т.Л. Исследование влияния азотной и соляной кислот на степень разложения фосфоритов кислотой // ЖПХ, 1982, №7, с.1425-1428
5. Кармышов В.Ф., Попова В.А., Захарова М.И. Получение комплексных NaKMg- удобрений на основе природных сульфатных солей // Химическая промышленность, 1985, №10, с.668-669
6. Самедов М.М. Исследование процесса получения суперфосфата с применением промышленных отходов Сумгаитского химического комплекса // Химическая промышленность, 2002, №6, с.18-20
7. Классен П.В., Сущев С.В., Кладос Д.К. Изучение возможности использования отечественных фосфоритов (на примере Егорьевских) для получения экстракционной фосфорной кислоты и фосфорсодержащих удобрений // Химическая промышленность сегодня, 2010, №2, с.8-11
8. Казак В.Г., Бризицкая Н.М., Малявин А.С. Промышленный опыт производства аммонизированного суперфосфата с использованием фосфоритной муки Егорьевского месторождения // Химическая промышленность сегодня, 2007, № 9, с.12-14
9. Самедов М.М., Ахмедов В.Н., Самедли В.М. Экспериментальное исследование процесса гранулирования порошкообразных материалов с применением модифицирующих добавок // СГУ, Научные известия, Серия: Естественные и технические науки, т.17, №2, с.21-25
10. Кувшинников И.М. Минеральные удобрения и соли: Свойства и способы их улучшения. М.: Химия, 1987, 256с.
11. Позин М.Е. Руководство к практическим занятиям по технологии неорганических веществ. Л.: Химия, 1980, 304с.

XÜLASƏ

İNTENSİVLƏŞDİRİCİ ƏLAVƏLƏRİN İŞTİRAKI İLƏ FLÜORAPATİTİN SULFAT TURŞUSU İLƏ PARÇALANMASINDAN FOSFORLU MİNERAL GÜBRƏNİN ALINMASI

Səmədov M.M., Məmmədova G.M., Cavadova S.H.

Açar sözlər: *fosforlu gübrələr, parçalanma, intensivləşdirmə, əlavə, zənginləşdirmə*

Məqalədə apatit konsentrasiyasını qismən dolomitlə əvəz etməklə və NH_4HSO_4 və $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$ məhlullarının qarışığından istifadə etməklə fosforlu mineral gübrənin alınması prosesinin tədqiqi verilmişdir. Qeyd olunur ki, göstərilən əlavə təbii fosfatların sulfat turşusunda parçalanması prosesinə müsbət təsir göstərir və xammalın parçalanma dərəcəsini yüksəldir. Bu halda alınan məhsul əlavə qida elementləri: azot və maqneziumla zənginləşmiş olur. Müəyyənləşdirilmişdir ki, ammonium və maqnezium hidrosulfat məhlulları qarışığının optimal miqdarlarında reaksiya zonasına verilməsi nəticəsində apatit konsentrasiyasının parçalanma dərəcəsi 97-98% təşkil edir ki, bu da klassik üsula nəzərən parçalanma dərəcəsinin 4-5% artdığını göstərir. Ona görə də alınan məhsulda qida maddələrinin miqdarı artmış olur, yəni $\text{P}_2\text{O}_{5\text{məh.}}=19-20\%$; $\text{N}=1,0-1,4\%$; $\text{Mg}=0,7-1,0\%$ hədlərində olur.

SUMMARY

OBTAINING PHOSPHORUS-CONTAINING MINERAL FERTILIZER FROM DECOMPOSITION OF FLUORAPATITE SULFURIC ACID WITH THE USE OF INTENSIFYING ADDITIVES

Samedov M.M., Mammadova G.M., Javadova S.H.

Keywords: *phosphorus-containing fertilizers, decomposition, intensification, additive, enrichment*

The process of obtaining phosphorus-containing mineral fertilizers was investigated using a mixture of solutions of NH_4HSO_4 and $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$ and partial replacement of apatite concentrate by dolomite. 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 and magnesium. It was established that at the optimal amount of additive of the mixture of ammonium and magnesium hydrosulfate solutions, the degree of decomposition of apatite concentrate is 97-98% and, as compared with the classical method, the degree of decomposition increases by 4-5%. The resulting product increases the nutrient content, that is, $\text{P}_2\text{O}_{5\text{usv.}} = 19-20\%$; $\text{N} = 1.0-1.4\%$; $\text{Mg} = 0.7-1.0\%$.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	29.05.2019
	Son variant	21.01.2020

Polimerə xlor atomunun daxil edilməsi ilə polimer od və yağa qarşı, həmçinin ozon təsirinə qarşı da davamlı olur. Polimerə polyar qrup daxil olduğu üçün metallara və onların ərintiləri ilə (mis, polad, dəmir, tunc, latun, titan, alüminium və s.) yüksək adgeziyaya malik olur, şüşəyə, plastik kütləyə, təbii və süni kauçuklara qarşı isə davamlı olur.

Yuxarıda qeyd olunanlardan belə qənaətə gəlmək olur ki, olefinlərin xlorlaşması və sulfoxlorlaşması, o cümlədən də polietilenin xlorlaşması və sulfolaşması bu polimerlərin modifikasiyası üçün əhəmiyyətli dərəcədə nəzəri və praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Bununla əlaqədar olaraq, polietilenin elektrokimyəvi sulfoxlorlaşması və alınan məhsulun qanunauyğunluqlarının öyrənilməsinə tədqiq etməyə maraq yaranır.

Polietilenin sulfolaşması şüşədən hazırlanmış, termostat, sabit cərəyan mənbəyi, qarışdırıcı və ORTA (anod), qrafit (katod) elektrodları ilə təchiz olunmuş silindrik elektrolizə həyata keçirilir.

Sulfoxlorlaşma reaksiyasında natrium-sulfit, xlorid turşusu, yüksək təzyiqli polietiləndən, həlliedici olaraq karbon 4-xloriddən, inisiator olaraq isə azobisizo-butironitrildən istifadə olunmuşdur.

Sistemə verilən elektrik cərəyanının təsirindən xlorid turşusunun elektrolizi nəticəsində xlor ayrılır və eyni zamanda kükürd qazı ilə birlikdə polietilenin sulfoxlorlaşmasında iştirak edir.

Aparılan təcrübələrin nəticəsi. İlkin polimerin molekuluna daxil edilən xlor və kükürd qazının miqdarından asılı olaraq, XSPE-in xassəsi reaksiyanın şəraitini müəyyən etməyə imkan yaradır. Temperaturun təsiri, verilən cərəyanın miqdarı, reaksiyanın davamətmə müddəti, reagentlərin münasibəti, polimerə daxil olan xlor və kükürd qazının ilkin polietilenin molekul kütləsinə təsiri öyrənilmişdir.

Reaksiya mühitinin temperaturu. Polietilenin sulfoxlorlaşması $\text{Cl}_2 : \text{SO}_2 = 3:1$ münasibətində, reaksiyanın temperaturu isə 0-dan 70°C-yə qədər yüksəldilməklə aparılmışdır. Alınmış nəticələr şəkil 2-də verilmişdir.

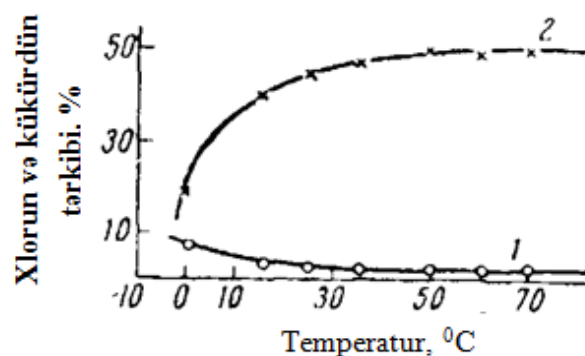
Temperaturun azalması xlorun miqdarının azalmasına (~47-dən 19,2%-ə qədər), kükürdün miqdarının isə artmasına (~2,7-dən 6,6%-ə qədər) gətirir.

Xlor və kükürdün karbon-4-xloriddə həll olması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir, hansı ki, temperaturun artması ilə azalır. Sonrakı bütün təcrübələr 30-40°C temperaturda aparılır.

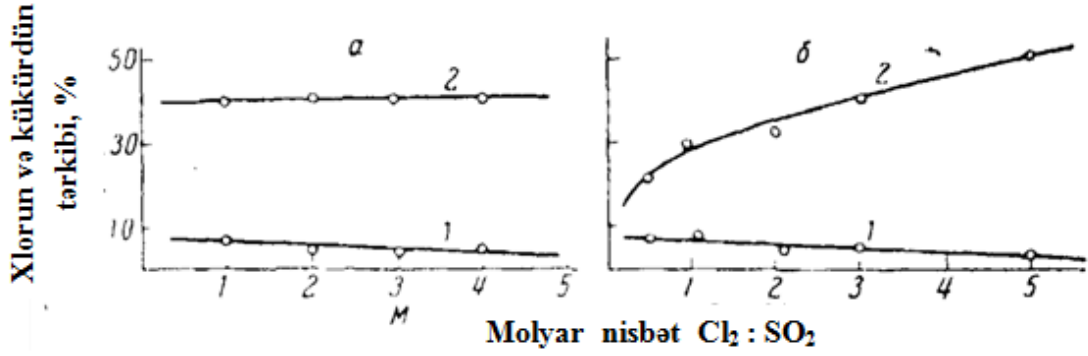
Reagentlərin münasibətinin xlor və kükürdün miqdarına təsiri. Bu məqsədlə iki seriya təcrübə aparılmışdır. Reaksiyanın temperaturu 30°C götürülür, qarşılıqlı təsir edən qazların (xlor və kükürd anhidridi) molyar münasibətləri ($\text{Cl}_2:\text{SO}_2$) 1:1-dən 4:1 kimi dəyişdirilir. Təcrübələrin nəticəsi şəkil 3-də verilmişdir

Şəkil 3a-dan göründüyü kimi, $\text{Cl}_2:\text{SO}_2$ molyar münasibətinin 1:1-dən 4:1 kimi dəyişməsində xlorun sabit verilməsi ilə polimerə eyni miqdarda xlor ~ 38% daxil olur, ancaq $\text{Cl}_2:\text{SO}_2$ molyar münasibətinin yüksəlməsi xlorun miqdarının xlor atomu halında artması baş verir, ancaq SO_2Cl qrupu halında azalır, belə ki, polimerdə kükürdün miqdarı 6,3%-dən 3,2%-ə qədər azalır.

Şəkil 3b-dən görünür ki, $\text{Cl}_2:\text{SO}_2$ molyar münasibətinin artması ilə polimerdə xlorun miqdarı yüksəlir ki (21%-dən 49%-ə qədər), bu da reaksiya zonasında xlorun artmasına, alınan məhsulda kükürdün miqdarının (5,7%-dən 1,5%-ə) azalmasına səbəb olur.

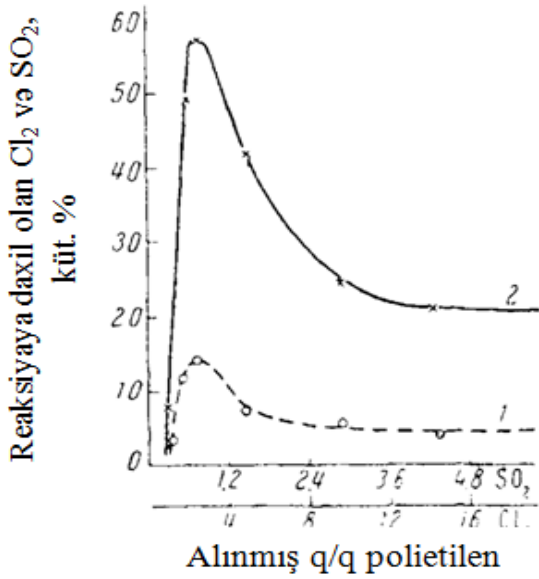


Şəkil 2. Reaksiya temperaturunun sulfoxlorlaşmış polietiləndə xlor və kükürdün miqdarından asılılığı. 1-kükürd; 2-xlor

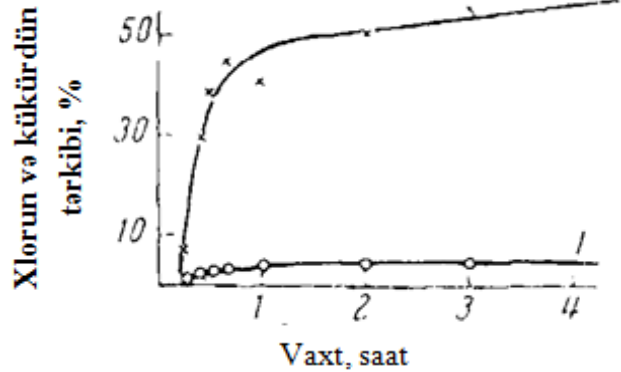


Şəkil 3. $\text{Cl}_2:\text{SO}_2$ molyar münasibətlərin polimerdə xlor və kükürdün miqdarına təsiri: a) Cl_2 ; b) SO_2

Şəkil 4-də reaksiyadan alınan qazlar və polimerə daxil olan qazlar arasındakı münasibət verilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, 2 q-dan 3 q-a qədər xlor və 0,5 q-dan – 0,9 qrama qədər kükürd anhidridi alındıqda 1 qram polietilenlə xlorun 45-55%-i, kükürd anhidridinin isə 10-15%-i reaksiyaya daxil olur. Xlorun miqdarı 3 q-dan 9 q-a qədər artırıldıqda 1 q polietilenlə reaksiyaya daxil olan xlorun miqdarı 20%-ə qədər azalır. Eynilə kükürd anhidridinin miqdarı 1 qram polietilendə 1,5 qramdan çox olduqda alınan kükürd anhidridinin 5%-i reaksiyaya daxil olmuş olur.



Şəkil 4. Cl_2 və SO_2 qazlarının reaksiyadan alınan və polietilenlə reaksiyaya daxil olan miqdarları arasındakı asılılıq



Şəkil 5. Polietilenə daxil olan xlor və kükürdün miqdarının təcrübənin aparılma müddətinə münasibəti: 1-kükürd; 2- xlor

Alınan əyrinin maksimumu sulfurilxloridin həlledici ilə (CCl_4) qatılaşması nəticəsində yaranır.

Polietilenə daxil olan xlor və kükürdün miqdarının təcrübənin aparılma müddətinə təsiri şəkil 5-də göründüyü kimi, ilk 30 dəq. ərzində polimerə ~ 40% xlor və ~ 2,5% kükürd SO_2Cl qrupu şəklində daxil olmuşdur. Sonrakı yarım saat ərzində xlorun miqdarı 4,5%-ə qədər artmış, kükürd isə olduğu kimi qalmışdır. Reaksiyanı 3 saata qədər davam etdirdikdə polimerdə xlorun miqdarı ~ 45%-ə, kükürdün miqdarı isə ~ 4%-ə çatır. Polimerə 40%-dən çox xlorun daxil olması arzu olunan nəticəni vermir.

Reaksiya şəraitini, xüsusən də $\text{Cl}_2:\text{SO}_2$ münasibətinin, cərəyan sıxlığının, həmçinin reaksiyanın stexiometrik münasibətlərinin dəyişdirilməsi ilə polimerdə xlor və kükürdün miqdarını tələb olunan səviyyədə saxlamaq olar.

ƏDƏBİYYAT

1. АС 910661 СССР МКИ С08F114/02. С08F8/38. Способ получения хлор-сульфированного полиэтилена Е.В.Варшавер, Е.Д.Кисиль, Л.И.Кутянин, Я.Л.Ускач, В.Д.Фурсов (СССР); № 296488/23-05; заявл. 29.07.1980; опуб. 07.03.1982; Бюл. №9
2. АС SU1260366 СССР МПК С08F8/38 Способ получения хлорированного или хлорсульфированного полиэтилена / Е.И.Посенчук, М.Б.Кац, Б.Я.Либман, А.И.Гершеневич, В.А.Филимонов (СССР); № 3792027/23-05; заявл. 18.09.1984; опуб. 30.09.1986; Бюл. № 9
3. АС 134848 СССР МКИ 39b, 22₀₆; 39 b, 22₀₆; 39c, 25₀₁ Способ получения хлорсульфированного полиэтилена низкого давления / А.И.Гершеневич, А.Г.Ферапонтова, Ф.С.Толстухина (СССР). № 662965/23; заявл. 13.04.60; опубл. 01.01.1961, Бюл. №1.
4. Пат. РФ 2254345, МПК С08F8/38, С08J3/11, С08L23/34 Способ получения хлорсульфированного полиэтилена / Шахова Э.Д., Кульков А.А., Васильева Л.М., Тимонин В.А.; патентообладатель АОЗТ «Лакма-Имэкс». № 2003127014/04; заявл. 26.05.2009; опуб. 20.06.2005; Бюл. № 17, 5 с.

РЕЗЮМЕ

ПОЛИМЕРАНАЛОГИЧНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНА В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Гатамов М.М., Адилова Л.И., Абдуллаева М.В.

Ключевые слова: *сульфурилхлорид, полиэтилен низкого давления, серный ангидрид, порофор, сульфохлорирование*

Известно, что хлорсульфоловый полиэтилен широко используется в резиновой промышленности для производства защитных покрытий, лакокрасочных покрытий, а также в производстве новых строительных материалов и др.

Электрохимический метод сульфохлорирования отличается от химического тем, что в электрохимическом методе сульфохлорирующий агент – Cl_2 и SO_2 , получается в самом процессе. Обеспечивается экологическая безопасность процесса при значительном снижении выбросов вредных веществ в атмосферу.

SUMMARY

POLYMERANOLOGICAL TRANSFORMATION OF POLYETHYLENE IN ELECTROCHEMICAL SYSTEM

Hatamov M.M., Adilova L.I., Abdullayeva M.B.

Key words: *sulphuryl chloride, low pressure polyethylene, sulfuric anhydride, porophore, sulfochlorination*

It is known that chlorosulfonous polyethylene is widely used in the rubber industry for the production of protective coatings, paint and varnish coatings, as well as in the production of new construction materials, etc.

The electrochemical method of sulfochlorination differs from the chemical method in that in the electrochemical method, the sulfochlorinating agent- Cl_2 and SO_2 -is obtained in the process itself. Environmental safety of the process is ensured with a significant reduction in emissions of harmful substances into the atmosphere

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	26.02.2019
	Son variant	21.02.2020

УДК 547.696+547.311

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДУКТОВ МЕТИЛЕНДИОКСОЛАНОВ С ЭТАНДИТИОЛОМ В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ В КИСЛОЙ СРЕДЕ

ЮСИФЛИ ФАРИДА ХАЛАДДИН ГЫЗЫ

Сумгаитский государственный университет, диссертант
feride-yusifli@mail.ru

Ключевые слова: метилендиоксолан, этандитиол, аддукт, коррозия

Радикальным присоединением этандитиола к 2-замещенным-4-метилен-1,3-диоксоланам были синтезированы серосодержащие моноаддукты, которые в дальнейшем были использованы в качестве ингибитора каррозии металлов в кислой среде. Изучена зависимость степени защиты полученных аддуктов от их концентрации и температуры. Показано, что используемые аддукты проявляют высокую защитную способность, что связано с их структурной особенностью, в частности, наличием в молекуле гетероатомов серы и кислорода, карбонильной и фенильной групп, ответственных за абсорбционную связь с поверхностными атомами металла.

В последние годы проблема борьбы с коррозией металлов и металлоконструкций приобретает особое значение. Это связано, прежде всего, с применением в ряде химических или нефтехимических технологических процессов сильных минеральных кислот. В частности, при травлении стали или проката в призабойных зонах нефтяных скважин (для улучшения фильтрационных характеристик) широко используется серная или соляная кислоты. Естественно, в этих агрессивных средах металлоконструкция подвергается коррозии. Следовательно, защита этих металлов от коррозии становится необходимой. Проблема же защиты металлов от коррозии решается либо нанесением на поверхность металлов антикоррозионных покрытий, либо введением в систему ингибиторов коррозии [1-3]. Принимая во внимание эффективность обоих методов, следует отметить, что последний метод позволяет одновременно предотвратить не менее важный, связанный с коррозией, процесс – наводораживание и охрупчивание металлов.

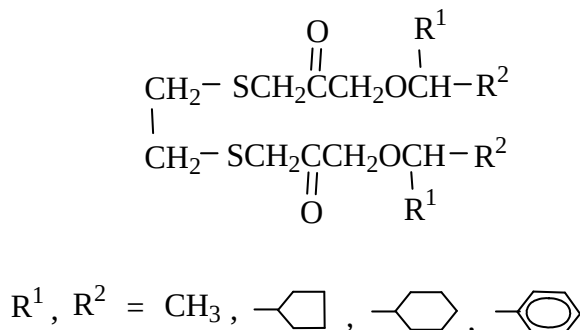
Важность проблемы связана еще с тем, что вся химическая промышленность, нефте- и газодобыча, космическая техника и другие отрасли экономики, где используются высокие температуры, давление и агрессивные среды, нуждаются в новых высокоэффективных средствах защиты от коррозии. Одним из наиболее приемлемых способов защиты металлов от коррозии, как было отмечено выше, является метод введения ингибиторов в коррозионно-активную среду.

Многочисленными исследованиями, проведенными в области синтеза и изучения механизма защитного действия ингибиторов коррозии установлено, что наиболее эффективными ингибиторами являются органические соединения, содержащие в своем составе различные функциональные группы с атомами азота, фосфора, серы, а также ненасыщенные (двойные или тройные) связи.

Анализ состава и структуры аддуктов, полученных нами по реакции метилендиоксоланов (МДО) с этандитиолом (ЭД) показал, что эти соединения содержат гетероатом серы и кислорода, ненасыщенные центры в виде карбонильной группы и фенильного ядра, а также циклоалифатические и метильные группы. Можно было ожидать, что, они могут быть использованы в качестве ингибиторов коррозии. Кроме этого, их

линейная структура может положительно повлиять на эффективность ингибирования, т.к. молекулы с пространственной конфигурацией делают взаимодействие между поверхностью металла и электронной плотностью на адсорбционном центре неполноценным.

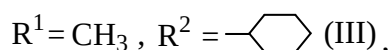
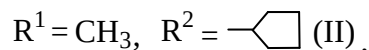
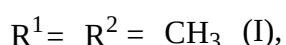
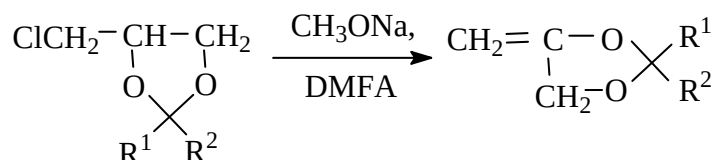
В качестве соединений для испытания были использованы аддукты замещенных МДО с ЭДТ общей формулы:



Экспериментальная часть. ИК-спектры снимались на приборе «Cary 630 FTIR» фирмы AgilentTechnologies (кристалл ZnSe). ПМР-спектры снимались на спектрометре «Фурье» (частота 300 МГц) фирмы «Bruker» в различных растворителях, внутренний стандарт-гексаметилдисилоксан, химические сдвиги сигналов приведены в шкале δ (м.д.). Чистоту синтезированных соединений определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе ЛХМ-8МД.

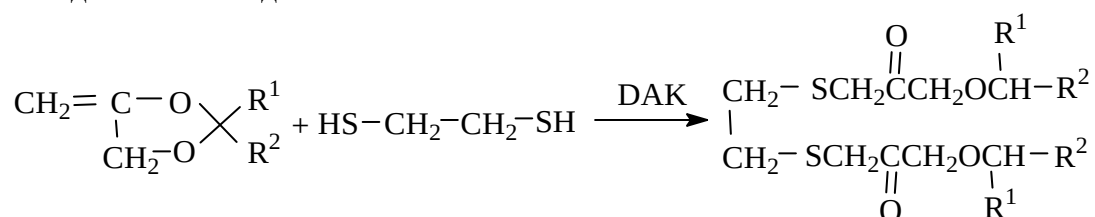
2-замещенные-4-метилен-1,3-диоксоланы были синтезированы из соответствующих хлорметилдиоксоланов, которые, в свою очередь, были синтезированы реакцией соответствующих альдегидов и кетонов с эпихлоргидрином согласно методике, описанной в [4].

Синтез 2-замещенных-4-метилен-1,3-диоксоланов



К раствору 0.4 моль соответствующего хлорметилдиоксолана в 400 мл ДМФА при перемешивании по каплям добавляли раствор 1 моль метилата натрия в 200 мл ДМФА при комнатной температуре. Смесь перемешивали 4 часа при той же температуре и вливали в 300 мл воды, после чего экстрагировали эфиром. Органический слой отделяли и сушили над MgSO_4 . Эфирные вытяжки выпаривали, а остаток перегоняли в вакууме.

Присоединение этандитиола.



В ампулу емкостью 20 мл поместили 0.02 моль 2-замещенного-4-метилен-1,3-диоксолана, 0.042 моль ЭД и 0.5 вес.% ДАК. Ампулу запаивали и нагревали в термостате при 70°C в течение 3-х часов. По окончании реакции смесь охлаждали, 3-4 раза промывали 10%-ным раствором соды (для удаления избытка ЭД) и экстрагировали эфиром. После сушки над Na_2SO_4 эфир отгоняли, а продукт реакции перегоняли в вакууме.

Испытание аддуктов этандитиола с метилendiоксоланами в качестве ингибитора коррозии стали в серной кислоте. Испытания проводились с пластинками из малоуглеродистой стали СТ-3 размером 30x30x2 мм. Перед каждым опытом образцы очищали на шлифовальной машине до получения блестящей однородной поверхности, обезжиривали ацетоном. Коррозионной средой служили растворы серной кислоты (х.ч.) при концентрации 1Н и 5Н H_2SO_4 . Испытания проводили при 20, 40, и 80°C. Продолжительность опыта - 2 ч при 20°C и 1 ч при остальных температурах. Ингибированные растворы кислот готовили непосредственно перед опытом. Все опыты повторялись трижды. Количественную оценку степени защиты проводили гравиметрическим методом (по потере массы стального образца, подвергающегося коррозии за одинаковое время в растворах, соответственно в чистой и ингибированной кислоте). Коррозионную стойкость определяли, исходя из значений наиболее воспроизводимых результатов.

Обсуждение результатов. Изучение ингибирующих свойств синтезированных аддуктов проводилось в различных агрессивных средах и эффективность их оценивалась гравиметрическим методом (по потере массы стального образца, подвергающегося коррозии за одинаковое время в растворах, соответственно в чистой и ингибированной кислоте). Испытания проводили в интервале температур 20-80°C. Время испытаний – 2ч при 20°C и 1ч при остальных температурах.

В таблице представлены данные об ингибирующих свойствах аддуктов в зависимости от температуры и концентрации реагентов.

Как следует из данных таблицы, используемые аддукты эффективно защищают сталь от кислотной коррозии. Для аддуктов-ингибиторов повышение температуры среды положительно влияет на защитный эффект (усиливает его). Это вероятно связано с тем, что повышение температуры активизирует процесс хемосорбции молекул ингибитора на поверхности металла. Повышение же концентрации ингибитора (в 2 раза) незначительно увеличивает степень защиты от коррозии, что может быть объяснено формированием защитной пленки молекулами ингибитора в основном уже при концентрации 0.5 г/л. Поэтому дальнейшее увеличение концентрации его так сильно не отражает изменений значения защитного эффекта.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о высокой ингибирующей способности исследуемых аддуктов. Степень защиты при этом наблюдается достаточно высокая 92.7-99.9% при концентрации равной 0.5-1.0 г/л. Одновременно наблюдается и возрастание коэффициента торможения ингибитора до 615.

Достаточно высокий защитный эффект, проявляемый используемыми аддуктами в качестве эффективного ингибитора коррозии стали в серной кислоте, объясняется их структурной особенностью, в частности, наличием в молекуле гетероатомов серы и кислорода, карбонильной и фенильной групп, ответственных за абсорбционную связь с поверхностными атомами металла. В результате этого на поверхности металла формируется защитная пленка.

По эффективности ингибирования коррозии металлов в кислой среде изученные этандитиольные аддукты несколько различаются друг от друга. Причем наибольшим ингибирующим действием обладает соединение **IV**, содержащее в своей молекуле ароматическое ядро. Сравнительно наименьшей активностью обладает соединение **I**, имеющее в своей составе у C_2 -атома углерода диоксоланового кольца только метильные группы.

Таблица

Ингибирующие способности аддуктов метилendioксоланов с этандитиолом

Формула ингибитора	Концентрация ингибитора г/л	Скорость коррозии, г/м ² .ч	Степень защиты, %	Коэффициент торможения	Температура, °С
$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ \parallel \quad \\ \text{CH}_2 - \text{SCH}_2\text{CCH}_2\text{OCH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 - \text{SCH}_2\text{CCH}_2\text{OCH} - \text{CH}_3 \\ \parallel \quad \\ \text{O} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	0.5	0.72	91.8	14.6	20
		1.46	95.6	28.2	40
		4.2	98.4	176.5	80
	1.0	0.22	98.2	82.6	20
		0.44	98.8	118.9	40
		1.20	99.2	586.7	80
$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ \parallel \quad \\ \text{CH}_2 - \text{SCH}_2\text{CCH}_2\text{OCH} - \text{C}_4\text{H}_9 \\ \\ \text{CH}_2 - \text{SCH}_2\text{CCH}_2\text{OCH} - \text{C}_4\text{H}_9 \\ \parallel \quad \\ \text{O} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	0.5	0.70	92.1	15.4	20
		1.42	95.8	30.3	40
		3.80	98.2	181.2	80
	1.0	0.18	98.4	84.3	20
		0.40	98.6	122.5	40
		1.18	99.2	596.4	80
$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ \parallel \quad \\ \text{CH}_2 - \text{SCH}_2\text{CCH}_2\text{OCH} - \text{C}_6\text{H}_{11} \\ \\ \text{CH}_2 - \text{SCH}_2\text{CCH}_2\text{OCH} - \text{C}_6\text{H}_{11} \\ \parallel \quad \\ \text{O} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	0.5	0.69	92.4	15.8	20
		1.36	96.2	31.7	40
		3.40	98.6	184.3	80
	1.0	0.16	98.6	86.5	20
		0.36	98.8	124.7	40
		1.14	99.4	608.6	80
$\begin{array}{c} \text{SCH}_2\text{CCH}_2\text{OCH}_2 - \text{Ph} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SCH}_2\text{CCH}_2\text{OCH}_2 - \text{Ph} \end{array}$	0.5	0.66	93.9	16.2	20
		1.24	97.4	33.5	40
		3.7	99.4	186.0	80
	1.0	0.12	98.8	89.1	20
		0.33	99.4	126.0	40
		1.12	99.9	614.7	80

В исследуемых аддуктах гетероатомы серы и кислорода в виде сульфидной и эфирной связей, а также карбонильные и фенильные группы находятся в одинаковых положениях, но различаются количествами. Поэтому, следовало ожидать увеличения ингибирующих свойств в случае использования аддуктов с ЭДТ, где адсорбционных центров в 2 раза больше по сравнению с тиофенольными аддуктами. В результате этого эффективность защиты поверхности металла становится больше в случае использования аддукта с ЭДТ.

Из табличных данных видно, что общим для испытанных ингибиторов является возрастание защитного эффекта с увеличением температуры агрессивной среды. Это, возможно, связано с тем, что при пониженных температурах на поверхности металла протекает физическая адсорбция, а с увеличением температуры начинает доминировать химическая адсорбция.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. М.: Физматлит, 2002, 336 с.
2. Томашов К.Д., Чернова Г.П. Теория коррозии и коррозионностойкие конструкционные материалы. М.: Металлургия, 1986, 359 с.
3. Папов Ю.А. Теория взаимодействия металлов и сплавов с коррозионноактивной средой. М.: Наука, 1995, 200 с.

4.Рамазанов Г.А. Синтез циклопропансодержащих-4-метилен-1,3-диоксоланов // СГУ,
Научные известия, 2003, №2, с.30-33

XÜLASƏ
METİLENDİOKSOLANLARIN ETANDİTİOLLA ADDUKTLARININ METALLARIN TURŞ
MÜHİTDƏ KORROZİYASINA QARŞI İNGİBİTOR KİMİ İSTİFADƏSİ
Yusifli F.X.

Açar sözlər: *metilendioksolan, etanditiol, addukt, korroziya*

Etanditiolun 2-əvəzli-4-metilen-1,3-dioksolanlara radikal birləşməsilə kükürd tərkibli monoadduktlar sintez olunmuş və metalların turş mühitdə korroziyasına qarşı ingibitor kimi istifadə olunmuşdur. Alınmış adduktların mühafizə dərəcələrinin onların qatılığından və temperaturdan asılılığı öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, istifadə olunan adduktların yüksək mühafizə qabiliyyətləri onların quruluş xüsusiyyətləri ilə, xüsusilə də molekulda metalın səthindəki atomlarla absorbsion əlaqə yaratmağa qabil kükürd və oksigen heteroatomlarının, fenil və karbonil qruplarının olması ilə əlaqədardır.

SUMMARY
USE OF ADDUCTS OF METHYLENE DIOXOLANES WITH ETHNANE DITHIOL
AS THE METAL CORROSION INHIBITORS IN ACIDIC MEDIUM
Yusifli F.Kh.

Key words: *methylene dioxolane, ethane dithiol, adduct, corrosion*

By radical addition of ethandithiol to 2-substituted-4-methylene-1,3-dioxolanes, sulfur-containing monoadducts were synthesized, which were later used as an inhibitor of metal carrosion in an acidic medium. The dependence of the degree of protection of the obtained adducts on their concentration and temperature was studied. It is shown that the adducts used exhibit a high protective ability, which is due to their structural feature, in particular, the presence in the molecule of sulfur and oxygen heteroatoms, carbonyl and phenyl groups responsible for the absorption bond with the surface atoms of the metal.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	19.02.2019
	Son variant	28.02.2020

УДК 678.643.42.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ НЕПРЕДЕЛЬНЫХ ОГНЕСТОЙКИХ АМИНЭПОКСИДНЫХ СМОЛ НА ОСНОВЕ ДИАМИНОВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ ИЗ C₅ ФРАКЦИИ

ШАХГЕЛЬДИЕВ ФИЗУЛИ ХАНАЛИ оғлу

Сумгаитский государственный университет, диссертант

shahgeldiyevf@gmail.com

Ключевые слова: *непредельные диамины, солянокислый гидроксилламин, C₅ фракция, 1,9-диаминобициклопентен-2,7, аминэпоксидная смола, огнестойкость*

Представленная работа посвящена синтезу непредельных циклических диаминов на базе C₅ фракции, полученной в качестве побочного продукта на пиролизной установке ЭП-300. Аминированием полученных диаминов в условиях окислительно-восстановительной системы в присутствии TiCl₄ был получен 1,9-диаминобициклопентен-2,7 в качестве исходного сырья для получения аминэпоксидной смолы. А также исследован механизм процесса аминирования и процесса отверждения аминэпоксидной смолы различными отверждающими агентами.

Известно что, диамины являются ценными химическими реагентами и находят широкое практическое применение в различных областях тонкого органического синтеза и в химической промышленности, благодаря их высокой реакционной способности. Анализ литературных данных показывает, что получению диаминов посвящено много работ, но существующие методы синтеза диаминов представляют многостадийные процессы, базирующиеся на дефицитных реагентах.

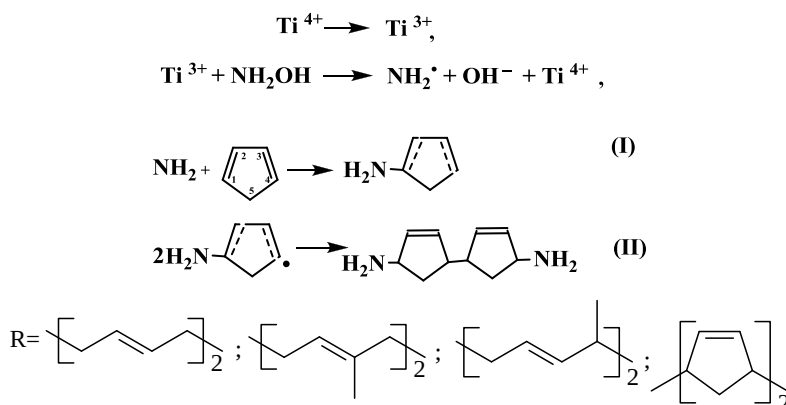
Способом выхода из ситуации является более рациональное использование промежуточных продуктов, полученных при процессе данного производства, например, при процессе пиролиза нефтепродуктов в установках ЭП-300, приводящее к образованию многочисленных углеводородов различного строения.

Настоящая работа посвящена синтезу непредельных циклических диаминов из пентанпентеновой (C₅) фракции, полученной в качестве побочного продукта на пиролизной установке ЭП-300 [1], получению аминэпоксидной смолы на их основе, а также исследованию физико-механических и огнестойких свойств полученных композиций.

Синтез непредельных циклических диаминов на основе C₅ фракции. При синтезе ненасыщенных диаминов по одностадийному методу было проведено взаимодействие солянокислого гидроксилламина с циклопентадиеном в условиях окислительно-восстановительной системы в присутствии TiCl₄. Взаимодействие солянокислого гидроксилламина с TiCl₄ в этих условиях приводит к возникновению аминного радикала, способного образовывать с сопряженными диенами ненасыщенные диамины с удвоенным числом углеродных атомов в молекуле, а также теломера.

С целью нахождения оптимальных условий процесса нами было изучено влияние количества TiCl₄, молярного соотношения циклопентадиен: солянокислого гидроксилламина, температуры и продолжительности реакции на выход диаминов от теоретически возможного и расчете на взятый четыреххлористый титан. Результаты влияния переменных параметров на селективность процесса приведены на рис. 1-4.

Процесс аминирования циклопентадиена в этих условиях протекает по схеме:



На рис. 1 приведены данные о влиянии количества TiCl_4 (мол.%) в расчете на взятый солянокислый гидроксилламин (ГА) при молярных соотношениях ГА к цикlopентадиену (ЦПД) 1:2, 1:2.5 и 1:3. Как видно из рис.1, с увеличением количества TiCl_4 от 5 до 15 мол. % (по отношению к ГА) выход диаминобициклопентенила (ДАБЦП) увеличивается, а теломера снижается.

Изменение молярного соотношения ГА : ЦПД от 1:1 до 1:2.5 приводит к увеличению выхода ДАБЦП к снижению относительного содержания теломера. Дальнейшее изменение молярного соотношения от 1:2.5 до 1:3 не вызывает существенного изменения в соотношении продуктов реакции (рис.2).

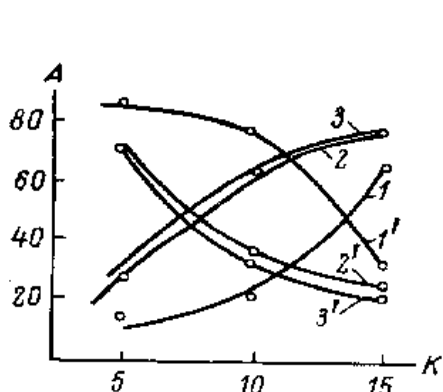


Рис. 1. Влияние количества TiCl_4 , TiCl_4 , K (мол. % на взятый ГА) на выходы диамина А (%) от теоретически возможного (в (1',2',3') расчете на взятый TiCl_4). 1,2,3-при температуре 20° и продолжительности 3 часа. Соотношение ГА, ЦПД: 1,1'- 1:2, 2,2'-1:25, 3,3'-1:3

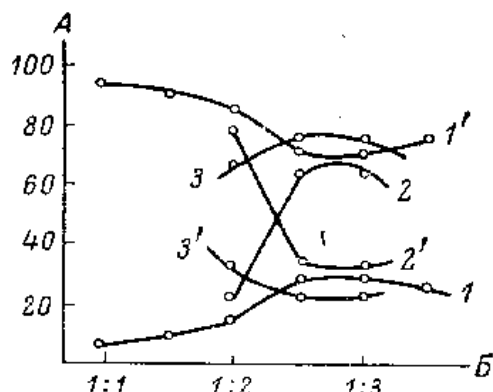


Рис. 2. Влияние молярного соотношения ГА:ЦПД при содержании TiCl_4 5, 10, 15 мол % на выходы диамина (1,2,3) соответственно и теломера, А-выход (%), Б-молярное соотношение ГА, ЦПД.

Рассмотрение кривых влияния температуры и продолжительности (рис.3,4) показало, что повышение температуры от 10 до 25° ведет к увеличению выхода ДАБЦП, а дальнейшее повышение ее уменьшает выход. Увеличение продолжительности опыта от 3 до 6 часов ведет к уменьшению выхода ДАБЦП, в то же время к увеличению относительного содержания теломера. При 3-часовой продолжительности опыта выход ДАБЦП максимален.

В результате проведенных опытов выявлено, что оптимальными условиями для получения диаминобициклопентенила в окислительно-восстановительной системе являются: температура- 25° , количество TiCl_4 15 мол.% по взятому ГА, продолжительность опыта 3 часа, молярное соотношение ЦПД:ГА-2.5:1.

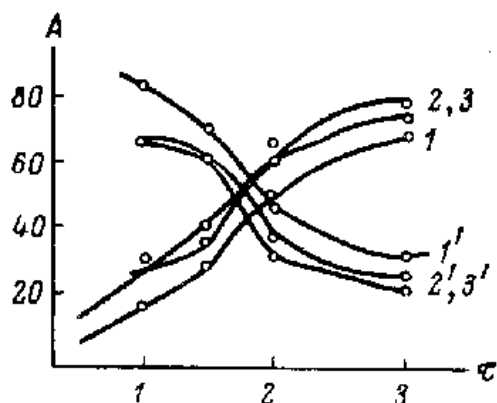


Рис. 3. Влияние продолжительности на выходы диамин (1,2,3) и теломера (1',2',3'). А-выход (%), τ- продолжительность опыта. Соотношение ГА:ЦПД, 1, 1'-1:2; 2,2'-1:2,5; 3,3'-1:3.

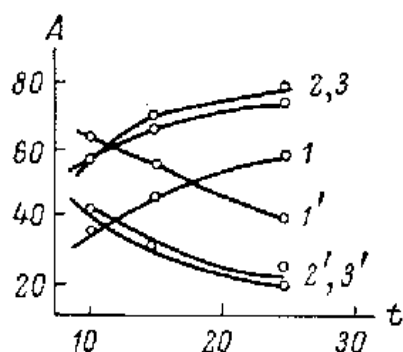


Рис. 4. Влияние температуры при (TiCl₄ 15 мол.% и продолжительности 3 часа) на выходы диамин и теломера А-выход (%), t-температура (°С).(час). Соотношение ГА:ЦПД, 1, 1'-1:2; 2,2'-1:2,5; 3,3'-1:3.

Взаимодействие солянокислогогидроксиламина с солями металлов переменной валентности в окислительно-восстановительной системе приводит к образованию аминорадикала, способного в присутствии цикlopentadiена образовывать диамин, содержащий две единицы цикlopentена в составе молекулы и теломерного продукта. Оптимальные условия образования димерного продукта и теломера установлены нами.

Настоящая работа посвящается исследованию структуры продуктов, методом ИК-, ППР-спектроскопии и газожидкостной хроматографии. Выделенная в результате реакции диаминовая фракция с температурой кипения 115-117° при 4 мм рт. ст. (см. табл. 1.), по данным физико-химического анализа и элементного состава является 1,9-диаминобициклопентеном-1,7 (ДАБЦП). Хроматографический анализ фракции показал наличие лишь одного изомера с чистотой 99,5%.

Таблица 1.

Физико-химические константы продуктов реакции

Назв. соедин-я	Выход %	Т.к. (°С) при 4 мм рт.ст	d_4^{20}	n_D^{20}	Молекулярный вес		Элементный состав, %					
							С		Н		N	
					найдено	вычислено	найдено	вычислено	найдено	вычислено	найдено	вычислено
ДАБЦП	78	115-117	1.0255	1.5320	170	164	73.40 73.46	73.14	9.98 10.07	9.75	17.41 17.40	17
ДАТЦП	9	150-155	1.0310	1.5390	240	230	78.80	78.26	10.13	9.56	12.90	12

Образование единственного изомера при аминировании цикlopentadiена в отличие от наблюдаемого сложного изомерного состава в случае аминирования бутадиена-1,3, 2-метилбутадиена-1,3, пентадиена-1,3 объясняется, по-видимому, особенностью аминциклопентенильного радикала (I). В результате присоединения аминного радикала к цикlopentadiену образуется аминциклопентенильный радикал с относительной

локализацией радикального центра в 4-м положении. Большая стабильность и, следовательно, малая активность радикала (I) приводит к образованию 1,9-диаминобициклопентена-2,7(II) по схеме.

В ИК-спектре 1,9-диаминобициклопентена-2,7 (рис.1) наблюдаются интенсивные полосы валентных асимметричных (ν_{ac}) 3386 см^{-1} и симметричных (ν_c) 3293 см^{-1} колебаний первичной аминной группы. Расчет ν_c по формуле $\nu_c = 345,5 + 0,876 \nu_{ac} = 3312\text{ см}^{-1}$ достаточно хорошо согласуется с наблюдаемым 3293 см^{-1} . Отклонение ν_c (расчетного от наблюдаемого) $= 9\text{ см}^{-1}$. Это свидетельствует о том, что сдвиг в сторону низких частот (для свободного первичного амина ν_{ac} с 3500 см^{-1}) вызван одинаковой степенью участия обеих групп (N-H) в водородной связи.

Следовательно, аминогруппы в молекулах диамина по своему окружению совершенно идентичны, а это согласуется с предполагаемой структурой диамина. В области деформационных колебаний (плоские) N-H $1640\text{--}1560\text{ см}^{-1}$ наблюдается сильная полоса 1615 см^{-1} и широкая полоса в области $900\text{--}650\text{ см}^{-1}$ средней интенсивности (неплоские). Полосы поглощения в области 3050 см^{-1} относятся к валентным колебаниям связи $=\text{CH}$. Полоса 1390 см^{-1} (средней интенсивности), по всей вероятности, относится к плоским деформационным колебаниям CH при двойной связи.

В ПМР-спектре (рис. 5) 1,9-диаминобициклопентена-2,7 четко проявился сигнал четырех протонов двух амминных групп с химическим сдвигом 1.1 мд, соответствующий по интенсивности 4-м протонам (4:4.4). Протоны при двойной связи представляют неразрешенный мультиплет в области 5.25-5.75 мд. Интегральная интенсивность этих сигналов точно соответствует 4-м протонам. Сигналы других протонов расположены в области 1.3-4 мд.

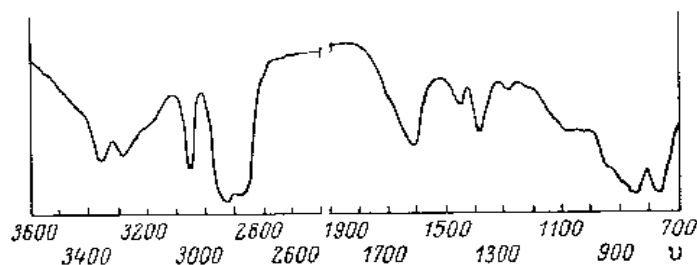


Рис.5. ИК-спектр 1,9-диаминобициклопентена-2,7

С целью исследования теломерного продукта реакции последний был превращен в аминную соль пропусканием сухого хлористого водорода через раствор теломерного продукта в безводном хлороформе. Очищенная аминная соль была превращена в диамин действием 40%-го раствора едкого натра и идентифицирована вакуумной ректификацией в атмосфере азота. Элементный состав, молекулярный вес полученной фракции с температурой кипения $150\text{--}155^\circ$ при 4 мм рт. ст. (см. таблицу) совпадает с расчетными, приведенными в предположении, что данная фракция является диаминотрициклопентеном (ДАТЦП).

В инфракрасном спектре (ДАТЦП) (рис. 6) достаточно четко выделяются полосы поглощения, относящиеся к деформационным колебаниям $\text{C}=\text{C}$ связи циклопентенов 1650 см^{-1} . Валентные колебания CH у двойной связи на 20 см^{-1} смещены в стороны низких частот и имеют частоту 3031 см^{-1} . Относительная интенсивность полосы деформационных колебаний C-N-H связи на максимуме имеет частоту 1084 см^{-1} . Эта полоса проявляется, когда первичная аминная группа валентно связана со вторичным углеродным атомом, что соответствует структуре диаминотрициклопентена. Асимметричные и симметричные колебания валентных связей N-Аминных групп соответственно имеют частоты полос $3348, 3255\text{ см}^{-1}$.

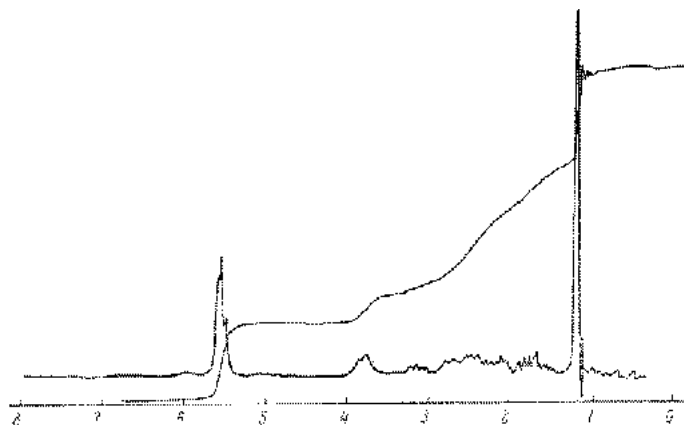


Рис. 6. ПМР-спектр 1,9-диаминобициклопентена-2,7

Что касается продукта с температурой кипения выше 155° при 4 мм рт. ст. из-за трудности разделения вакуумной ректификацией (выше 155° при 4 мм рт. ст. продукт частично разлагается) мы ограничились определением молекулярного веса и содержания азота, а также показаниями ИК-спектров.

В ИК-спектре четко выделяются полосы поглощения 1650, 3035, 3345 и 3250 см^{-1} , характеризующие соответственно двухзамещенную двойную связь и первичную аминную группу. Молекулярный вес (310) и содержание азота (10.40%) соответствуют диамину, содержащему четыре пятичленных цикла в цепи молекулы.

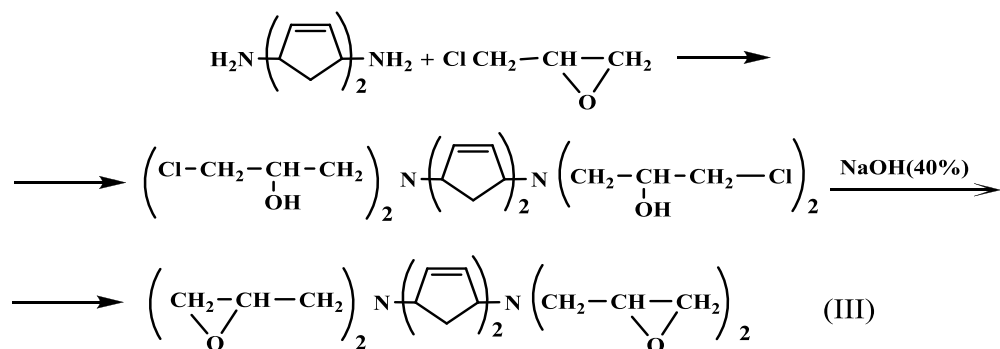
Образование диаминонитри- и диаминотетрациклопентена можно объяснить тем, что в присутствии цикlopentadiена аминокциклопентенильный радикал (I) присоединяется к цикlopentadiену, образуя малореакционноспособный радикал (II). Дальнейшее наращивание цепи теломера подавляется реакцией обрыва цепи в результате рекомбинации радикала (I) и (II), что приводит к образованию диаминотрициклопентена(IV). Рекомбинацией двух аминокциклопентенильных (II) радикалов можно объяснить образование диаминотетрациклопентена (V) [2].

Получение аминоксидных смол. Из-за хорошей адгезии ко многим материалам, высоким прочностным показателям, теплостойкости и химической стойкости, стойкости к действию агрессивных сред, низкой вязкости аминоксидные смолы могут быть использованы во многих отраслях промышленности. В литературе описан синтез аминоксидных смол на основе диаминов алифатического и ароматического ряда. Однако вопрос о получении неперелых аминоксидных смол освещен мало [4].

В связи с этим представляло интерес синтезировать неперелые циклические аминоксидные смолы, имеющие в структуре реакционноспособные оксидные группы, третичный азот, двойную углерод-углеродную связь и т.д. Такие оксидные смолы дают возможность получить полимеры с заданными свойствами.

Для синтеза аминоксидных смол в качестве исходного сырья нами был использован 1,9-диаминобициклопентен-2,7, методы синтеза которого описаны выше.

Синтез смол осуществляли в две стадии. Сначала проводили взаимодействие 1,9-диаминобициклопентен-2,7 и эпихлоргидрина в присутствии каталитического количества воды с образованием аминоклоргидринов. На второй стадии синтеза полученные аминоклоргидрины подвергали дегидрохлорированию водным раствором едкого натра [3,5].



Установлено, что с увеличением содержания эпихлоргидрина от 4 до 7 моль на 1 моль 1,9-диаминобициклопентена-2,7 возрастает эпоксидное число смол. Увеличивали также количество едкого натра (6 моль на 1 моль 1,9-диаминобициклопентена-2,7). При повышении температуры реакции от 20 до 60°C наблюдалось уменьшение эпоксидного числа аминэпоксидных смол. Количество эпоксидных групп и молекулярная масса смол в зависимости от условий синтеза изменялись в пределах 35-51 и 494-780 соответственно. Полученные аминэпоксидные смолы способны к самоотверждению, протекающему в результате взаимодействия эпоксидных групп с остаточными вторичными аминогруппами, а также вследствие полимеризации олигоэпоксидов под влиянием третичных аминогрупп. Самоотверждающая способность аминэпоксидных смол изучена с помощью ИК-спектроскопии. Образцы, нанесенные на пластинку КВг толщиной 0,7-1,0 мм, помещали в термостат и выдерживали при 40,80,120 и 160°C в течение 6 ч, через каждый час снимая спектрограммы. Количество прореагировавших эпоксигрупп определяли по изменению интенсивности валентных колебаний в области 910 и 1255 см⁻¹ и методом базисной линии. Изменение содержания эпоксигрупп, вычисленное на основе ИК-спектра, приведена на рисунке 7.

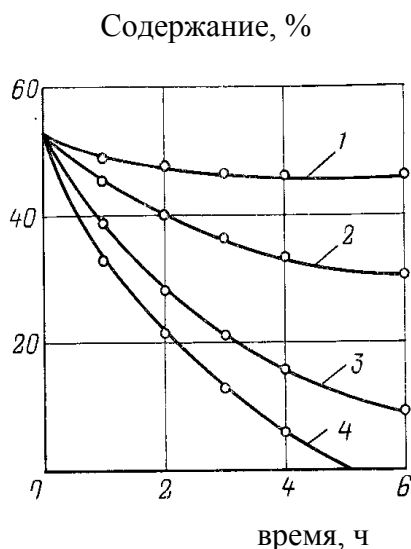


Рис. 7. Зависимость содержания эпоксигрупп

С увеличением времени выдержки образцов при термообработке наблюдается полное исчезновение эпоксигруппы в области полос поглощения 765, 835, 910, 1255 и 3005 см⁻¹, а также полос поглощения 1645 и 3085 см⁻¹, характерных для двойной связи и присутствующей в ИК-спектре неотвержденной смолы. Следовательно, аминэпоксидные смолы отверждаются как по эпоксидному кольцу, так и по двойной связи.

Для получения огнестойких эпоксидных композиций смолы отверждали ангидридами-1,2,3,4,7,7-гексабром-бицикло (2,2,1)-гептен-2-дикарбоновой-5,6-кислоты (БЭД) и 7,7-диметокси-1,2,3,4-тетрабром-бицикло (2,2,1)-гептен-2-дикарбоновой-5,6-кислоты. (ДМТБЭД), полученными диеновой конденсацией гексабром и 5,5-диметокситетрабром-циклопентадиена с малеиновым

ангидридом. Смолы БЭД- и ДМТБЭД-ангидридами отверждаются при значительно более низкой температуре и за более краткий срок, чем диановые эпоксидные смолы. Это связано, по-видимому, с наличием третичного атома азота в цепи аминэпоксидных смол, так как известно, что третичные амины являются ускорителями отверждения эпоксидных смол ангидридами карбоновых кислот.

Таблица 2.

Физико-механические свойства неперелетной циклической аминоэпоксидной смолы, отвержденной БЭД и ДМТБЭД-ангидридами

Показатель	БЭД-ангидрид	ДМТБЭД-ангидрид
Теплостойкость по Мартенсу, °С	165	180
Разрушающее напряжение, МПа при растяжении при сжатии при изгибе	85,5±2 241±3 112±0,7	90±4 247±3 120±1,5
Относительное удлинение при разрыве, %	2-3	4-5
Ударная вязкость, кДж/м ²	14-15	17-18
Водопоглощение за 24 ч.	0,025	0,037
Время затухания после выноса из пламени горелки, с	8-9	13-14

В связи с высокой температурой плавления и малой растворимостью в смоле БЭД- и ДМТБЭД-ангидридов их применяли в виде 70-80%-ных растворов в целлозольве. БЭД- и ДМТБЭД-ангидриды брали в количестве, эквивалентном по отношению к количеству эпоксидной смолы. Отверждение проводили при комнатной температуре в течение 16 ч, при 80°-6 ч, 120°-4 ч и при 140°С-2ч. Отвержденные композиции имеют высокие прочностные показатели, теплостойкость и являются самозатухающими (табл. 2.).

Экспериментальная часть.

Методика синтеза диаминов. Синтез ненасыщенного диамина проводят следующим образом, в четырехгорлую колбу, снабженную механической мешалкой, обратным холодильником, двумя капельными воронками и термометром, помещают 74,8 г (1,15 моль) металлического цинка, 5 моль-% катализатора $TiCl_4$ (на взятый солянокислый гидроксилламин), растворенного в метаноле. При перемешивании в течение 1 ч. из капельной воронки накапливается 13,9 г. пентан-пентеновой фракции (до 45°С) и 69,5 г. солянокислого гидроксилламина в виде 9%-ного раствора в 2,5N солянокислом метаноле. Реакция ведется при 10-15°С. После прибавления всех компонентов реакционную смесь перемешивают еще 2 ч. По окончании реакции непрореагировавшую пентан-пентеновую фракцию и растворитель отгоняют, а остаток подщелачивают водным раствором едкого натра. Продукт экстрагируют из водного раствора изопропиловым спиртом. После сушки над K_2CO_3 и отгонки растворителя выделяют под вакуумной разгонкой 114 г (68%) в расчете на взятый солянокислый гидроксилламин; моль.в. 165,7 (по криоскопическому методу); $T_{кип.}$ -110-140°С/3 мм.рт.ст.; n_D^{20} 1,4950, d_4^{20} 0,9340 Найдено: №17,43; 17,16.

а) Синтез 1,9-диаминобициклопентен-2,7.

В четырехгорлую реакционную колбу, снабженную механической мешалкой, обратным холодильником, капельной воронкой, термометром, помещается 10.4 г. солянокислого гидроксилламина, 300мл 2.5н. раствора хлористоводорода в метаноле и 4.3г. четырехлористого титана, растворенного в метаноле. Затем в течение 1 часа при перемешивании по каплям добавляется соответствующее количество циклопентадиена и одновременно порциями добавляется металлический цинк (1:1.15 в расчете на солянокислый гидроксилламин). Реакционная смесь перемешивается при 20-25° в течение 2 часов и после подщелачивания водным раствором едкого натра и экстракции изопропиловым спиртом подвергается ректификации под вакуумом в атмосфере азота.

Выделенный диаминобициклопентенил имеет следующие физико-химические константы: т.кип. 115-117° при 4 мм, d_4^{20} 1.0255, n_D^{20} 1.5320, MR_D 49.65 (вычислено 50.27); % : С 73.40 (73.14), Н 9.86 (9.75), N 17.36 (17.07).

Хроматографирование на 2-метровой колонке с 1.0%-м карбоваксом, нанесенным на хромотон на приборе Хром-31, показало, что степень чистоты полученного ДАБЦП составляет 99.5%.

В качестве исходного сырья применялись солянокислый гидроксилламин марки ч.д.а. и цикlopentadiен со степенью чистоты 99.8%. Катализатором служил четыреххлористый титан.

Хроматографирование ДАБЦП проводилось на хроматографе "Хром-31" при температуре детектора 190°, длина колонки-2.4, d=4мм, твердой фазой служил хроматон, обработанный 1%-м раствором карбовакса. В качестве газа-носителя использовался гелий.

ПМР-спектр снят на приборе РС-60. В качестве растворителя был взят четыреххлористый углерод, внутренним стандартом служил тетраметилсилан (ТМС).

ПМР-спектры были сняты на приборах UR-20 и ИКС-14А в постоянной кювете (d=0.0022). На UR-20 щелевая программа 4, скорость записи 160 см⁻¹/мин., усилено 8.5.

Результаты и их обсуждение. При изучении взаимодействия гидроксилламина с цикlopentadiеном окислительно-восстановительной системе в присутствии четыреххлористого титана установлено, что в результате реакции образуется диамин с удвоенным числом углеродных атомов в молекуле и теломерный продукт.

Исследования структуры продуктов, полученных при свободнорадикальном аминировании цикlopentadiена гидроксилламином в окислительно-восстановительной системе методом ИК- и ПМР- спектроскопии показало, что основным продуктом реакции является 1,9-диаминобициклопентена-2,7. В качестве побочного продукта реакции образуется теломер, состоящий из диаминотри- и диаминотетрациклопентена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Şahgəldiyev F.X., İsmayılova R.İ., Mustafayev A.M. C₄-C₅ fraksiyasından doymamış diaminlərin sintezi və xassələrinin öyrənilməsi / AMEA-nın akademik Y.N.Məmmədliyəv adına NKPI-nun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş "Müasir kimyanın aktual problemləri" mövzusunda BEKM. Bakı, 2-4 oktyabr, 2019, s. 205
2. Şahgəldiyev F.X., Mustafayev M.M., Mustafayev A.M. Tərkibində reaksiyaya girmə qabiliyyətli fraqmentləri olan doymamış tsiklik aminepoksid qatranlarının sintezi və xassələrinin öyrənilməsi // SDU, Elmi xəbərlər, Təbiət və texniki elmlər bölməsi, c.17, №2, Sumqayıt, 2017, s.41
3. Шахгельдиев Ф.Х., Мустафаев М.М., Исмаилова Р.И., Мустафаев А.М. Ненасыщенные циклические аминэпоксидные смолы, синтез и свойства/ Международная научно-практическая конференция, посвященная 1150-летию персидско таджикского учёного-энциклопедиста, врача, алхимика и философа Абу Бакра Мухаммада ибн Закария Рази. 27-28 мая. Душанбе, 2015, с.156
4. Шахгельдиев Ф.Х., Мустафаев М.М., Мустафаев А.М. Синтез ненасыщенных циклических аминэпоксидных смол на основе 1,1¹-ди(циклопент-4-ен)-3,3¹-диамина / Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 94-cü ildönümünə həsr olunmuş "Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri" BEKM. Gəncə, 04-05 may, 2018, I hissə, s.217
5. Şahgəldiyev F.X., İsmayılova R.İ., Mustafayev A.M. C₄-C₅ fraksiyasından doymamış diaminlərin və onlar əsasında odaddavamlı kompozisiyaların alınması / Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-cı il dönümünə həsr olunmuş "Müasir təbiət və iqtisadi elmlərin aktual problemləri" mövzusunda BEKM, 02-03 may. Gəncə, 2019, I hissə, s.179-180

XÜLASƏ
C₅ FRAKSİYASINDAN SİNTEZ OLUNMUŞ DİAMİNLƏR ƏSASINDA
DOYMAMIŞ TSİKLİK ODADAVAMLI AMİNEPOKSİD QATRANLARININ
ALINMASI PROSESİNİN TƏDQIQI
Şahgəldiyev F.X.

Açar sözlər: *doymamış diaminlər, xlorid turşulu hidrosilamin, C₅ fraksiyası, 1,9-diaminbitsiklopenten-2,7, aminepoksid qatranı, odadavamlılıq*

Təqdim olunan iş EP-300 piroliz qurğusunda yan məhsul kimi alınan C₅ fraksiyası əsasında doymamış tsiklik diaminlərin sintezinə və alınan diaminlərin oksidləşmə-reduksiya şəraitində TiCl₄ iştirakı ilə aminləşməsinə həsr edilmişdir. Aminepoksid qatranlarının alınması üçün ilkin xammal kimi 1,9-diaminbitsiklopenten-2,7 alınmış, aminləşmə prosesinin mexanizmi və aminepoksid qatranının müxtəlif bərkidici agentlərlə bərkimə prosesi tədqiq olunmuşdur.

SUMMARY
STUDY OF THE PROCESSES OF PRODUCTION OF CYCLIC UNSATURATED FIRE
RESISTANT AMINE OXIDE RESINS BASED ON DIAMINES SYNTHESIZED
FROM THE C₅ FRACTION
Shahgeldiyev F.Kh.

Key words: *unsaturated diamines, hydrochloric acid hydroxylamine, C₅ fraction, 1,9-diaminostilbene-2,7, aminoethoxy resin, fire-resistance*

The presented work is devoted to the synthesis of unsaturated cyclic diamines based on the C₅ fraction obtained as a by-product at the pyrolysis plant EP-300, by amination of the obtained diamines in the redox system in the presence of TiCl₄. 1,9-diaminobicyclopentene-2,7 was obtained as a feedstock for the production of aminoepoxide resin. The mechanism of the amination process and the curing process of the aminoepoxide resin by various curing agents were also researched.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	01.03.2019
	Son variant	18.02.2020

УДК 546.56

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ СОРБЦИИ ИОНОВ МЕДИ СОЛЯМИ ТРОЙНОГО СОПОЛИМЕРА МАЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ СО СТИРОЛОМ И ДЕЦЕНОМ-1

ШИРИНОВАЭЛЬНАРА АЛАДДИН ГЫЗЫ

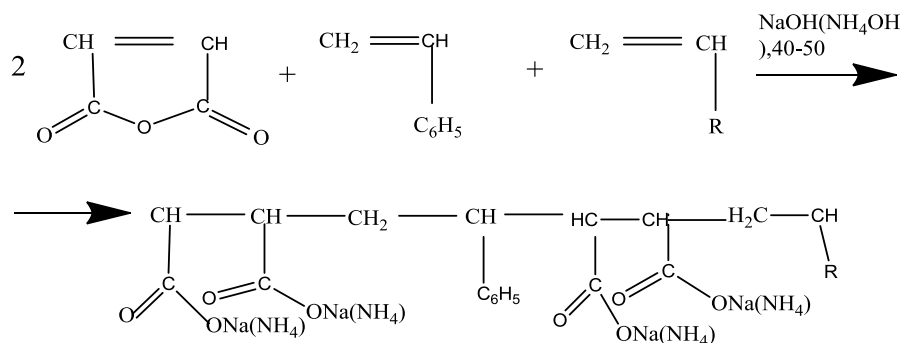
Бакинский государственный университет, докторант
jafarova.elnara@gmail.com

Ключевые слова: ионы меди, сорбция, степень сорбции, сорбционная емкость

Введение. Большое практическое значение имеет адсорбция ионов тяжелых металлов из водных сред полимерными сорбентами с различными реакционноспособными группами атомов. В литературе встречается достаточно много работ, посвященных этой проблеме. Так, хелатообразующие сополимеры малеинового ангидрида и малеиновой кислоты с различными сомономерами были использованы для извлечения ионов меди (II) и других тяжелых металлов из водных растворов [1-4]. Модифицированный 3-аминобензойной кислотой поли(стирол-алт-малеиновый ангидрид) был использован в качестве сорбента для извлечения ионов Fe(II), Cu(II), Zn(II) и Pb(II) из водных растворов [1].

Процент извлечения ионов располагается в следующем ряду: Fe(II) > Cu(II) > Zn(II) > Pb(II). Сорбент эффективен для сорбции названных ионов из сточных вод. Новый синтезированный сорбент, полученный сополимеризацией стирола и малеиновой кислоты в присутствии дивинилбензола, проявлял высокую сорбционную способность по отношению к ионам хрома, железа, никеля, меди и свинца [2]. Сорбционная емкость сорбента по отношению к ионам Cr(III), Fe(III), Ni(II), Cu(II) и Pb(II) имеют значения 10,2; 14,3; 14,2; 15,4 и 8,0 мг·г⁻¹, соответственно. Хелатообразующий сополимер, содержащий карбоксильную или карбоксилатную группы, был синтезирован эмульсионной сополимеризацией этилметакрилата с дивинилбензолом и тестирован в качестве адсорбента для извлечения ионов токсичных тяжелых металлов [3]. Хелатная смола поли(стирол-алт-малеиновый ангидрид) была исследована в качестве сорбента для извлечения ионов меди(II) из водных растворов [4]. Было изучено влияние различных параметров, такие, как pH среды, масса смолы, время контакта и концентрация ионов металла на эффективность адсорбции. Полимерный сорбент, синтезированный на основе акриловой кислоты и поливинилиденфторид был использован для извлечения ионов меди из водных растворов [5]. Данные по сорбции хорошо описываются моделями Ленгмюра, Фрейндлиха и Дубинина-Радускевича. По мнению авторов механизм сорбции связан с ионообменным взаимодействием между ионами меди и карбоксильными группами сорбента. В данной работе обсуждаются результаты изучения условий извлечения ионов меди из водных растворов натриевой и аммониевой солей тройного сополимера малеиновая кислота-стирол-децен-1.

Экспериментальная часть. Натриевая и аммониевая соли тройного сополимера малеиновая кислота-стирол-децен-1 были получены реакцией сополимера малеиновый ангидрид-стирол-децен-1 с 5%-ными растворами соответствующих щелочей.



где: R=-(CH₂)₇CH₃

Полученные соли несколько раз промывались сначала дистиллированной водой, а затем ацетоном и высушивались в вакуум-сушильном шкафу. Выход натриевой соли 3.8 г (69%), аммониевой соли 3.3 г (69.3%). Исходный тройной сополимер малеиновый ангидрид-стирол-децен-1 был синтезирован по известной методике [6]. Для изучения сорбционной способности синтезированных солей был использован водный раствор ионов меди(II) различной концентрации (0.0025-0,02 моль л⁻¹). Равновесная концентрация ионов меди определялась фотометрическим методом с использованием в качестве реагента 0.001М раствора ксиленол-оранжевого. Оптическая плотность была измерена на спектрофотокалориметре КФК-2 при λ=540 нм.

Степень сорбции вычислялась по формуле

$$R = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \cdot 100\%$$

а сорбционная ёмкость - по формуле

$$C_e = \frac{(C_0 - C_e) \cdot V}{g}$$

где C₀ и C_e—исходная и равновесная концентрации ионов меди (моль·л⁻¹), соответственно, V—объём раствора CuSO₄, взятого для сорбции, (л), g—масса сорбента (г).

Изучение влияния различных факторов на степень сорбции. На процесс сорбции (адсорбции) ионов тяжелых металлов из водных растворов, являющийся физико-химическим взаимодействием ионов металла и сорбента, влияют различные факторы. Среди ряда других факторов наиболее характерными и важными являются время контакта сорбента с раствором ионов металла (время сорбции), масса сорбента, исходная концентрация ионов металла в растворе, температура, характер среды и др. Ниже приводятся результаты влияния массы сорбента, контактного времени и исходной концентрации ионов меди (II) на степень сорбции ионов из водного раствора.

Влияние pH раствора на сорбционной способности сорбентов. Влияние pH раствора на адсорбционную способность сорбентов по отношению к ионам Cu²⁺ было исследовано в диапазоне значений pH=3.0-9.0, с сохранением всех других параметров постоянными. Необходимое значение pH растворов при изучении сорбции Cu²⁺ устанавливали при помощи ацетатных буферных систем. Ацетатные буферные растворы с pH от 3 до 9 готовили из раствора уксусной кислоты и раствора гидроксида аммония с использованием pH-метра марки pH-600 AQ (Румыния). Влияние pH на степень сорбции ионов меди из водного раствора изучено на примере аммониевой соли тройного сополимера (рис.1). Как видно из рис.1, при сильнокислотной среде (pH 3) сорбция ионов меди протекает очень медленно (степень сорбции 17.3%), что может быть приписано равновесию сорбция-десорбция, сопровождающемуся с заменой ионов меди водородными ионами. Степень сорбции значительно увеличивается в диапазоне pH от 4 до 6, а максимальная степень сорбции была достигнута при pH 6 (49.5%).

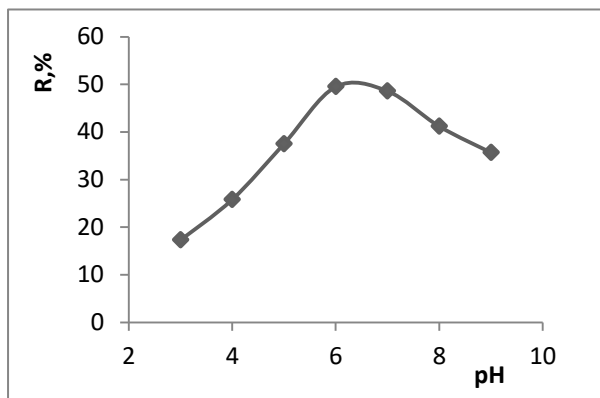


Рис. 1. Зависимость степени сорбции от pH раствора
($C_0 = 0.96 \text{ г л}^{-1}$, масса сорбента 2.5 г л^{-1} , объем раствора, взятого для сорбции (V) 0.04 л , 20°C , 60 мин)

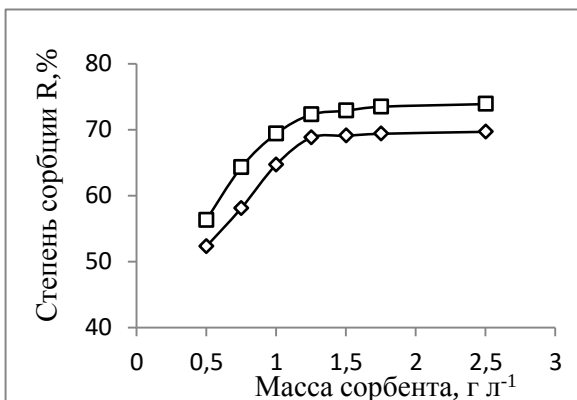


Рис.2. Графики зависимости степени сорбции от массы сорбента для сорбентов МК-Дц-Ст-Na и МК-Дц-Ст- NH_4 . $C_0 = 0.32 \text{ г л}^{-1}$ ($0.005 \text{ моль л}^{-1}$), $V = 0.04 \text{ л}$, 60 мин , 20°C

Этот факт может быть объяснен тем, что с увеличением отрицательных зарядов на адсорбирующей поверхности, электростатические силы притяжения между поверхностью сорбента и ионами металла увеличиваются, что приводит к увеличению сорбционной способности сорбента [7]. Результаты показали, что синтезированные сорбенты проявляют оптимальную способность к сорбции по отношению к ионам Cu^{2+} при $\text{pH}=6$. Дальнейшее увеличение pH раствора ($7.0-9.0$) приводит к связыванию ионов меди гидроксильными группами, в результате чего уменьшается степень сорбции. Учитывая это обстоятельство, эксперименты по сорбции ионов Cu^{2+} из водных растворов синтезированными сорбентами проводились при $\text{pH}=6.0$.

Влияние массы сорбента на степень сорбции. Графически зависимости степени извлечения ионов меди (II) из водных растворов от массы сорбентов представлены на рисунке 2. При этом масса сорбента, выраженная в г л^{-1} варьировалась в интервале $0.5-2.5 \text{ г л}^{-1}$. Видно, что при выбранных условиях сорбции увеличение массы сорбента приводит к увеличению степени сорбции. Это продолжается до определенной массы сорбента (1.25 г л^{-1}) и дальнейшее увеличение массы сорбента практически не сказывается на степени извлечения ионов меди. Постоянство степени сорбции после определенной массы сорбента видимо, связано с насыщением активных реакционных центров сорбента при выбранной исходной концентрации ионов меди. Не исключено также, что этот эффект связан с уменьшением концентрации ионов меди в растворе в ходе сорбции.

Зависимость степени сорбции от времени контакта. Влияние времени контакта на степень извлечения меди (II) в статическом режиме при определенных значениях исходной концентрации ионов меди, массы сорбента, объема раствора, взятого для сорбции и температуры приведено на рисунке 3.

Видно, что независимо от других параметров проведения сорбции степень извлечения ионов меди увеличивается с увеличением времени контакта достигая $71-74\%$ при 120 мин. . Время, при котором наблюдается практически постоянная степень сорбции наблюдается при 60 мин со степенью сорбции, $68.8-72.3 \%$

Зависимость степени сорбции от температуры. Одним из важнейших параметров, влияющих на степень сорбции ионов металлов и сорбционную емкость сорбента, является температура, при которой проводится процесс сорбции.

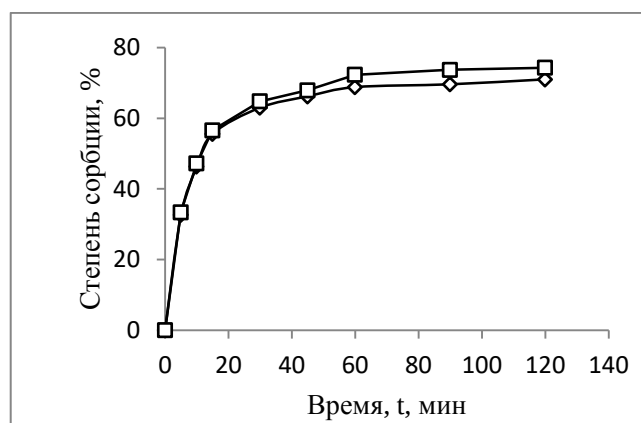


Рис.3. Зависимость степени сорбции от времени контакта для сорбентов МК-Дц-Ст-Na и МК-Дц-Ст-NH₄, $C_0=0.32 \text{ г л}^{-1}$, масса сорбента 1.25 г л^{-1} , $V = 0.04 \text{ л}$, 20°C)

Она непосредственно связана с кинетической энергией ионов металлов и, следовательно, рост или снижение температуры должны приводить к изменению количества ионов металла, адсорбированного сорбентом. С целью выявления температурного эффекта при изучении сорбции ионов меди (II) синтезированными полимер-сорбентами из водных растворов, нами проводились эксперименты при температурах 20, 30 и 40°C . Результаты иллюстрируются в таблице 1.

Таблица 1.

Зависимость степени сорбции (R), и сорбционной емкости сорбентов (q_e) от температуры ($C_0=0.32 \text{ г л}^{-1}$, $m_{\text{сорб}}=1,25 \text{ г л}^{-1}$, $\text{pH } 6$, время контакта 60 мин, $V=0.04 \text{ л}$)

Сорбент	20°C		30°C		40°C	
	$R, \%$	$q_e, \text{ г г}^{-1}$	$R, \%$	$q_e, \text{ г г}^{-1}$	$R, \%$	$q_e, \text{ г г}^{-1}$
МК-Дц-Ст- Na	68.8	0.176	79.3	0.2	90.6	0.23
МК-Дц-Ст- NH ₄	72.3	0.1856	66.7	0.171	62.2	0.159

Как видно из таблицы 1, увеличение температуры от 20 до 40°C приводит к увеличению и степени сорбции, и сорбционной емкости для натриевых солей полимерных кислот, а для аммониевых солей наблюдается обратная картина. Это связано, видимо, с различием в прочностях связей О-Na (NH₄) натриевых и аммониевых солей. Так, химическая связь О-Na в карбоксилатной группе -COONa прочнее, чем О-NH₄ и поэтому для разрыва ее требуется больше энергии.

Зависимость степени сорбции и сорбционной емкости сорбентов от исходной концентрации ионов меди (II) в растворе. Исходная концентрация ионов металла в растворе является одним из основных факторов, определяющих степень распределения ионов между раствором и твердой поверхностью сорбента. Сущность сорбции ионов металла сорбентом заключается в координации ионов свободными активными центрами сорбента, в результате чего возникает физическое или химическое взаимодействие между ионами металла и сорбента. А это, во многом зависит от концентрации ионов металла в исследуемом исходном растворе. Для установления влияния исходной концентрации ионов меди (II) на результаты сорбции нами определены равновесная концентрация и равновесные емкости сорбентов МК-Дц-Ст-Na и МК-Дц-Ст-NH₄ при различных исходных концентрациях ионов меди (II), при одинаковых параметрах условий сорбции. Полученные результаты помещены в таблице 2.

Таблица.2

Зависимость степени сорбции (R), равновесной концентрации ионов меди (II) (C_e) и сорбционной емкости сорбента МК-Дц-Ст-На и МК-Дц-Ст- NH_4 от исходной концентрации ионов меди (II) (масса сорбента 0,05 г ($1,25 \text{ гл}^{-1}$), pH 6, время контакта 60 мин, $V=0.04 \text{ л}$, 20°C)

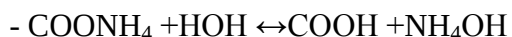
C_o		МК-Дц-Ст-На					МК-Дц-Ст- NH_4				
		C_e		R , %	q_e		C_e		R , %	q_e	
гл^{-1}	$\frac{\text{моль}}{\text{л}^{-1}} \times 10^3$	гг^{-1}	$\frac{\text{моль}}{\text{л}^{-1}} \times 10^3$		гг^{-1}	$\frac{\text{моль}}{\text{л}^{-1}} \times 10^3$	$\text{гг}^{-1} \times 10$	$\frac{\text{моль}}{\text{л}^{-1}} \times 10^3$		гг^{-1}	$\frac{\text{моль}}{\text{л}^{-1}} \times 10^3$
0.16	2.5	0,041	0.64	74,3	0,095	1.48	0.037	0.58	76,8	0.0984	1.54
0.32	5.0	0,1	1.56	68,8	0,176	2.75	0.88	1.37	72,3	0.1856	2.9
0.48	7.5	0,164	2.56	65,7	0,253	3.95	1.48	2.3	69,1	0.2656	4.15
0,64	10.0	0,24	3.75	62,5	0,32	5.0	2.14	3.34	66,6	0.341	5.33
0,80	12.5	0,33	5.16	60,9	0,376	5.88	3.02	4.7	62,3	0.398	6.2
0,96	15.0	0,41	6.4	57,3	0,44	6.88	3.8	5.94	60,4	0.464	7.25
1,12	17.5	0,535	8.36	52,2	0,468	7.3	4.95	7.73	55,8	0.5	7.8
1,28	20.0	0,64	10.0	50,0	0,512	8.0	6.06	9.47	52,6	0.539	8.43

Какие выводы можно сделать по данным таблицы? Прежде всего следует отметить общую закономерность по поводу того, что с увеличением исходной концентрации ионов меди (II) уменьшается степень сорбции. Например, при увеличении исходной концентрации ионов меди (II) от $0,16 \text{ гл}^{-1}$ ($0,0025 \text{ моль л}^{-1}$) до $1,28 \text{ гл}^{-1}$ ($0,02 \text{ моль л}^{-1}$) степень сорбции на сорбентах МК-Дц-Ст-На и МК-Дц-Ст- NH_4 уменьшается от 74,3 и 76,8% до 48,4 и 52,6%, соответственно. Уменьшение степени сорбции с увеличением исходной концентрации ионов меди (II) может быть связана с двумя причинами: во-первых, по мере заполнения сорбционных центров сорбента уменьшается количество незаполненных сорбционных позиций и снижается число сорбционных ионов, во-вторых, с увеличением концентрации исходного раствора ионная сила раствора увеличивается и активность ионов меди (II) уменьшается, что приводит к уменьшению степени сорбции.

Вторым основным выводом, связанным с влиянием исходной концентрации на процесс сорбции, является заключение о том, что с увеличением концентрации ионов меди (II) увеличивается равновесная сорбционная емкость сорбентов. Так, при сорбции на сорбентах МК-Дц-Ст-На и МК-Дц-Ст- NH_4 увеличение исходной концентрации ионов меди (II) с от $0,16 \text{ гл}^{-1}$ ($0,0025 \text{ моль л}^{-1}$) до $1,28 \text{ гл}^{-1}$ ($0,02 \text{ моль л}^{-1}$), равновесная сорбционная емкость увеличивается с $0,095 \text{ г г}^{-1}$ ($0,0038 \text{ моль г}^{-1}$) и $0,0984 \text{ г г}^{-1}$ ($0,00154 \text{ моль г}^{-1}$) до $0,512 \text{ г г}^{-1}$ ($0,008 \text{ моль г}^{-1}$) и $0,539 \text{ г г}^{-1}$ ($0,00843 \text{ моль г}^{-1}$), соответственно. Аналогичная закономерность наблюдается и для других сорбентов.

При сравнении значений степени сорбции и сорбционной емкости, полученных для натриевых и аммониевых солей можно наблюдать относительно высокие значения для аммониевых солей. Этот эффект, видимо, связан с неодинаковой степенью гидролиза натриевых и аммониевых солей.

Обменная реакция и комплексообразование между ионами меди (II) и группами $-\text{COONa}$ и $-\text{COONH}_4$ сорбентов зависят наряду с другими факторами и от степени гидролиза этих групп в водной среде. Известно, что степень гидролиза натриевых солей карбоновых солей меньше, чем аммониевых солей (например, константы гидролиза ацетатов натрия и аммония имеют значения $5,7 \times 10^{-10}$ и $5,55 \times 10^{-3}$, соответственно [8]). При гидролизе аммониевых солей равновесие



сдвинуто вправо, вследствие образования слабых электролитов. А это создает более благоприятные условия для взаимодействия ионов меди (II) с карбоксильной группой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hasanzadeh R., Moghadam P.N., Samadi N.. Synthesis and application of modified poly (styrene-alt-maleic anhydride) networks as a nano chelating resin for uptake of heavy metals ions// Polimers for Advanced Technologies, 2013, 24, DOI: 10.1002/3046.
2. Prasun Roy, A.S. Rawat, Veena Choudhary, Rai P.K. Synthesis and analytical application of a chelating resin based on a cross-linked styrene /maleic acid copolymer for the extraction of trace-metal ions.// J. Appl. Polym. Sci., 94, 2004, pp.1771-1779
3. Mahmoud Abd El-Gaffar, Noha El-Hal. Synthesis and characterization of some chelating polymers bearing maleic acid and/ or sodium maleate moieties for removal of some toxic heavy metal ions. Clean Technologies and Environmental Policy, 2013, 15 (6), DOI: 10.1007/s 10098-013-0579-5
4. Samadi N., Ansari R., Khodavirdilo B. (2017). Removal of Copper ions from aqueous solutions using polymer derivations of poly(styrene-alt-maleic anhydride) // Egyptian Journal of Petroleum. 26(2), pp.375-389
5. Song Laizhou, Wang Ji bin, Zheng Qiu yan & Zhang Zun Ju, (2008). Characterization of Cu (II) ion adsorption behavior of the polyacrylic acid-polyvinylidene fluoride blended polymer. Tsinghua Sci. and Technol. 13(2), pp.249-256
6. Əkbərov E.O. Allil qruplu birləşmələrin malein anhidridi ilə binar, malein anhidridi və stirolla üçlü radikal polimerləşməsi // Kimya Problemləri, № 3. Bakı, 2008, s. 424-437
7. Ibrahim W.M. Biosorption of heavy metal ions from aqueous solution by red macroalgae// J. Hazard Mater, 2011, 192, pp.1827-1835
8. Rivas, B. L., Seguel, G. V. & Geckeler, K. E. 2002, Synthesis, characterization, and properties of polychelates of poly (styrene sulfonic acid-co-maleic acid) with Co(II), Cu(II), Ni(II), and Zn(II)// J. Appl. Polym. Sci. 85, pp.2546-2551

XÜLASƏ

MALEİN TURŞUSUNUN STİROL VƏ DESEN-1-LƏ ÜÇLÜ BİRGƏ POLİMERİNİN DUZLARI İLƏ MİS İONLARININ SORBSİYA ŞƏRAİTİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ

Şirnova E.A.

Açar sözlər: *mis ionları, sorbsiya, sorbsiya dərəcəsi, sorbsiya tutumu*

Məqalədə mis (II) ionlarının sulu məhluldan malein turşusunun stiroldən və desen-1-lə üçlü birgə polimerinin natrium və ammonium duzları ilə sorbsiya şəraitinin öyrənilməsinə aid nəticələr verilir. Mis(II) ionlarının polimer duzlarla sulu məhluldan sorbsiyasına məhlulun pH-nın, sorbentin miqdarı, sorbsiya müddəti, mis ionlarının qatılığı və temperaturun təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, sorbsiya şəraitindən asılı olaraq, mis ionlarının verilmiş polimer duzlarla sulu məhluldan sorbsiya dərəcəsi 50.0-90.6%, natrium və ammonium duzunun maksimum təcrübi sorbsiya tutumu isə uyğun olaraq, 0.512 q q⁻¹ (0.008 mol q⁻¹) və 0.539 q q⁻¹ (0.00843 mol q⁻¹) təşkil edir.

SUMMARY

STUDY OF SORPTION CONDITIONS OF COPPER IONS BY SALT OF TERNARY COPOLYMER OF MALEIC ACID WITH STYRENE AND DECENE-1

Shirnova E.A.

Keywords: *copper ions, sorption, sorption degree, sorption attitude*

The article presents the results of the study of the sorption condition of sodium and ammonium salts of copper ions from the aqueous solution of ternary copolymer of maleic acid with styrene and decene-1. The effect of pH sorbent, sorption time, copper ion concentration and temperature on the solution of copper ions by polymer salts was investigated. It was determined that, depending on the sorption condition, the solubility of the aqueous solution of polymer salts from 50.0 to 90.6%, the maximum experimental sorption capacity of sodium and ammonium salt was 0.512 gg⁻¹ (0.008 mol g⁻¹) and 0.539 gg⁻¹ (0.00843 mol g⁻¹).

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	27.06.2019
	Son variant	23.01.2020

UOT 543.4:542.61:546.72

DƏMİRİN(III) 3-((4-METOKSİFENİL)DİAZENİL)-4-((2-(4-OKSO-3-FENİLDİAZENİL)PENTAN-2-İLİDEN)AMİNOETİL)İMİNOPENTANON-2 VƏ 1,10-FENANTROLİNLƏ MÜXTƏLİFLİQANDLI KOMPLEKSİNİN SPEKTROFOTOMETRİK TƏDQIQI

ABİYEVA ARZU YUNUS qızı
Sumqayıt Dövlət Universiteti, dissertant
sdu.elmixeberler@mail.ru

Açar sözlər: dəmir(III), 3-((4-metoksifenil)diazenil)-4-((2-(4-okso-3-fenildiazenil)pentan-2-iliden)aminoetil)iminopentanon-2, müxtəlifliqandlı kompleks, 1,10-fenantrolin, vulkanik dağ süxuru

Dəmirin(III) spektrofotometrik təyini üçün tərkibində donor oksigen və azot atomları olan üzvi reaktivlərdən geniş istifadə edilir [1-3]. Bu reaktivlərin müxtəlif sinif üçüncü komponentlərin iştirakında dəmir(III) əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələr daha yüksək kimyəvi-analitik xarakteristikalara malik olduğundan mürəkkəb tərkibli təbii və sənaye obyektlərində onun mikromiqdarının təyini üçün daha mühüm əhəmiyyət kəsb edir [4-6].

Təqdim olunan iş dəmirin(III) asetiaseton əsasında sintez edilmiş azobirləşmə - 3-((4-metoksifenil)diazenil)-4-((2-(4-okso-3-fenildiazenil)pentan-2-iliden)aminoetil)iminopentanon-2 və hidrofob amin – 1,10-fenatrolinlə kompleks əmələ gətirməsinin spektrofotometrik metodla tədqiqinə və onun təyini üçün yüksək seçiciliyə malik yeni spektrofotometrik metodikanın işlənilib hazırlanmasına həsr edilmişdir.

Təcrübi hissə.

Cihazlar. Spektrofotometrik tədqiqatlar “Perkin Elmer” firmasının istehsalı olan kompüterlə təchiz edilmiş “Lambda-40” spektrofotometri və KFK-2 fotoelektrokəlimetrindən $\ell=1,0$ sm qalınlıqlı küvetlərdən istifadə edilməklə aparılmışdır. Məhlulların turşuluğu şüşə elektrodlu pH-121 pH-metrindən istifadə edilməklə ölçülmüşdür.

Reaktivlər və məhlullar. Dəmirin(III) $1,0 \cdot 10^{-1}$ M qatılıqlı standart məhlulu metallik dəmirin hesablanmış nümunə çəkisinin sonradan nitrat turşusu əlavə edilməklə xlorid turşusunda (1:1) həll edilməsi ilə hazırlanmışdır [7]. İşdə istifadə edilmiş $5,0 \cdot 10^{-3}$ M qatılıqlı işçi dəmir(III) məhlulu istifadədən əvvəl standart məhluldan distillə suyu ilə durulaşdırılmaqla hazırlanmışdır.

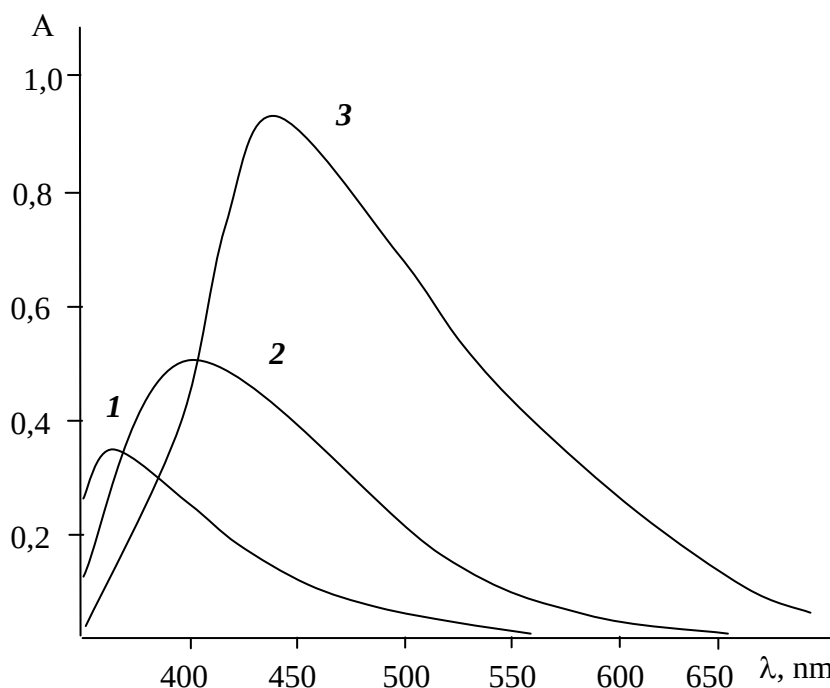
Tədqiqat zamanı 3-((4-metoksifenil)diazenil)-4-((2-(4-okso-3-fenildiazenil)pentan-2-iliden)aminoetil)iminopentanon-2(R) və 1,10-fenantrolinin (Fen) $5,0 \cdot 10^{-3}$ M qatılıqlı məhlullardan istifadə edilmişdir. Reaktiv və 1,10-fenantrolinin işçi məhlulları onların hesablanmış nümunə çəkirlərinin etanolda həll edilməsi ilə hazırlanmışdır. Lazımi turşuluqlu mühit yaratmaq üçün asetat-ammonyak bufer məhlullarından (pH 3-11) və HCl fiksantından (pH 0-2) istifadə edilmişdir. İşdə istifadə edilmiş bütün reaktivlər “k.t” və ya “a.ü.t.” təsnifatlı olmuşdur.

Nəticələr və onların müzakirəsi.

Dəmirin(III) reaktivlə kompleks əmələ gətirməsinin tədqiqi. Dəmir(III) reaktivlə pH = 0-7,0 turşuluqlu mühitdə qarşılıqlı təsirdə olaraq intensiv rəngli kompleks birləşmə əmələ gətirir. Kompleksin maksimum işıq udması $\lambda=400$ nm dalğa uzunluğuna təsadüf edir (şəkil 1). Bu mühitdə reaktiv isə $\lambda=368$ nm dalğa uzunluqlu maksimum işıq udmaya malik olur. Dəmirin(III) reaktivlə əmələ gətirdiyi eyniliqandlı kompleksin maksimum çıxımı pH=3,0-3,5 turşuluqlu asetat-ammonyak buferi mühitində müşahidə olunur (şəkil 2). Reaktiv və kompleksin rəngi mühitin turşuluğundan asılı olaraq dəyişdiyi üçün kompleksin udma spektri həm də reaktiv fonunda tədqiq edilmiş və

$\lambda=440$ nm dalğa uzunluğunda maksimum işıqudmaya malik olduğu müəyyən edilmişdir. Kompleksin maksimum çıxımı üçün reaktivin $6,0 \cdot 10^{-4}$ M qatılığı tələb olunur və onun optiki sıxlığının qiyməti reaktivin 3,0-8,0 dəfə artıq molyar qatılığında sabit qalır.

1,10-Fenantrolinin kompleksmələgəlməyə təsiri. Dəmirin(III) reaktivlə kompleks əmələ gətirməsinə 1,10-fenantrolinintəsirini öyrənmək məqsədilə udma spektrləri müxtəlif turşuluqlu mühitdə və geniş dalğa uzunluğu intervalında tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, 1,10-fenantrolin iştirakında Fe(III)-R-Fen müxtəlifliqandlı kompleksi əmələ gəlir. Müxtəlifliqandlı kompleksin əmələ gəlməsi hesabına Fe(III)-R eyniliqandlı kompleksin udma spektri ilə müqayisədə batoxrom sürüşmə və hiperxrom effekt müşahidə olunur (şəkil 1). Fe(III)-R-Fen müxtəlifliqandlı kompleksinin maksimum işıq udması $\lambda=436$ nm dalğa uzunluğuna təsadüf edir. Fe(III)-R eyniliqandlı kompleksi kimi Fe(III)-R-Fen müxtəlifliqandlı kompleksi də turş mühitdə (pH=0-7,0) əmələ gəlir (şəkil 2) və onun əmələ gəlməsi ilə maksimum çıxımın daha turş mühitə doğru sürüşməsi müşahidə olunur. Fe(III)-R-Fen kompleksipH=2,5-3,0 turşuluqlu mühitdə maksimum çıxıma malik olur. Reaktiv və komplekslərin rənginin mühitin pH-ından asılı olaraq dəyişdiyini nəzərə alaraq müxtəlifliqandlı kompleksin udma spektri də “kor təcrübə” [R + Fen] fonunda tədqiq edilmiş və Fe(III)-R eyniliqandlı kompleksi kimi onun da $\lambda=440$ nm dalğa uzunluğunda maksimum işıqudmaya malik olduğu müəyyən edilmişdir. Kompleksmələgəlməyə komponentlərin qatılığının təsirinin öyrənilməsi müxtəlifliqandlı kompleksin əmələ gəlməsi üçün $5,0 \cdot 10^{-4}$ M reaktiv və $3,0 \cdot 10^{-4}$ M 1,10-fenantrolin məhlulunun tələb olunduğunu göstərmişdir. Müxtəlifliqandlı kompleksin optiki sıxlığının qiyməti reaktivin 2,5-8,0 və 1,10-fenantrolinin isə 1,5-7,0 dəfə artıq molyar qatılığında sabit qalır.



Şəkil 1. Dəmirin(III) eyni- və müxtəlifliqandlı komplekslərinin pH_{opt} turşuluqlu mühitdə udma spektrləri

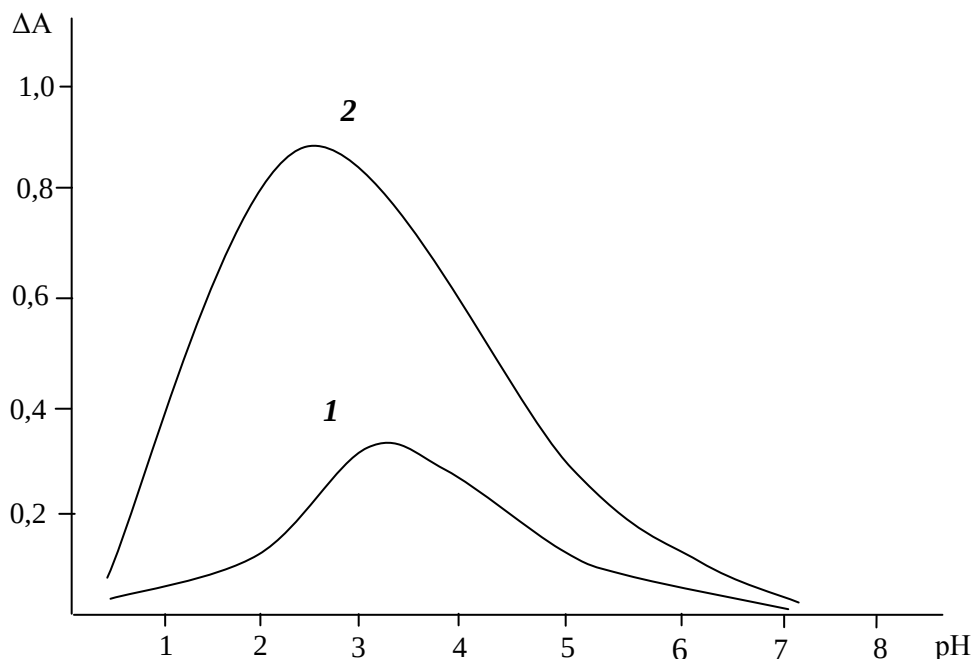
1.R, 2.Fe(III)-R, 3.Fe(III)-R-Fen

$C_{Fe}=2,0 \cdot 10^{-4} M$, $C_R=6,0 \cdot 10^{-4} M$, $C_{Fen}=3,0 \cdot 10^{-4} M$, λ_{40} , $\ell=1,0$ sm

Kompleksmələgəlməyə vaxt və temperaturun təsiri. Kompleksmələgəlməyə vaxt və temperaturun təsirinin öyrənilməsi dəmirin(III) eyni- və müxtəlifliqandlı komplekslərinin komponentləri məhlullarının qarışdırılması zamanı dərhal əmələ gəldiyini və məhlulda öz davamlılıqlarına görə fərqləndiyini göstərmişdir. Fe(III)-R eyniliqandlı kompleksi məhlulda 2 saat

ərzində və 60°C temperatura qədər qızdırıldıqda davamlı olduğu halda, Fe(III)-R-Fen müxtəlifliqandlı kompleksi bir gün ərzində və 80°C temperatura qədər qızdırıldıqda optiki sıxlıqlarının qiymətini dəyişmir.

Kompleksin tərkibi və davamlılıq sabiti. Dəmirin(III) eyni- və müxtəlifliqandlı komplekslərinin tərkibindəki komponentlər nisbəti Starik-Barbanelin nisbi çıxım, tarazlığın sürüşməsi və izomolyar seriyalar metodları ilə təyin edilmişdir [8]. Hər üç metodla təyinatın nəticələri Fe(III)-R kompleksinin tərkibində komponentlər nisbətinin 1:2, Fe(III)-R-Fen kompleksinin tərkibində isə 1:2:1 olduğunu göstərmişdir (cədvəl 1). Eyni- və müxtəlifliqandlı komplekslərin əmələ gəlməsi zamanı ayrılan H^+ ionlarının sayı Astaxov metodu ilə təyin edilmiş və onların tərkibindəki komponentlər nisbətində dair nəticələr təsdiq edilmişdir [9].



Şəkil 2. Dəmirin(III) eyni- və müxtəlifliqandlı komplekslərinin “kor təcrübə” fonunda işıq udmasının pH-dan asılılığı

1. Fe(III)-R, 2. Fe(III)-R-Fen

$C_{Fe}=2,0 \cdot 10^{-4} M$, $C_R=6,0 \cdot 10^{-4} M$, $C_{Fen}=3,0 \cdot 10^{-4} M$, KFK-2, $\ell=1,0$ sm

Əyrilərin kəsişməsi metodu ilə Fe(III)-R kompleksinin tərkibi və davamlılıq sabiti təyin edilmişdir. Təyinatın nəticələri eyniliqandlı kompleksin tərkibində Fe(III):R komponentlər nisbətinin 1:2 olduğunu və yüksək davamlılığa malik olduğunu göstərmişdir: $\lg \beta = 8,26 \pm 0,17$ (cədvəl 1). Tərkibindəki komponentlər nisbəti nəzərə alınmaqla, Fe(III)-R-Fen müxtəlifliqandlı kompleksin davamlılıq sabiti hesablanmış və 1,10-fenantrolin iştirakında davamlılıq sabitinin təxminən 10^4 dəfə artdığı müəyyən edilmişdir: $\lg \beta(Fe-R-Fen) = 13,70 \pm 0,14$.

Cədvəl 1.

Fe(III)-ineyni- və müxtəlifliqandlı komplekslərinin kimyəvi-analitik xarakteristikaları

Kompleks	pH_{opt}	λ_{max} , nm	$\Delta\lambda$, nm	$\varepsilon \cdot 10^3$	$\lg \beta$	Komponentlər nisbəti	Dərəcəli qrafikin xəttlilik intervalı, mkq/ml
Fe-R	3,0-3,5	400	32	$1,50 \pm 0,01$	$8,26 \pm 0,17$	1:2	0,45-2,24
Fe-R-Fen	2,5-3,0	436	68	$4,35 \pm 0,02$	$13,70 \pm 0,14$	1:2:1	0,22-3,58

Ber qanununa tabeçilik. Dəmirin Fe(III)-R və Fe(III)-R-Fen kompleksləri şəklində təyini üçün dərəcəli qrafiklər onun müvafiq olaraq 0,45-2,24 və 0,22-3,58 mkq/ml qatılığı intervalında xətti olur. Maksimum işıq udmaya uyğun dalğa uzunluğunda (λ_{opt}) Fe(III)-R və Fe(III)-R-Fen komplekslərinin molyar udma əmsalı müvafiq olaraq $(1,50 \pm 0,01) \cdot 10^3$ və $(4,35 \pm 0,02) \cdot 10^3$ -ə bərabərdir.

Kənar ionların təsiri. Dəmirin(III) 3-((4-metoksifenil)diazenil)-4-((2-(4-okso-3-fenildiazenil)pentan-2-iliden)aminoetil)iminopentanon-2 ilə əmələ gətirdiyi eyni- və 1,10-fenantrolinin iştirakında əmələ gətirdiyi müxtəlifliqandlı komplekslər şəklində spektrofotometrik təyini metodikalarını işləmək məqsədilə Ber qanununa tabeçiliklə yanaşı, təyinatə kənar ion və pərdələyici maddələrin təsiri öyrənilmişdir. Tədqiqatın nəticələri 1,10-fenantrolinin iştirakında müxtəlifliqandlı kompleksin əmələ gəlməsi hesabına təyinatın seçiciliyinin kəskin artdığını göstərmişdir. Dəmirin tədqiq edilmiş eyni- və müxtəlifliqandlı komplekslər şəklində təyininə kənar ionlar və pərdələyici maddələrin təsiri cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2.

Fe(III)-ineyni- və müxtəlifliqandlı komplekslər şəklində təyininə kənar ionların təsiri

İon	Mane olan kütlə nisbətləri		İon	Mane olan kütlə nisbətləri	
	Fe(III)-R	Fe(III)-R-Fen		Fe(III)-R	Fe(III)-R-Fen
Qələvi metallar	2000	5000	Sb(III)	20	930
Ca(II)	1200	4500	Bi(III)	31	1000
Ba(II)	1500	4800	Ga(III)	135	1500
Mg(II)	2000	5000	In(III)	210	1480
Zn(II)	800	1600	Ti(IV)	7,4	380
Cd(II)	1100	2000	Th(IV)	350	1500
Cu(II)	70	800	Zr(IV)	1,2	187
Co(II)	120	1450	Hf(IV)	1,5	360
Ni(II)	175	1500	U(VI)	276	1500
Mn(II)	560	1600	Mo(VI)	0,9	180
Pb(II)	24	890	W(VI)	3,5	210
Sn(II)	3,6	740	$C_2O_4^{2-}$	64	1230
Al(III)	154	920	F^-	180	1000
Cr(III)	280	1420	HPO_4^{2-}	290	1000

Vulkanik dağ süxurunda dəmirin təyini. Dəmirin Fe(III)-R-Fen müxtəlifliqandlı kompleksi şəklində təyini üçün işlənmiş metodika Azərbaycan Respublikası Kəlbəcər rayonu ərazisindən götürülmüş Kiçik Qafqazın vulkanik dağ süxuru nümunəsində onun miqdarının təyini üçün tətbiq edilmişdir. Bunun üçün dağ süxuru nümunəsindən 5,0 qram nümunə çəkisi götürülmüş və qrafit kasada 20 ml HF + 15 ml HCl + 5 ml HNO₃ qarışığında qızdırılmaqla həll edilərək pasta halına salınmışdır. Alınmış pasta hidrogen-flüoridin artığı tamamilə qovulana qədər 60-70°C temperaturda 4-5 ml HNO₃ ilə işlənmişdir. Bundan sonra alınan qalıq distillə suyunda həll edilmiş və həll olmayan hissə filtr kağızı ilə süzülərək ayrılmışdır. Alınmış məhlul isə 50 ml-lik ölçü kolbasına keçirilmiş və distillə suyu ilə cizgiyə qədər durulaşdırılmışdır. Bu məhluldan müxtəlif alikvot hissələr götürülərək 25 ml-lik ölçü kolbasına keçirilmiş, üzərinə 2,5 ml $5,0 \cdot 10^{-3}$ M reaktiv və 1,5 ml $5,0 \cdot 10^{-3}$ M 1,10-fenantrolin məhlulu əlavə edilmiş, pH=3,0 turşuluqlu asetat-ammonyak bufer məhlulu ilə cizgiyə qədər durulaşdırılmışdır. Hazırlanmış məhlulların optiki sıxlıqları $l=1,0$ sm qalınlıqlı küvetdə, $\lambda=440$ nm dalğa uzunluğunda, KFK-2 fotoelektrokolorimetrində, “kor təcrübə” fonunda ölçülmüşdür. Analiz olunan süxur nümunəsində dəmirin miqdarı əvvəlcədən qurulmuş dərəcəli qrafikə əsasən təyin edilmişdir. Təyinatın nəticələri cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 3.

Vulkanik dağ süxuru nümunəsində dəmirin miqdarının təyini (n=5, P=0,95)

Pasporta görə komponentlərin miqdarı, %	Tapılmışdır Fe, %	S _r
TiO ₂ - 0,75; Fe ₂ O ₃ - 4,52 (Fe – 3,164); FeO - 0,88 (Fe – 0,684); CaO - 5,88; MgO - 1,50; P ₂ O ₅ - 0,72; MnO - 0,02; K ₂ O - 4,00; Na ₂ O - 5,40; In ₂ O ₃ - 0,01; Ga ₂ O ₃ - 0,00945; Sc ₂ O ₃ - 0,01; SeO ₃ - 0,05; P ₃ O - 0,70; H ₂ O - 0,29; SiO ₂ – ост.	3,850±0,116	0,026

ƏDƏBİYYAT

1. Умланд Ф., Янсен А., Тириг Д., Вюнш Г. Комплексные соединения в аналитической химии. М.: Мир. 1975. 531с.
2. Упор Э., Мохан М., Новак Д. Фотометрические методы определения следов неорганических соединений. М.: Мир. 1985. 359с.
3. Коломиец Л.Л., Пилипенко Л.А., Жмудь И.М., Панфилова И.П. Использование производной спектрофотометрии для избирательного определения никеля, кобальта, меди и железа(III) 4-(2-пиридилазо)резорцином в бинарных смесях// Журн. аналит. химии. т.54. №1. 1999, с.34-36
4. Нагиев Х.Д., Эспанди Ф.Э., Алиева Р.А., Гюллярли У.А., Чырагов Ф.М. Определение микроколичеств железа в фруктах// Аналитика и контроль. т. 17. №1. 2013, с.107-111
5. Алиева Р.А., Абиева А.Ю., Нагиев Х.Д., Гюллярли Г.Г., Чырагов Ф.М. Определение железа в фруктах с 3-[3'-гидрокси-4'-карбоксифенилазо] пентадионом-2,4 и гидрофобными аминами// Вестник современной науки. Волгоград. № 1. 2015, с.14-19.
6. Safavi A., Mir M., Abdollahi H. Simultaneous spectrophotometric determination of iron, titanium and aluminium by partial least-squares calibration method in micellar medium.// J. Anal.Lett. V.36, №3. 2003, pp.699-717
7. Коростелев П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ. М.: Наука. 1961, 261с.
8. Булатов М.И., Калинин Н.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. Л.: Химия, 1986, 432 с.
9. Астахов К.В., Вериникин В.Б., Зимин В.И., Зверькова А.А. Спектрофотометрическое изучение комплексообразования некоторых редкоземельных элементов с нитрилоуксусной кислотой// Журн. неорганической химии. т.6. 1961, с. 2069-2076

РЕЗЮМЕ

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗНОЛИГАНДНОГО КОМПЛЕКСА ЖЕЛЕЗА(III) С 3-((4-МЕТОКСИФЕНИЛ)ДИАЗЕНИЛ)-4-((2-(4-ОКСО-3-ФЕНИЛДИАЗЕНИЛ) ПЕНТАН-2-ИЛИДЕН)АМИНОЭТИЛ)ИМИНО-ПЕНТАНОНОМ-2 И 1,10-ФЕНАНТРОЛИНОМ

Абиева А.Ю.

Ключевые слова: железо(III), 3-((4-метоксифенил)дiazенил)-4-((2-(4-оксо-3-фенилdiazенил) пентан-2-илиден)аминоэтил)иминопентанон-2, разнолигандный комплекс, 1,10-фенантролин, вулканогенная порода

Спектрофотометрическим методом исследовано комплексообразование железа(III) с 3-((4-метоксифенил)дiazенил)-4-((2-(4-оксо-3-фенилdiazенил)пентан-2-илиден)амино-этил)иминопентанон-2 в присутствии гидрофобного амина – 1,10-фенантролина. Образование разнолигандного комплекса в присутствии 1,10-фенантролина сопровождается батохромным и гиперхромным эффектами в спектре поглощения, а также максимальный выход сдвигается в более кислую среду. Установлены оптимальные условия образования, определены их состав и константы устойчивости, вычислены основные спектрофотометрические характеристики однородно- и разнолигандного комплексов Fe(III). Разработана новая высокоселективная спектрофотометрическая методика определения железа(III) в виде разнолигандного комплекса с 3-((4-метоксифенил)дiazенил)-4-((2-(4-оксо-3-фенилdiazенил)пентан-2-илиден)аминоэтил)ими-

нопентаном-2 и 1,10-фенантролином. Разработанная методика применена для определения количества железа в вулканогенной породе.

SUMMARY

SPECTROPHOTOMETRIC STUDY OF MIXED LIGAND COMPLEX OF IRON(III) WITH 3-((4-METHOXYPHENYL)DIAZENYL)-4-((2-(4-OXO-3-PHENYLDIAZENYL)PENTAN-2-YLIDENE)AMINOETHYL)IMINOPENTANONE-2 AND 1,10-PHENANTHROLINE

Abiyeva A.Y.

Key words: *iron(III), 3-((4-methoxyphenyl)diazenyl)-4-((2-(4-oxo-3-phenyldiazenyl) pentan-2-ylidene) aminoethyl)iminopentanone-2, mixedligand complex, 1,10-phenanthroline, volcanogenic rock*

The complexation of iron(III) with 3-((4-methoxyphenyl)diazenyl)-4-((2-(4-oxo-3-phenyldiazenyl) pentan-2-ylidene)aminoethyl)iminopentanone-2 in the presence of hydrophobic amine - 1,10-phenanthroline was studied. The formation of a mixed ligand complex in the presence of 1,10-phenanthroline is accompanied by a bathochromic shift and a hyperchromic effect in the absorption spectrum, and the maximum yield is shifted to a more acidic medium. The optimal conditions for the formation were established, their composition and stability constants were determined, the main spectrophotometric characteristics of homogeneous and mixedligandcomplexes of Fe(III) were calculated. A new highly selective spectrophotometric method for the determination of iron(III) in the form of a mixedligand complex with 3-((4-methoxyphenyl) diazenyl)-4-((2-(4-oxo-3-phenyldiazenyl)pentane-2-ylidene)aminoethyl)-pentanone-2 and 1,10-phenanthroline was developed. The developed technique was applied to determine the amount of iron in volcanic rock.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	09.07.2019
	Son variant	23.02.2020

UOT 581.55

EFİRYAĞLI BİTKİLƏR VƏ ONLARIN FARMOKOLOJİ AKTİVLİYƏ MALİK TƏRKİB MADDƏLƏRİNİN BAKTERİSİD VƏ FUNGİSİD XÜSUSİYYƏTLƏRİ

NAMAZOV NİZAMİ RZA oğlu

Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent

nizami.namazov63@gmail.com

Açar sözlər: mikrobiota, mikotoksikoz, allergiya, dominant növlərin rastgəlmə tezliyi, allergen və şərti patogen növlər.

Məlumdur ki, bitkilərin tərkibinə müxtəlif komponentlər daxildir [2,3] ki, onların arasında efir yağları xüsusi əhəmiyyət kəsb edir [4]. Belə ki, bitkilərdən alınan efir yağlarının bir çox patogen və şərti-patogen mikroorqanizmlərə münasibətdə antimikrob aktivliyə malik olması aparılan bir çox tədqiqatlardan məlumdur. Efir yağlarının kimyəvi sintez yolu ilə alınan antimikrob vasitələrdən üstünlüyü ondan ibarətdir ki, onlar mikroorqanizmlərə öz müdafiə mexanizmini yaratmaq imkanı vermir. Çünki bu zaman mikroorqanizmlərin genetik aparatında dəyişiklik baş vermir. Efir yağlarının geniş şəkildə istifadə edilməsi belə bakteriyaların davamlı formalarının seleksiyasına səbəb olmur. Müasir tədqiqatlar efir yağlarının yüksək antiseptik aktivliyə malik olmasını təsdiq edibdir. Məsələn, kəklikotu bitkisinin efir yağlarının 5%-li sulu məhlulu tif xəstəliyi törədici olan bakteriyaları və dizenteriya törədici olan basilləri 2 dəqiqə müddətinə tamamilə məhv edir. Analoji effekt kolibakteriyalarda 2-8 dəqiqə, difteriya çöplərində 4 dəqiqə, Kox çöplərində (vərəmin törədici) isə 60 dəqiqə müddətində qeydə alınır [6].

Adi şam, kəklikotu, nanə, lavanda, rozmarin kimi bitkilərdən alınan efir yağlarının qarışığını otağa buraxdıqda bütün stafilokokkları və kif göbələklərini öldürür və 200 mikrob koloniyasında cəmi 4-ü qalır. Adaçayında, dəvədanında və şalfeydə olan EY və təbii antibiotiklər yalnız mikroblara təsir edir və bu zaman digər canlılara təsir etmir, yəni canlılara münasibətdə seçici təsir effektivə malikdir. Ümumiyyətlə, efir yağlarının antiseptik xüsusiyyəti uzun zaman azalmır və mikroorqanizmlərdə onlara qarşı bəzi antibiotiklərin istifadəsi zamanı müşahidə olunan davamlılıq (rezistentlik) [1,2,3] yaranmır. Bu da onunla əlaqədardır ki, efir yağlarının antibioloji təsiri nəticəsində orqanizmin genetik aparatında deyil, sitoplazmatik membranın, yəni hüceyrə divarının dağılması, aerob tənəffüs aktivliyinin azalması ilə nəticələnir. Bu da müxtəlif üzvi maddələrin sintezi üçün zəruri olan enerjinin ayrılmasının azalmasına gətirib çıxarır. Beləliklə, ekoloji vəziyyəti modifikasiya etməklə efir yağları mikroorqanizmlərə özlərinin müdafiə mexanizmini yaratmağa və təsir effektivə görə aqressiv olan agentə adaptasiya olunmasına imkan vermir. Bu səbəbdən də efir yağlarının tibbi praktikada uzun müddət istifadəsinin rezistentliyə səbəb olma təhlükəsi, demək olar ki, yoxdur. Efiryağlı bitkilər sənayenin kosmetika, qida, yem, tibb və s. sahələrinin xammalla təchiz edilməsi işində mühüm rol oynayır [1].

Efiryağlı bitkilər o bitkilərdir ki, onların xüsusi hüceyrələrində (efir yağı yollarında) və ya xüsusi tükcüklərində ətirli (iyli) efir yağları vardır [1,2]. Efir yağları bitkinin həm vegetativ, həm də generativ orqanlarından alınır. Efir yağlarından 1000-dən artıq üzvi maddələr alınır. Efir yağlarının tərkibi mürəkkəb üzvi birləşmələrdən- oksigen törəməli terpenlərdən, spirtlərdən, aldehidlərdən, fenollu birləşmələrdən, flavonoidlərdən, ketonlardan və s.-dən ibarətdir. Efir yağları uçucu birləşmələrdir və praktiki olaraq suda həll olmur [4,5]. O, əsasən, bitki xammalından su buxarı ilə qovmaqla alınır. Efir yağının miqdarı bitkinin növündən asılı olaraq zəif izdən- 0,001%-dən 20%-ə kimi olur. Adətən isə efir yağının miqdarı bitkidə 2-3% arasında olur. Ətirli yağlar əmələ gətirmək

qabiliyyəti çətirçəkli (Apiaceae), dalaşkimilər (Lamiaceae), sədəfotukimilər (Rutaceae) və s. fəsilələrə aid edilən 3000-dən artıq bitki növündə müşahidə edilir. Onlardan 200 növə yaxını sənaye əhəmiyyəti kəsb edir. Ən yüksək keyfiyyətli efir yağları *zəncəfilkimilər* (Zingiberaceae), *sandalkimilər* (Santalaceae), *dəfnəkimilər* (Lauraceae), *gülçəkli* (Rosaceae), *ətirşahkimilər* (Geraniaceae), *sədəfotukimilər* (Rutaceae) fəsiləsinə daxil olan bitkilərin tərkibində olur. Mədəni halda becərilən və yabanı halda bitən ot tipli efiryağlı bitkilər- keşniş (kinza), sürvə, reyhan, zirə, cırə, paçuli, şüyüd, bataqlıq zanbağı (air) və s. bu məqsədlə istifadə edilir [1,4,6]. Evkalipt, yovşan, kamfora ağacı, nanə, cəfəri, kəklikotu, rozmarin, sədəfotu və s. kimi dərman bitkiləri də efiryağlı bitkilər qrupuna aid edilir. Onlardan praktik olaraq daha əhəmiyyətliləri 1- ci cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 1.

Tədqiqatlarımızda istifadə edilən efiryağlı bitkilər və onların tərkibində olan efir yağlarının ümumixarakteristikası

Efiryağlı bitki növləri	Tərkibində olan efir yağlarının ümumi miqdarı (%) –lə	Efir yağının tərkibində olan əsas komponentlərin miqdarı (%)–lə
Pişiknanəsi (<i>Nepeta cataria</i> L.)	2,5-3,0	Menthol- 98,5 Limenton- 0,92
İstiot nanəsi (<i>Mentha piperita</i> L.)	2.5-6,0	Menthol – 89,87 Menthon – 6,02
Boymadərən (<i>Achillea millefolium</i> L.)	0,75-1,0	Thymol- 57,24 Menthol -17,89
Daziotu (<i>Hypericum perforatum</i> L)	0,4-0,6	γ – amorfen -30,6 δ-kadinen – 7,1 (E)-β-farnezen -5,4
Acı yovşan (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	0,2—0,5 %	Thymol- 30,97 Evkaliptol -24,13
Adi yovşan (<i>A.vulgaris</i> L)	0,1-0,3	Iso-thymol – 71,81 Evkaliptol – 17,15
Ətirli kərəviz (<i>Apium graveolens</i> L.)	0,1-0,2	Carbocrol -63,83 o-cumene – 21,0
Rozmarin (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	1,0-2,4	α-pinen-30,21 β-pinen -30,14 kamfen -20,23
Limon (<i>Citrus limon</i> (L.))	0,18-0,28	α-limonen -89,32 sital – 3,25
Şalfey (<i>Salvia officinalis</i> L.)	0,6-1,5	Tsineol – 15 α-tuyon -10 β-tuyon -8 D-α-pinen- 7

Efiryağlı bitkilərdən alınan sulu ekstraktların və təmiz halda efir yağının göbələk və bakteriyaların böyüməsinə təsir effekti də tərəfimizdən araşdırılmış və məlum olmuşdur ki, hər bir halda təmiz efir yağının təsir effekti daha güclüdür, hansı ki, bu, öz əksini 2-ci və 3-cü cədvəllərdə tapmışdır.

Cədvəl 2

Efiryağlı bitkilərdən alınan sulu ekstraktların göbələk və bakteriyaların böyüməsinə təsiri

Kompozisiya	Test kulturalar	Aktivlik	
		Biokütlə çıxımına görə (kontrola görə %)	Lizis zonasının diametrinə görə (mm)
Şalfey (1/10)	Bac.subtilus	27,6	14
	St.aureus	34,3	11
	Ps.aureginoza	25,4	17
	Ech. coli	23,2	19
	Candida albicans	28,4	17
	Fuzarium oxysporium	29,8	16
	Aspergillus niger	21,3	19
	A.ochraseus	20,3	21
	Penicillium citrinum	18,9	22
	Penicillium cuclopium	17,2	23
Rozmarin (1/10)	Bac.subtilus	43,3	8
	St.aureus	39,5	12
	Ps.aureginoza	38,4	16
	Ech. coli	35,7	17
	Candida albicans	32,1	12
	Fuzarium oxysporium	35,6	11
	Aspergillus niger	32,1	10
	A.ochraseus	34,8	16
	Penicillium citrinum	40,2	14
	Penicillium cuclopium	37,6	17
Boymadərən	Bac.subtilus	34,5	12
	St.aureus	32,2	13
	Ps.aureginoza	25,4	11
	Ech. coli	29,2	14
	Candida albicans	21,4	15
	Fuzarium oxysporium	17,8	19
	Aspergillus niger	21,2	16
	A.ochraseus	22,3	17
	Penicillium citrinum	18,1	18
	Penicillium cuclopium	21,4	20
Kontrol		100	100

Cədvəl 3

Efiryağlı bitkilərdən alınan efir yağlarının təmiz halda göbələk və bakteriyaların böyüməsinə təsiri

Kompozisiya	Test kulturalar	Aktivlik	
		Biokütlə çıxımına görə(kontrola görə %)	Lizis zonasının diametrinə görə (mm)
1	2	3	4
Şalfey	Bac.subtilus	1,2	31
	St.aureus	2,3	26
	Ps.aureginoza	2,4	25

1	2	3	4
Şalfey	Ech. coli	1,1	30
	Candida alpicans	0	27
	Fuzarium oxysporium	0	26
	Aspergillus niger	0	29
	A.ochraseus	0	31
	Penicillium citrinum	0	32
	Penicillium cyclopium	0	33
Rozmarin	Bac.subtilus	33,2	13
	St.aureus	29,3	17
	Ps.aureginoza	28,3	21
	Ech. coli	25,6	22
	Candida alpicans	12,2	18
	Fuzarium oxysporium	15,2	17
	Aspergillus niger	12,2	16
	A.ochraseus	14,4	22
	Penicillium citrinum	20,0	20
	Penicillium cyclopium	17,3	23
Boymadərən	Bac.subtilus	3,4	22
	St.aureus	3,2	23
	Ps.aureginoza	3,5	21
	Ech. coli	2,9	24
	Candida alpicans	0	32
	Fuzarium oxysporium	1,8	23
	Aspergillus niger	1,0	25
	A.ochraseus	0	29
	Penicillium citrinum	0	30
	Penicillium cyclopium	0	32
Acı yovşan	Bac.subtilus	-+	32
	St.aureus	0,3	28
	Ps.aureginoza	0,1	26
	Ech. coli	-+	32
	Candida alpicans	1,2	21
	Fuzarium oxysporium	2,2	20
	Aspergillus niger	2,4	22
	A.ochraseus	3,2	26
	Penicillium citrinum	1,7	27
	Penicillium cyclopium	0,8	28
Kontrol		100	0

Beləliklə, apardığımız tədqiqatlardan aydın olur ki, Azərbaycan florasına daxil olan bir sıra bitkilərdən alınan efir yağlarının bakterisid və fungisid aktivliyi onların komponent tərkibindən asılıdır və major komponenti timol olan efir yağlarının həm ayrılıqda, həm də digər tərkibli və mənşəli efir yağları, o cümlədən ağ naftalan yağı ilə kompozisiyada bakterisid və fungisid

xüsusiyyətləri daha yüksək kəmiyyət göstəricisi ilə xarakterizə olunur. Bu hal özünü Açı yovşan və Şalfeydən 1:1 nisbətində hazırlanan kompozisiyanın istifadəsi zamanı da büruzə verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Baxşəliyeva K.F., Mehdiyeva N.P., Namazov N.R. Campanula(C.Koch) Caradze bitkisinin antimikotik xüsusiyyətləri// AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun Elmi əsərləri. c.10, №2. Bakı,2012, s.192-194
2. Cahangirova İ. R., Sərkərov S.V. Gözəl telekiya – Telekia speciosa (Schreb.) Baumg. növündən alınan izoalantalaktonun antifungal xüsusiyyətləri // AMEA-nın Botanika İnstitutunun Elmi əsərləri, c.XXXI. Bakı, 2011, s. 313-317
3. Cəbrayılzadə S.M. Mikologiya. Bakı: Mütərcim, 2011, 214s.
4. Cəlilova S.Q. Bəzi efiryağlı bitkilərin mikobiotasi, bakterisid və fungisid xüsusiyyətləri. B.ü.f.d....dis.avtorefertı. Bakı, 2018, 24s.
5. Dəmirov İ.A., Şükürov D.Z. Azərbaycanın dərman bitkiləri. Bakı: Elm, 1974, 230 s.
6. Dəmirov Ə.İ., İsmayılov N.A., Kərimov Y.V., Mahmudov R.M. Azərbaycanın müalicə əhəmiyyətli bitkiləri. Bakı: Azərnəşr, 1988, 231 s.
7. Əliyev N. Azərbaycanın dərman bitkiləri və fitoterapiya. Bakı: Elm, 1998, 343 s.

РЕЗЮМЕ

БАКТЕРИЦИДНЫЕ И ФУНГИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА ЭФИРНОМАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ КОМПОНЕНТОВ, ОБЛАДАЮЩИХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Намазов Н.Р.

Ключевые слова: микобиота, микотоксикоз, аллергия, частота встречаемости доминантных видов, аллергенные и условно патогенные грибы.

В результате проведенных исследований и информации полученной из литературы установлено, что растения с эфирными маслами являются одним из основных мест поселения микромицетов, в результате жизнедеятельности которых образуется ряд метаболитов, обладающих иногда большой токсичностью. Эти ядовитые вещества посредством мицелий грибов доходят до внутренних тканей растений, на которых поселяются. Поэтому необходимо исследовать микологическими методами видовой состав, развитие и распространение микобиот, поселяющихся на лекарственных растениях с эфирными маслами. С этой целью были исследованы микобиоты 101 вида лекарственных растений с эфирными маслами, входящими во флору Азербайджана.

SUMMARY

BACTERICIDAL AND FUNGICIDAL PROPERTIES OF ESSENTIAL OIL PLANTS AND THEIR COMPONENTS THAT HAVE PHARMACOLOGICAL ACTIVITY

Namazov N.R.

Key words: mycobiota, mycotoxikosis, allergy, the frequency of occurrence of dominant species, allergenic and conditionally pathogenic types

As a result of research and information from the literature, it was found that plants with essential oils are one of the main places of settlement of micromycetes, as a result of which a number of metabolites are formed, which sometimes have a high toxicity. These toxic substances reach the internal tissues of plants on which they settle through the mycelium of fungi. Therefore, it is necessary to study the species composition, development and distribution of mycobiotes that settle on medicinal plants with essential oils using mycological methods. For this purpose, the microbiota of 101 species of medicinal plants with essential oils included in the flora of Azerbaijan were studied.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	04.11.2019
	Son variant	26.02.2020

UOT 575:631.527

BUĞDA-EGİLOPS HİBRİDLƏRİNDƏ QLIADİN ZÜLALLARININ İRSİYYƏTİ

¹HƏSƏNOVA SÜDABƏ QƏŞƏM qızı

²VERDİYEVA QUMRU MURADXAN qızı

³HƏSƏNOVA SƏİDƏ QASIM qızı

1,2-Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent, baş müəllim

3-AMEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutu, b.ü.f.d

hesenova63sudabe@gmail.com

Açar sözlər: qliadin zülalları, elektroforetik zülal komponentləri, komponentlər blokları, qliadin komponentləri, qliadin komponentlərinin irsiyyəti

Yüksəkkeyfiyyətli və məhsuldar taxıl bitkiləri almaq üçün müasir dövrdə biokimyanın, genetikanın, molekulyar biologiyanın müxtəlif metod və üsullarından seleksiya prosesində istifadə olunur.

Elektroforez, gelfiltrasiya, immunoelektroforez kimi bir sıra müasir metodlarla zülal molekulalarını identifikasiya edərək, makromolekulların, o cümlədən genotiplərin müxtəlifliyi haqqında daha dəqiq məlumat əldə etmək olar. Belə ki, hər bir polipeptid onu kodlaşdıran gen üçün marker ola bilər. Yumşaq buğdada dənin çörək keyfiyyəti, bərk buğdada isə makaron keyfiyyəti dənli bitkilərin ehtiyat zülalları olan qliadin və qlütenindən təşkil olunmuş kleykovina kompleksinin keyfiyyəti ilə təyin olunur. Ehtiyat zülalların polimorfizminin öyrənilməsi bitkilərin genetikası və seleksiyası üçün çox əhəmiyyətlidir.

Tədqiqat işində buğda-egilops hibridlərinin biokimyəvi və texnoloji keyfiyyətləri öyrənilməklə yanaşı, ehtiyat zülalların elektroforetik komponentlərinin irsiyyəti öyrənilərək müəyyən olunmuşdur ki, morfologiyasına görə sabit olan buğda-egilops hibridləri elektroforetik spektrlərinə görə homogen və heterogendir. Valideynlərdən bəzi qrup zülal komponentləri bloklar şəklində nəslə keçmişdir. Hibridlərin ehtiyat zülalları komponentlərinin irsiyyətinin öyrənilməsi yumşaq buğdalara D genomunun egilopslardan keçməsi fikrini təsdiq etdi. Buğda-egilops hibridlərində qliadinin komponent tərkibi və irsiyyəti. Tədqiqat zamanı buğda-egilops hibridlərinin elektroforetik zülal spektrləri valideynlərlə müqayisəli analiz edilərək, onların irsiyyəti öyrənilmişdir.

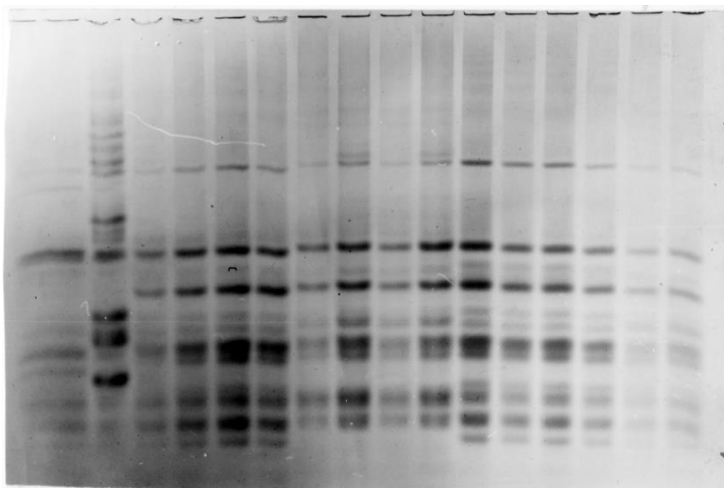
T.diccocum v. atratum x Ac.ovata hibrid kombinasiyasına daxil olan xətlərin spektrlərinin analizi göstərir ki, bu xətlər arasında öz EF spektrlərinə görə xətdaxili homogenlik və heterogenlik mövcuddur. (şəkil 1).

Valideynlərdən bəzi komponentlərin qrup şəklində nəslə ötürüldüyü görünür. Lakin açıq tozlanma prosesində başqa valideynlərin də iştirak etdiyini ehtimal etmək olar.

Ayrı-ayrı xətlərin və ilkin valideyn formaların EF spektrlərinin müqayisəli analizi göstərir ki, valideynlərdən T.diccocum v. atratum və ayrı-ayrı xətlərdə α , ω , γ – zonalarda müəyyən oxşar qrup zülallar müşahidə olunur və bizə ehtimal etməyə imkan verir ki, onların arasındakı qohumluq əlaqələrini təsdiq edək. Məsələn, T.diccocum v. atratum və 1 №-li xəttin α – zonalardakı komponentlərin hərəkəti eynidir.

Bərk buğdalarla aparılmış tədqiqat işləri [2] göstərib ki, bu zona komponentlərin sintezi 6A xromosomunda yerləşən qliadin lokusu tərəfindən tənzimlənir. 3 və 4 №-li hibrid xətlərində də 1 №-li xətdə olduğu kimi α zona (6A) T.diccocum v. atratum-a oxşardır. Bu və ya digər xətlərdə müəyyən komponentlər ω -və γ -zonada bəzi komponentlər hər iki valideynlərdə mövcuddur. Lakin bu, o demək deyil ki, həmin komponentlər dəqiq olaraq bu valideynlərdən keçmişdir. Bu hibrid kombinasiyasından olan xətlərin müqayisəsi göstərir ki, onlar bir sıra qrup qliadin komponentlərinə görə bir-birinə oxşardır. Məsələn, 1 və 3 №-li xətlər arasında EF spektrlərinə görə heç bir fərq yoxdur.

Öyrənilmiş yumşaq və bərk buğdaların bütün xromosomlara görə çap olunmuş bloklarının kataloquna [2] əsasən ehtimal edə bilərik ki, α -zona komponentlərinin sintezi 6A xromosomu, β əsasən 6B, γ – 6B, 1A, 1B xromosomları, ω – isə 1A və 1B xromosomları tərəfindən tənzimlənir. Belə olan halda T.diccocum v. atratum x. Ae. ovata hibrid kombinasiyasından olan xətlərin EF spektrlərin müqayisəsi analizinin nəticələrini aşağıdakı cədvəldə simvolik olaraq qruplara bölüb vermək olar.



Şəkil 1. T.diccocum v. atratum x Ae. ovata hibrid kombinasiyasından olan xətlərin ayrı-ayrı dənələrinin qliadin elektroforetik spektrləri

1 – T.diccocum v. atratum

2 – Ae. ovata

3-6 – 1№-li hibrid xəttinin nümunələri

7-10 – 2№-li hibrid xəttinin nümunələri

11-14 – 3№-li hibrid xəttinin nümunələri

15-16 – 4№-li hibrid xəttinin nümunələri

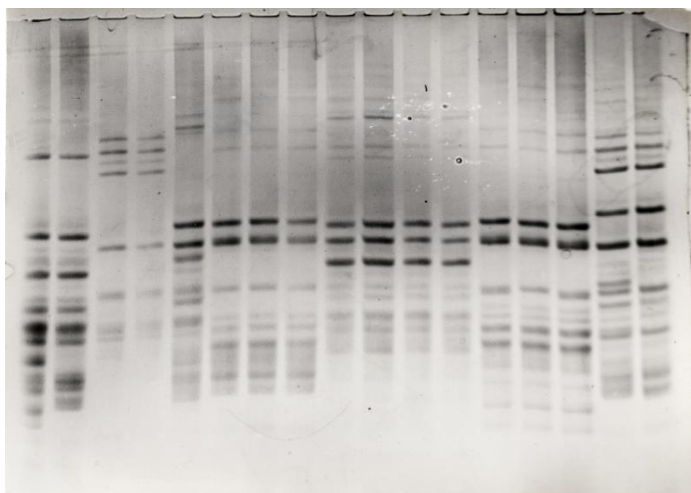
Cədvəl 1.

T.diccocum v. atratum x Ae. ovata hibrid kombinasiyasından olan xətlərin ehtimal olunan xromosomlara görə qruplaşdırılması

Ehtimal olunan xromosomlar	Xətlər						
	1	2	3	4	5	6	7
I (1A)	1	1	1	1	2	3	3
II (1B)	1	1+2	1	1	3	4	4
III (6A)	1	2	1	1	3	2	2
IV (6B)	1	2	1	2	3	1	2

Rəqəmlərdə simvolik olaraq bloklar göstərilir. Cədvəldən göründüyü kimi, 1-ci xəttin qliadin qrupları 3-cü xətlə eynidir, 4-cü xətt isə bir qrup qliadin komponentlərinə görə 1 və 3 №-li xətdən fərqlənir. Ehtimal etmək olar ki, bu bir blokdur, 5№-li hibrid xətti bütün qrup komponentlərinə görə digər xətlərdən az sayda isə γ -zona komponentləri iştirak edir. Ae. ventricosa-dan isə bu xətdə demək olar ki, heç bir komponent iştirak etmir. 9№-li hibrid xəttində T. durum v. leucurum-dan α -zonada müəyyən komponentlər (6A xromosomu), Ae. ventricosa-dan isə D genomu tərəfindən nəzarət olunan bir sıra komponentlər iştirak edir.

Ae. ventricosa x Teyakan 60 hibrid kombinasiyasına daxil olan xətlərin EF spektrində valideynlərdən Ae. ventricosa-da D genoma xas olan γ -zonadakı yağlı komponent aydın görünür. Bu da onu sübut edir ki, bu xətlərdə D genom normal ekspressiya edir. Lakin Ae. ventricosa-da olan ω -zona qliadin komponentlərinin hibrid növlərdə olub-olmaması aydın deyil, çünki bu zonada başqa genomlara (A və B) xas olan qliadin komponentləri də spektrdə mövcuddur.



Şəkil 2. *Ae.ventricosa* x Teyakan 60 hibrid kombinasiyasından olan xətlərin ayrı-ayrı dənələrinin qliadin elektroforetik spektrləri

1-2 – Teyakan 60

3-4 – *Ae.ventricosa*

5-8 – 18№-li hibrid xəttinin nümunələri

9-12 – 19№-li hibrid xəttinin nümunələri

13-15 – 20№-li hibrid xəttinin nümunələri

16-17 – 21№-li hibrid xəttinin nümunələri

Teyakan 60-a xas olan iki yağlı komponentin (γ -zonada) 19-cu xətdə iştirak etdiyi görünür. Bu komponentlərin sintezinin 1B xromosomu tərəfindən nəzarət olunduğunu ehtimal etmək olar. 21№-li xətdə ω -zonaya (1 və 3 nümunələrdə) xas olan qliadin komponentlərinin iştirak etdiyi görünür.

Beləliklə, valideyn və hibridlərin elektroforetik spektrlərinin müqayisəli analizi göstərir ki, bir qrup qliadin komponentləri valideynlərdən nəslə ötürülmüşdür və hibrid xətlər arasında eyni bloklar müşahidə edilir.

Öyrənilən bütün hibrid kombinasiyalarının EF spektrinin analizi göstərir ki, valideynlərlə hibridlər arasında müəyyən oxşarlıq və fərq mövcuddur. Egilopslardan hibridlərə çox az miqdarda komponentlərin keçdiyini ehtimal etmək olar. *Ae.ventricosa* valideyn kimi iştirak edən xətlərdə D genomuna xas olan komponentlər qliadinin EF spektrində görünür.

Cədvəl 2.

Ae.ventricosa x Teyakan 60 hibrid kombinasiyasına daxil olan xətlərin ehtimal olunan xromosomlara görə qruplaşdırılması

Ehtimal olunan xromosomlar	Xətlər					
	18	19	20	21	22	23
I (1A)	1	2	1	3	4	1
II (1B)	1	2	1	3	1	3
III (1D)	1	1	1+2	1	2	1
IV (6A)	1	2	3	1+4	1	1
V (6B)	1	2	1	3+4	3	2+3
VI (6D)	1	2	1	3	3	1

Beləliklə, buğda-egilops hibridlərində qliadin EF spektrlərinin müqayisəli analizindən aşağıdakı nəticələr alınır:

1. Morfologiyasına görə sabit olan buğda-egilops hibridləri EF spektrlərinə görə homogen və heterogendir.

2. Açıq tozlanma getdiyinə görə məlum valideynlərdən bəzi qrup zülal komponentləri bloklarla nəslə ötürülmüşdür. Digər blokların isə kənar (məlum olmayan) nümunələrdən keçdiyini ehtimal etmək olar.

3. Buğda-egilops hibridlərinin və valideynlərin EF spektrlərinin müqayisəli analizi yumşaq buğdalara D genomunun egilopslardan keçməsi fikrini təsdiq edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Sozinov A.A. Polymorphism of proteins and its significance for genetics and breeding. M.: Nauka, 1985, 272p
2. Kudryavtsev A.M. Metakovsky E.V., Upelniek V.P. Catalog of components blocks of gliadin chromosome 6A summer durum wheat // Genetics, 1987, v.23, №8, pp.1465-147
3. Рыбалка А.И., Созинов А.А. Картирование локуса контролирующего биосинтез запасных белков мягкой пшеницы // Цитология и генетика. т.13. № 4.1979,с.276-282
4. Попереля Ф.А. Полиморфизм глиадина и его связь с качеством зерна, продуктивностью и адаптивными свойствами сортов озимой мягкой пшеницы. М.: Агропромиздат, 1989, с. 138-149
5. Кудрявцев А.М. Внутрисортовая гетерогенность твердой пшеницы - важный компонент биоразнообразия вида // Генетика. т.42. № 10. 2006, с. 1208-1211
6. Sadigov, H.B. Genetic diversity of gliadin coding loci in local samples of tetraploid wheat ($2n = 28$) / International Conference "Diversity, characterization and utilization of plant genetic resources for enhanced resilience to climate change". October 3-4, Baku, 2011, pp.191-193

РЕЗЮМЕ

НАСЛЕДОВАНИЕ ГЛИАДИНОВЫХ БЕЛКОВ В ПШЕНИЧНО-ЭГИЛОПСОВЫХ ГИБРИДАХ

Гасанова С.Г., Вердиева Г.М., Гасанова С.Г.

Ключевые слова: *глиадиновые белки, электрофоретические белковые компоненты, блоки компонентов, компоненты глиадина, наследственность компонентов глиадина*

В статье наряду с изучением биохимических и технологических качеств пшенично-эгилопсовых гибридов, была также изучена наследственность электрофоретических компонентов глиадиновых белков, и выяснено, что стабильные по своей морфологии пшенично-эгилопсовые гибриды, по электрофоретическому спектру являются гомогенными и гетерогенными. Некоторые группы белковых компонентов, в виде блоков, перешли от родителей к их потомству. Изучение наследования компонентов гибридных запасных белков подтвердило, что переход генома D в мягкие сорта пшеницы произошел из эгилопсов.

SUMMARY

INHERITANCE OF GLIADIN PROTEINS IN WHEAT-EGILOPS HYBRIDS

Hasanova S.Q., Verdiyeva Q.M., Hasanova S.Q.

Key words: *gliadin proteins, electrophoretic protein components, components' blocks, gliadin components, the origin of gliadin components.*

In the scientific work researched the wheat-egilops hybrids' biochemical and technological qualities, including the origin of the electrophoretic component of the storage proteins, and determined that the wheat-egilops hybrids, which are stable for morphology, are homogeneous and heterogeneous for their electrophoretic spectrum. Some of the parent's group protein components have passed through the form of blocks. Studying the inheritance of the components of hybrids of the storage proteins proves that the D genome passes through egilops to soft wheat.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	28.02.2019
	Son variant	05.03.2020

UOT 004.94

ALİ TƏHSİL MÜƏSSISƏLƏRİNDƏ ELEKTRONSƏNƏDLƏRİN STRUKTUR MODELİNİN İŞLƏNMƏSİ

¹RƏHİMOV ŞƏFAHƏT RƏHİM oğlu
²MƏMMƏDOVA GÜLNARƏ ABDULLA qızı
Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-dosent, 2-baş müəllim
Shafahat_61@mail.ru

Açar sözlər: struktur model, global şəbəkə, elektron sənəd, biliklər bazası, məntiqi ifadə, proqram təminatı.

Dekanlıqlarda xarakterik mürəkkəbliyi ilə seçilən əsas problemlərdən biri də semestr müddətində tələbələrin məşğələ, kollokvium, laboratoriya, davamiyyəti üzrə gündəlik məlumatların toplanılması, sonda isə sərbəst iş ballarının da daxil edilməsi ilə imtahana giriş balının tapılması kimi tərtib olunan müvafiq sənədləşmə strukturlu formaların hazırlanmasıdır. Həmçinin kredit borcu olan tələbələrin alt qruplara, yaxud passiv qruplara daxil edilməsi və yaradılan yeni (alt və ya passiv) qruplarda tələbələrin yuxarıda qeyd olunan balların hesablanması kimi proseslərin cədvəl formalarının tərtibatı da sənədləşmə işlərini bir qədər də çətinləşdirir. Semestr ərzində hər bir fənn üzrə qiymətlər cədvəllərinin, şifrə (kod), imtahan vərəqələrinin adı qaydada tərtib olunması iterasiyalı proses olduğuna görə vaxt itkisinə səbəb olur. Tərtib olunan cədvəllərin bir-birindən asılılığı da hər hansı bir cədvəldə olan səhvin digər cədvəllərdə də təkrarlanmasına, hesablamaqların düzgün olmamasına gətirib çıxaracaqdır.

Dekanlıqlarda sənədləşmə işlərində vaxt itkisinin azaldılması və yarana biləcək səhvlərin dərhal aradan qaldırılması məqsədilə bu kimi proseslərin avtomatlaşdırılması üçün həm fərdi dekanlıqlar üzrə, həm də dekanlıqlar arasındakı şəbəkə strukturunun işlənməsi zəruriyyəti yaranır.

Təklif olunan model dekanlıqlarda hazırlanacaq ümumi orta müvəffəqiyyət göstəricilərinin, imtahan vərəqələrinin və bu kimi elektron sənədlərinin avtomatlaşdırılmasını təmin edir. Tədqiq olunan həm fiziki, həm də məntiqi şəbəkə strukturu üçkomponentli (Ob, F, N) idarəetmə sistemidir. Burada Ob - tədqiq olunan obyektin adı, F - obyektlərarası əlaqələr, N - obyektlər üzrə müvafiq qərar qəbulətmə çoxluğu.

Məlumdur ki, hər bir obyekt digərindən xarakterik parametrləri ilə fərqlənir. İlkin fərqləndirici verilənlər kimi (yəni Ob) ali məktəbə yeni daxil olmuş tələbələrin qrupunun adı (nömrəsi) göstərilir ki, qrupda olan tələbələrin sayına görə avtomatik olaraq cədvəl formalaşdırılsın. Tələbələrin adları, soyadları və ata adları bu cədvəlin müvafiq sütunlarına daxil edilməklə, hər bir fakültənin dekanlıq adlı verilənlər bazası qurulur. Konkret olaraq hər bir dekanlığın birinci kurs tələbələr kontingentinin alt verilənlər bazası yaradılır. Dekanlıqlar üzrə yaradılan verilənlər bazası isə internet üzərindən qurulan ümumi verilənlər bazasında cəmlənir (şəkil).

Yeni formalaşan qruplara verilən nömrələr və müvafiq qrup nömrələri üzrə daxil edilən tələbələrin siyahısı proqram strukturlu verilənlər bazasına əlavə edildikdən sonra verilənlər bazasında ilkin olan qruplara birləşdirilir.

Hər bir verilənin, o cümlədən tələbələrin siyahısının proqram strukturuna daxil olması üçün iki formada istifadə olunur: cari və Word sənəd.

Cari formada informasiyanın mənbəyi istifadəçi olmaqla, giriş verilənləri olan tələbələrin siyahısı birbaşa proqramın idarəetmə strukturuna daxil edilir.

Əgər tələbələrin siyahısı word sənəd formasında tərtib olunubsa, onda Word sənəddə verilən tələbələrin siyahı məlumatları xüsusi qurulan proqram modulunun icrası ilə proqram strukturunun tərkib idarəetməsinə aid olan verilənlər bazasına yüklənir.

Konkret qrup nömrəsi ilə əlaqələndirilən tələbələrin siyahısı olan giriş qiymətlərinin həm cari, həm də Word sənəd formasında daxil olması prosesi ümumi verilənlər bazasında YENİ QRUPLAR adlı verilənlər bazasını formalaşdırır.

Hər hansı texniki səbəbdən dekanlıqlararası qlobal şəbəkə üzrə informasiya mübadiləsində nasazlıq olarsa, onda struktur model prinsipi imkan verir ki, fərdi dekanlıqlar üzrə lokal şəbəkə rejiminə keçid etməklə informasiyanın daxil edilməsi və emalı, cari verilənlər bazasında isə modifikasiya olunan məlumatların saxlanması kimi informasiya prosesləri icra olunsun. Proses müddətində qlobal şəbəkə üzrə nasazlıq aradan qaldırılsa, onda informasiyanın ötürülməsi və qəbulu kimi informasiya prosesləri icra olunmaqla, yalnız yeni və modifikasiya olunan məlumatlar ümumi verilənlər bazasına göndərilir və yaxud ümumi verilənlər bazasından lazımi informasiya oxunur.

Qurulan şəbəkə strukturunda hər bir dekanlıq digər dekanlıqla hansı informasiya mübadiləsi rejimində olmasını da reallaşdırır bilər.

Növbəti ildə avtomatik olaraq sonuncu kursda olan bütün qruplar arxivləşdirilməklə, birinci kurs tələbələri də daxil olmaqla, yuxarı kursların tələbələrinin qrup üzrə kurs nömrələri bir vahid (bir il) artırılır. Zəruriyyət olduqda arxivdə olan hər hansı qrupun informasiya məlumatlarına, qrupda olan tələbənin (yaxud tələbələrin) ümumi orta müvəffəqiyyət göstəricisinə, onun müvafiq fənn üzrə məşğələ və kollokvium qiymətlərinə, davamiyyət, laboratoriya, sərbəst iş, imtahana giriş, imtahan ballarına müraciət etmək və çapını da təmin etmək olar.

Elektron sənədlərin hazırlanması prosesinin avtomatlaşdırılmasının intellektual idarə olunması qurulan biliklər bazasında (şəkil) toplanılan xətti və budaqlanan strukturlu məntiqi ifadələrə (F) əsaslanır.

Biliklər bazasının tərkib hissələrindən olan xətti strukturlu $S_j = \sum_{i=1}^N K_i^j$ ifadəsində K_i^j komponenti j -cı semestr üzrə i -ci fənnə ayrılan kreditin miqdarını, S_j - j -cı semestr üzrə tədris olunan bütün fənlərə ayrılan kreditlərin cəmini, N isə j -cı semestrə tədris olunan fənlərin sayını bildirir.

Tələbənin konkret olaraq j -cı semestr üzrə topladığı ballar cəmini $(BS_j)BS_j = \sum_{i=1}^N f_i^j \cdot K_i^j$ düsturu [2] ilə hesablamaq olar ki, burada da f_i^j - tələbənin j -cı semestr üzrə i -ci fəndən topladığı balı təyin edən funksiya olmaqla iki dəyişənlə xarakterizə olunur: $f_i^j(g_i^j, r_i^j)$. Burada g_i^j - tələbənin j -cı semestr üzrə i -ci fəndən gündəlikdə, r_i^j - isə imtahanda topladığı baldır. Sistemin intellektual idarə olunması biliklər bazasında qurulan

əgər {
 $(r_i^j < 17)$
 və ya
 $(r_i^j + g_i^j \leq 50)$
}

onda

{

$$f_i^j = 0$$

}

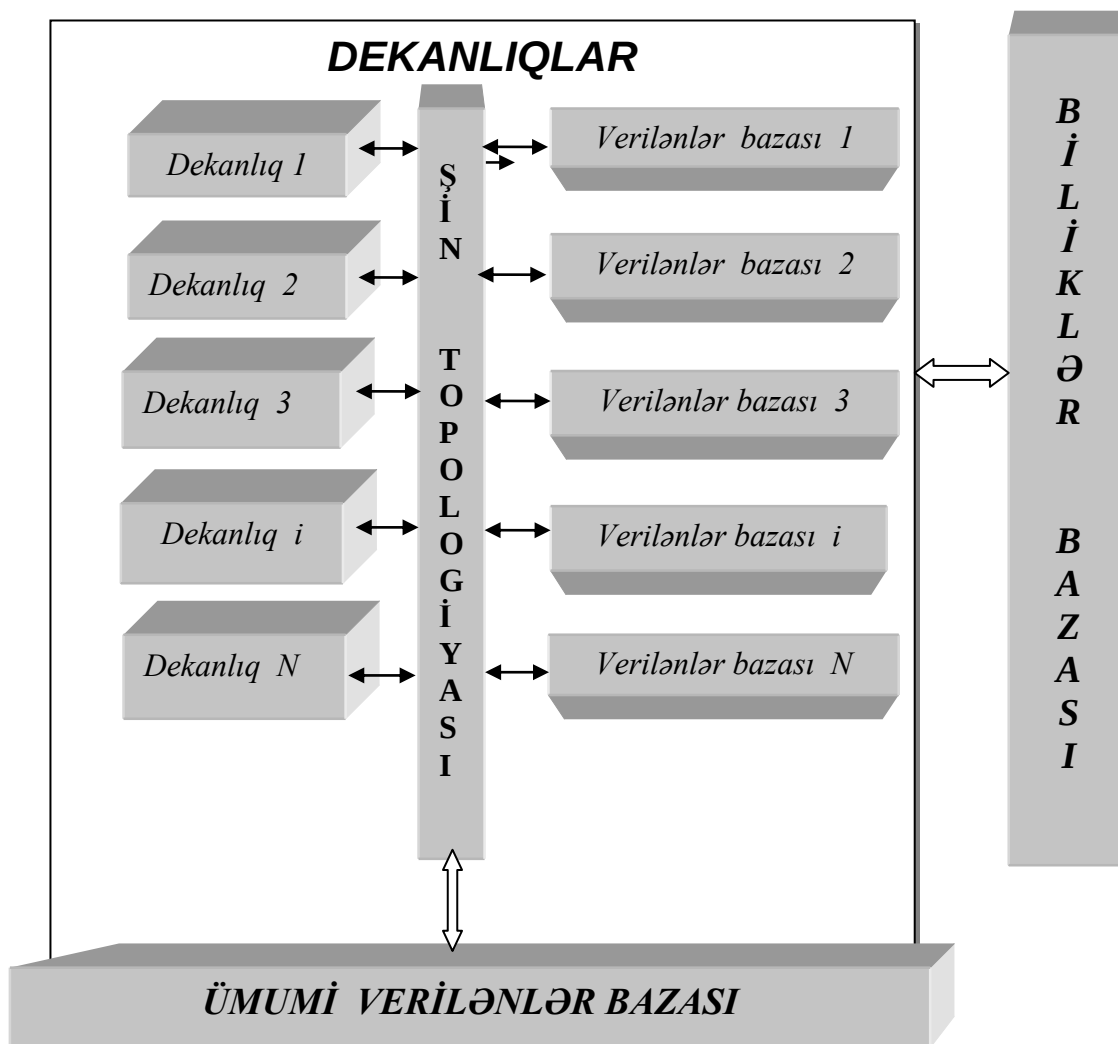
əks halda

{

$$f_i^j = g_i^j + r_i^j$$

}

budaqlanan strukturlu [3] məntiqi ifadənin tətbiq edilməsidir.



Şəkil. Dekanlıqlararası struktur model

Hər bir tələbənin ümumi orta müvəffəqiyyət göstəricisi (ÜOMG) isə $\text{ÜOMG} = \frac{BS_j}{S_j}$ şəklində hesablanır [2].

Fənlər üzrə verilən ümumi saata görə isə məşğələ, laboratoriya saatları formalaşır və hər bir fənnin məşğələsinə, laboratoriyasına və ya sərbəst işinə ayrılan maksimal balların avtomatik bölüşdürülməsi üçün biliklər bazasında

```

əgər {
    ( məşğələ saati ≠ 0)
    və
    ( laboratoriya saati ≠ 0)
}
onda
{
    ( maksimal davamiyyət balı = 10 )
    ( maksimal məşğələ balı = 15 )
    ( maksimal laboratoriya balı = 15 )
    ( maksimal sərbəst iş balı = 10 )
}
    
```


məntiqi qərar qəbuletmə strukturu qurulur ki, bu da tələbələrin semestr ərzində gündəlikdə və kollokviumda topladığı qiymətlər əsasında avtomatik olaraq yekun məşğələ balını təyin edir.

Göstərilən $\{ (\text{məşğələ saati} \neq 0) \text{ və } (\text{laboratoriya saati} \neq 0) \}$ məntiqi ifadəni M_1 ilə ifadə etsək, $M_1 = \text{yalan (false) qiyməti üçün}$

$M_{11} = \{ (\text{məşğələ saati} \neq 0) \text{ və } (\text{laboratoriya saati} = 0) \}$

$M_{12} = \{ (\text{məşğələ saati} = 0) \text{ və } (\text{laboratoriya saati} \neq 0) \}$

$M_{13} = \{ (\text{məşğələ saati} = 0) \text{ və } (\text{laboratoriya saati} = 0) \}$

məntiqi ifadələrini yaratmaq olar. Nəzərə alsaq ki, bütün şərt daxilində maksimal davamiyyət balı 10-dur, onda davamiyyət balını qlobal dəyişən kimi ifadə etməklə,

əgər $\{ M_{11} \}$

onda

{

(maksimal məşğələ balı = 30)

(maksimal sərbəst iş balı = 10)

}

əgər $\{ M_{12} \}$

onda

{

(maksimal laboratoriya balı = 30)

(maksimal sərbəst iş balı = 10)

}

əgər $\{ M_{13} \}$

onda

{

(maksimal sərbəst iş balı = 40)

}

idarəetmə sistemini yaratmaq olar. Yaradılan **{ əgər - onda }** məntiqi strukturun tətbiqi ilə həmçinin tələbənin semestr ərzində davamiyyət balı, laboratoriya balı və sərbəst iş balı da avtomatik hesablanmaqla, yekunda cədvəl üzrə imtahana giriş balı formalaşır.

Aktiv qrupun tələbələrinin semestr müddətində gündəlik məşğələ və kollokvium qiymətləri, verilən laboratoriya işlərinin sayı, sərbəst iş balları daxil edildikdə avtomatik olaraq sifrə (kod), imtahan cədvəllərinin (imtahan vərəqələrinin) elektron forması hazırlanır. Yəni struktur modelin üçüncü (sonuncu) olan qərar qəbuletmə (N) komponentinin icrası aparılır. İntellektual qərar qəbuletmədə $N = \{ N_0, N_1, N_2, N_3, N_4, N_5 \}$ komponentinin struktur forması

əgər deyilsə

$\{ (r_i^j < 17) \text{ və ya } (r_i^j + g_i^j \leq 50) \}$

onda {

$f_i^j = g_j^j + r_i^j$;

$f_i^j \leq 60$; $N_1 = \text{"qənaətbəxş"};$ çıxış;

$f_i^j \leq 70$; $N_2 = \text{"kafi"};$ çıxış;

$f_i^j \leq 80$; $N_3 = \text{"yaxşı"};$ çıxış;

$f_i^j \leq 90$; $N_4 = \text{"çox - yaxşı"};$ çıxış;

$f_i^j \leq 100$; $N_5 = \text{"əla"};$

}

şəklindədir.

Qeyd edək ki, davamedici fənn üzrə tələbənin kredit borcu varsa və ya tələbə semestr üzrə fənnə ayrılan ümumi saat miqdarının 25%-indən çoxunda iştirak etməyibsə, onda $f_i^j(g_i^j, r_i^j) = 0$ qəbul olunur. Yəni $N_0 = \{ \text{"Kredit borcu var"} \}$ və ya $N_0 = \{ \text{"Buraxılmır"} \}$ qiymətlərindən birini alır.

№№	Soy ad, Ad və Aita adı	Məqsəd davm. bal	Fənnə ayrılan maksir saat	Faiz brx. saat	Davam. ballı	Maks meş. ballı	Məşğ. saat	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	Kol_1	Kol_2	Kol_3	Orta meşğ. ballı	Məşğ. ballı	Maks Labr ballı	Maks Labo saat	Veri lab. sayı	Orta lab. ballı	Tələt lab. ballı	Sərt iş cəmi																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

Cədvəl 2.												
NəNə	Soy ad, Ad və Ata adı	Davamiyyət	Sərb: iş	Məşğ	Laboratc	Kurs işi	CƏMİ	İMTAHAN BALI	Cəmi bal	YEKUN BAL	Balin hərfi işarəsi	Topladığı kredit
1	Cəfərov Emil Rövsən	9	10	12	12		43	48	91	91A	Əla	6
2	İsayeva Cəfər Elşad	9	8	11	9		37	36	73	73C	Yaxşı	6
3	Mövsumov Tərane Sahib	9	9	9	15		42	43	85	85B	Çox-yaxşı	6
4	Həkimli Tərane Məmməd	7	9	9	6		31	BURAXILMIR				0
5	Həsənov İlqar Oktay	10	8	7	15		40	37	77	77C	Yaxşı	6
6	Hüseynli Hüseyn Mikayıl	8	9	8	12		37	36	73	73C	Yaxşı	6
7	İsayeva Səltənət Kənan	10	9	9	15		43	38	81	81B	Çox-yaxşı	6
8	Əliyev Əli Samir							KREDIT BORCU VAR				0
9	Mövsumov Kənan Teymurşah	9	9	9	12		39	41	80	80C	Yaxşı	6
10	Nəcəfova Aynur Baylar	9	9	8	12		38	18	56	56E	Qənaətbəxş	6
11	Nəsirov Rəvan Ələsgər	9	8	8	15		40	36	76	76C	Yaxşı	6
12	Qarayeva Ceyran Elşən	10	9	9	15		43	28	71	71C	Yaxşı	6
13	Rəhimova Eləna Turan	8	5	4	15		32	16	32	32F	Qeyri-kafi	0
14	Rüstəmov Rəhim Asif	9	5	8	12		34	17	51	51E	Qənaətbəxş	6
15	Şirinov Orxan Polad	9	8	8	12		37	25	62	62D	Kafi	6
16	Atətdinov Əli Zaman	10	10	10	12		42	37	79	79C	Yaxşı	6
17	Vəliyev Yusif Samir	10	7	8	12		37	19	56	56E	Qənaətbəxş	6
18	Xıdırov Ramazan Anar	10	9	10	12		41	42	83	83B	Çox-yaxşı	6
19	Abbasov Əhliman Ədalət	8	8	8	12		36	27	63	63D	Kafi	6
20	Tağıyev Vüqar Fəzli	9	6	8	15		38	36	74	74C	Yaxşı	6
21	Mirzəyev Ağəli Ağaməli	9	7	8	15		39	19	58	58E	Qənaətbəxş	6
22	Hüseynov Turan Ceyhun	8	8	9	15		40	37	77	77C	Yaxşı	6

Tətbiq olunan {{ əgər - onda } və { əgər deyilsə - onda } } intellektual prinsip əsasında avtomatik olaraq qruplar üzrə hər bir fənnin yekun imtahan qiymətlər cədvəlinin və digər sənədlərin elektron formaları hazırlanır (cədvəl 1, cədvəl 2).

Struktur modelin C# (si şarp) alqoritmik dilində hazırlanan program təminatı Sumqayıt Dövlət Universitetinin dekanlıqlarında uğurla tətbiq olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Интеллектуальные информационные системы. М.: Финансы и статистика, 2004, 424 с.
2. Kredit sistemi ilə təhsil alan tələbələrin biliyinin qiymətləndirilməsi haqqında ƏSASNAMƏ. <http://edu.gov.az/upload/file/kredit-sistemi-qiymet-esasname.pdf>
3. Rəhimov Ş.R. İnformatika və proqramlaşdırma dilləri. Dərs vəsaiti. Sumqayıt: SDU, 2016, 340 s.

РЕЗЮМЕ

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОННЫХ ДОКУМЕНТОВ В ВУЗАХ

Рагимов Ш.Р., Мамедова Г.А.

Ключевые слова: структурная модель, глобальная сеть, электронный документ, базы знаний, логическое выражение, программное обеспечение.

В данной статье предложен алгоритм автоматизации процессов оформления документов в высших учебных заведениях с использованием структурной модели для проектирования электронных форм. Для автоматизации процесса подготовки к экзамену, который входит в процесс документирования, определяется принцип структуры сети и устанавливается соответствующая структурная модель. Электронные версии предметных оценок, шифров (кодов), экзаменационных листов автоматически создаются и документируются как непосредственно, так и в диалоговом режиме на основе предлагаемой структуры сети и программного обеспечения для структурированного моделирования. Также возможно выполнить сетевую печать соответствующих документов.

SUMMARY

DEVELOPING STRUCTURAL MODEL OF ELECTRONIC DOCUMENTS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Rahimov Sh.R., Mammadova G.A.

Keywords: structural model, global network, electronic document, knowledge base, logical expression, software.

In the present paper, an algorithm of automation for document organisation in the faculties of any education institutes with the use of a structural model is proposed. To automate the process of exam preparation which is included into the process of documentation, the principle of the network structure is defined and the appropriate structural model is established. On the basis of the proffered network structure and software of the structure model, subject tables of the marks, codes, forms of exam sheets are prepared. Also there is a possibility to print the corresponding documents at network.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	14.06.2019
	Son variant	23.01.2020

UOT62.50(075.08)

DETERMINATION OF “BLACK BOX” TYPE MODEL BASED ON NN OF OBJECTS WITH UNCERTAINTY AND INTELLIGENT CONTROL

ALIYEVA ADILE SAYEDDIN

Institute of Control System of ANAS, Baku, Azerbaijan

c_adile@yahoo.com

Key words: *dynamic object with uncertainty, mechatronic device, “black box” type model, neural network (NN), the learning algorithm of NN in “offline” model.*

Under measurable conditions (observability) of input and output phase variables and their derivatives the identification-determination problem of a “black box” type model for non-linear dynamic object with uncertainty have been stated and solved in the paper. The “black box” type model of identification system has been proposed on the basis of a neural network. The structure of the neural network, the number of neurons and their activation functions, as well the learning algorithm of neural network have been determined. The experimental studies conducted in MATLAB have shown that the developed black box-type neural network can be used in the synthesis of an intelligent automatic control system by a mechatronic device. The technical realization of the proposed intelligent ACS with a fuzzy regulator can be adapted in “offline” mode using the “black box” type neural network model.

1. Introduction. In a number of technological processes, the mechatron and robotic devices with different uncertainty and they work on intensive operative mode. In the control system of such objects quality requirements (such as dynamic accuracy, durability) are tightened. Therefore, when control system of the objects are designed, obtaining “a priori” and “a posteriori” information about the object is actual issue.

For the formulation and analytical solution of synthesis problem for the automatic control system (ACS), it is important to know any model of dynamic objects with uncertainty, such as, mathematical structure and the values of parameters [1-2,9].

Mathematical models-differential equations of several technical objects like robotics, drones, mechatronic devices could be determined according to electrotechnics, mechanics-such as Euler-Newton and Lagrange-Euler approach. But according to existing approach designed mathematical models have enough nonlinearity and uncertainties or nonstationarity [3,4,7]. Control systems that have the ability to change object parameters should be intellectual or adaptive. Adaptive control system controllers should be adapted according to object information in either online or offline mode through the correction of the adjustment parameters. In such systems, to ensure optimization of control system and its steadiness, computer simulation of intelligent ACS by using –application of existing tools is important issue and its effective solution is actual.

In view of the above mentioned, in the article, the determination of the structure and parameters of mathematical model based on Neural Network of “black box” model and design of its intelligent ACS is discussed.

2. Modeling of dynamic objects with uncertainty based on neural technology.

Mathematical Modeling of uncertain dynamic objects (determination of the selected structure differential equation parameters) was discussed in [1,5,8] only when inputs and outputs of state variables are observed. Here, parametric identification has been proved by using m -th transformations of input and output signals (variables), however issue of vector input and output was not investigated. In addition, in [1,5,8] works to improve accuracy the computer simulation in “offline” mode was not discussed.

Let us assume that, it is possible to express the movement of uncertain dynamic object via the nonlinear and unsteady n -th order differential equation, i.e.

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{f}(\mathbf{a}(t), \mathbf{x}(t), \mathbf{u}(t)), \quad \mathbf{x} \in \mathbf{R}^n, \mathbf{u} \in \mathbf{R}^m \quad (2.1a)$$

Here, $\mathbf{x}(t)$, $\mathbf{u}(t)$ are n dimensional state variables and m ($m \leq n$)-dimensional input control vector (controlling effects vector), $\mathbf{a}(t)$ – nonstationary unknown parameters vector of uncertain dynamic object, $\mathbf{f}$ – functions with uncertain structures.

In the most identification method of dynamic objects $\mathbf{f}(\cdot)$ structure of (2.1) mathematical model is accepted as the total sum of certain functions (for example, linear and nonlinear functions) [1-8]. If initial information and investigations about dynamic objects is not sufficient and the structure of identified mathematical model is not selected by the right way (sufficiently selected), then the solution for the synthesis of control will be complex and inefficient [3]. In case lack of information in dynamic objects with uncertainty, in order to solve synthesis problem of intelligent control system, determination of the mathematical model of the object is more effective due to application of new information technology based on Neural Network Toolbox [3]. However, as in [3], identification based on Neural Network (NN) is not defined with $\mathbf{a}(t)$ parameters due to the difference between $n - 1$ and m facts, it is directly defined with $\mathbf{x}(t)$ output state variables of the object. In other words, output of the “black box” model object is identified in Neural Network.

Real dynamic model of the object (2.1a) could be described as formal reduction form, i.e.

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{F}(\mathbf{a}(t), \dot{\mathbf{x}}(t), \mathbf{u}(t)), \quad \mathbf{x} \in \mathbf{R}^n, \mathbf{u} \in \mathbf{R}^m \quad (2.1b)$$

Let us assume that, the mathematical model of “black box” type object based on neural network could be defined by NN with l intermediate layers through the each i -th input-output channel:

$$x_{Ni} = \phi_i(w_{ij}, \dot{\mathbf{x}}(t), \mathbf{u}(t)), w_{ij} \in W_{ij}, i = \overline{1, n-1}, j = \overline{1, l}, \quad (2.2a)$$

or

$$\mathbf{x}_N = \boldsymbol{\phi}(\mathbf{w}, \dot{\mathbf{x}}(t), \mathbf{u}(t)), \mathbf{w} \in \mathbf{W} \quad (2.2b)$$

Here $w_{ij} \in W_{ij}$, $i \in [1, n - 1]$, $j \in [1, l]$, i -th are connection weight of the neurones in the l -th intermediate layers and can get values in the W_{ij} region.

The problem of defining the model of nonlinear dynamic object with uncertainty as a “black box” (neural network) can be formulated as follows:

It is needed to define “black box” model with NN of the object which is observed (measured) all state variables of real dynamic object $\mathbf{x}(t) = [x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)]$ and $\mathbf{u}(t) = [u_1(t), u_2(t), \dots, u_m(t)]^T$ input effects, i.e. as (2.2) model, that the square of the difference (error) between outputs of NN and of the real object (state variables) should be minimum for $t_k = T_0 k$ ($T_0 = \text{const}, k = 1, 2, 3, \dots, K$):

$$\begin{aligned} \mathbb{E} &= \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K (E^k)^2 = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K [\mathbf{x}(t_k) - \mathbf{x}_N(t_k)]^2 = \\ &= \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{n-1} [x_i^k - \phi_i(w_{ij}, \dot{x}_i^k, u^k)]^2 \Rightarrow \min \end{aligned} \quad (2.3)$$

If one model, i.e. $i = 1$, is enough and if possible value-accuracy of error ε is given, then for (2.3) optimization could be satisfied that $\lim_{K \rightarrow \infty} \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K (E^k)^2 = \varepsilon$ is less.

The modeling system as “black box” of the nonlinear dynamic object with real uncertainty based on NN could be described as Figure 2.1:

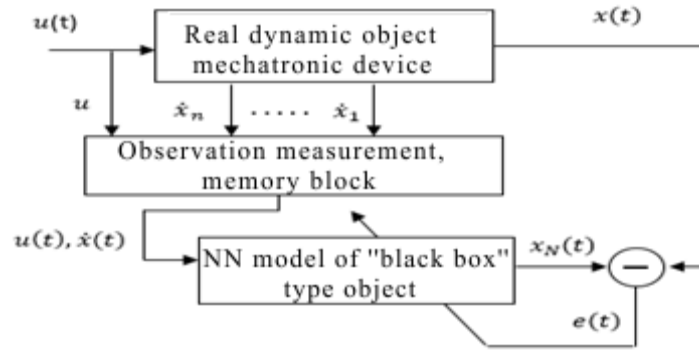


Figure 2.1. The modeling structure of modeling system as “black box” based on NN of the nonlinear dynamic object with real uncertainty which state variables are observed

The solution of above formulated identification issue is $x_N = \phi(w, \hat{x}, u)$ function. These solutions are known as input-output pairs $(x^1, x_N^1), (x^2, x_N^2), \dots, (x^K, x_N^K)$ (formulated from the measurements). Identification process, i.e. NN training directly synthesize such $\phi(\cdot)$ function, that could be close to $F(\cdot)$ function realized by the object. Thus, training Neural Networks is becoming multi-dimensional optimization issue.

3. Solution of the identification issue for the nonlinear dynamic object with uncertainty based on NN

Since (2.3) function could be arbitrary, in general training Neural Network is multiextremal nonconvex optimization issue. A number of iterative algorithms can be used to solve the above-mentioned (2.3) optimization problem [3]. Currently the most widely used method of NN training (minimizing the mean square (quadratic) error - (2.3) function) is an iterative gradient algorithm.

This training algorithm, mentioned in most scientific literature, is known as error back propagation [3]. So, we consider, there is no need to give an explanation on error back propagation method. However, according to Figure 2.1 for the mechatronic device realization based on Neural Networks Toolbox the identification of the nonlinear dynamic object with uncertainty as above formulated “black box” to provide “M” language program of MATLAB and training procedures with an explanation as follow is considered purposeful.

$P = [X] = [sX_2; sX_1; U]$; -observational matrices of all state variables of the dynamic object, i.e. inputs of NN.

$T = [Y] = [X_1]$; - observational matrices of output variable x_1^k , $(k = \overline{1, K}: \text{such as } K = 4000, \text{ the researcher selects})$ of the real object-mechatronic device
`net = newff(minmax(P), [300, 300, 1], {'tansig', 'logsig', 'purlin', 'traingd'});`-

Creation and training of appropriate transmission functions 'traingd' of NN (NN with appropriate transmission functions 'tansig', 'logsig', 'purlin') by name **d** with 3 layers-300 neurones in two layers, one neuron in output layer (note: number of neurons, etc. parameters are given iteratively by the researcher).

net.trainParam.show = 50;- from one of the fifty examples Param, i.e. x_N^k should be shown (defined heuristically by the researcher).

net.trainParam.goal = 0.001;-the value of accuracy omission error of the NN training (selected by the researcher).

net.trainParam.epoch = 2000;-Circulation of NN training-‘epocha’ (number of cycles, the researcher chooses).

net = train(net, P, T);- Launching NN training procedure.

view(net);-automatic installation of a “black box” model object in the Simulink and description of the flow chart(See Figure 3.1.).

gensim(net); yaxuddisplay(net)-Description of information on NN in MATLAB:-method of training (for example, "Gradient Decent"), criteria ("mse"), number of iterations ("epoch") and other information (See Figure 3.1.)

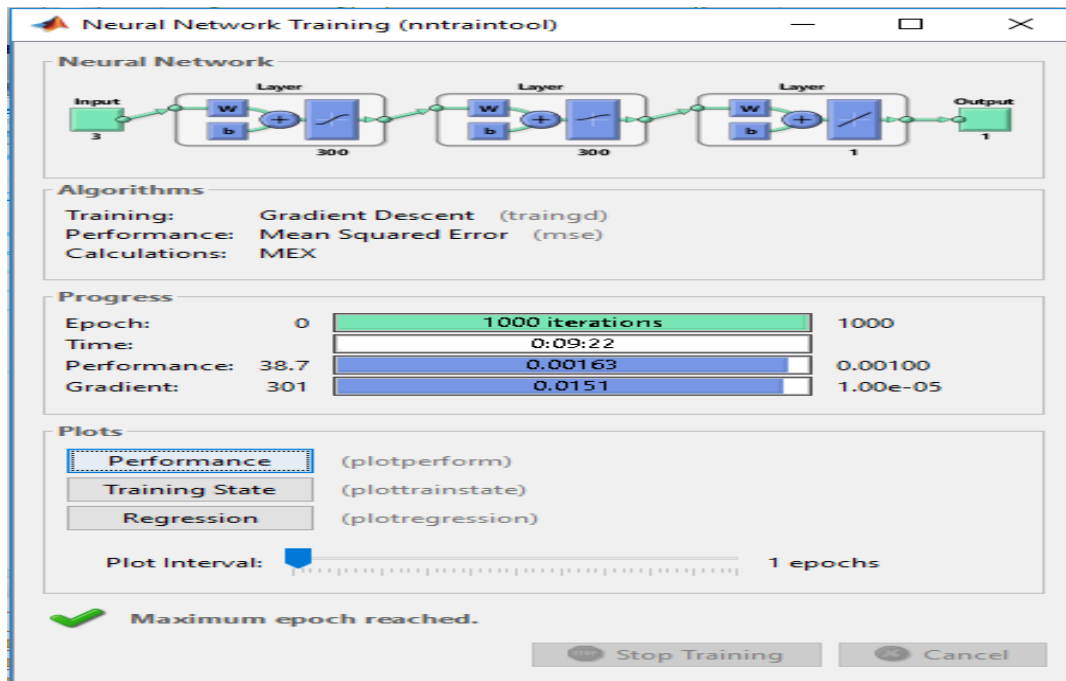
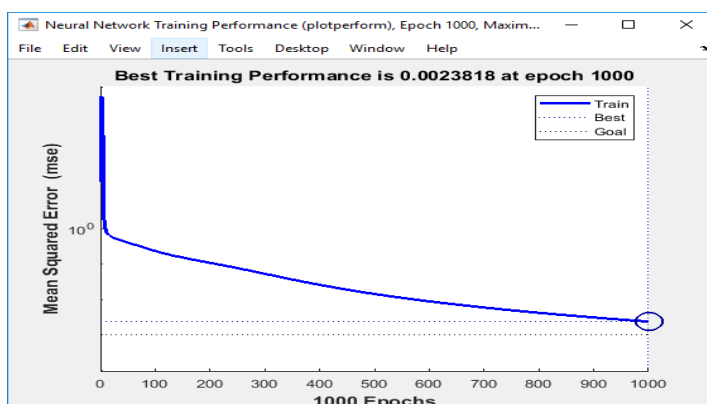


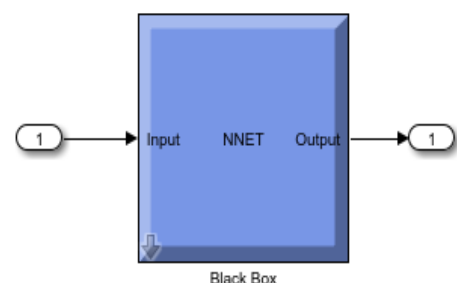
Figure 3.1. Description of the parameters of the training (object identification) of the information in the NNToolbox in Matlab - information description

Dependence of the training error on the number of iterations (the "epoch"), the intended target - the "thousand" value of the error (a), and the description of the "black box" in the Simulink as subsystem (b) was given in Figure 3.2.

After the training of NN graph of its outputs $x_N(t) = x_N(kT_0) = x_N^k$, $k = \overline{1, 4000}$, $T_0 = 0.01s$ and the transition processes of the real object ($x(t) = x^k$, $k = \overline{1, 4000}$, $T_0 = 0.01s$) (a, b), as well as, for value of its derivatives $\dot{x}, \dot{x}_N$ (c,d,) and input- control effects $u(t) = 1[t] = 1[kT_0]$ was shown in Figure 3.3.



a)

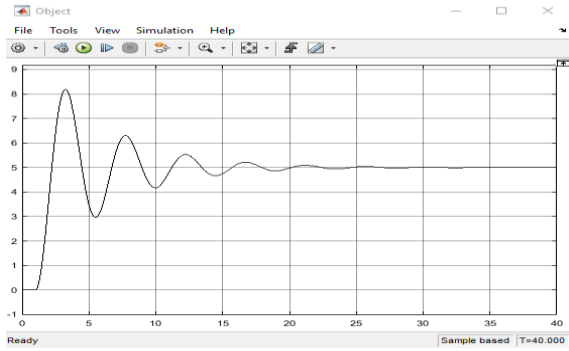


b)

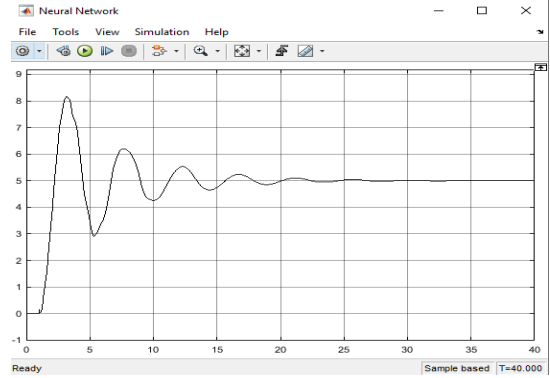
Figure3.2.Dependence graph of the training error- "mse"for the real object as a "black box" on the number of "epochs" (a) and description of NN in Simulink as a subsystem (b)

According to comparative analysis of the transient processes in Figure 3.3, $x_N(t)$ -NN output and $\dot{x}(t)$ derivative is exactly same as nonlinear dynamic object with uncertainty, i.e. $x(t) \cong x_N(t), \dot{x}(t) \cong \dot{x}_N(t)$. Thus, the possibility of using the trained NN (“black box” model of the real dynamic object) in the “offline” mode for the nonlinear dynamic object has been confirmed.

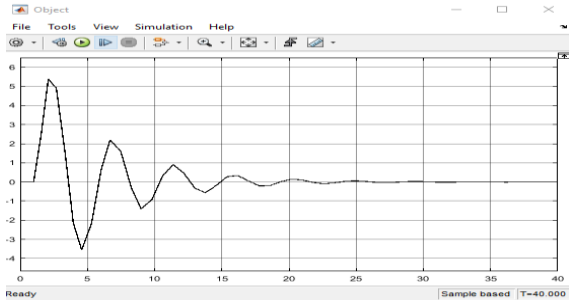
Note 1: The above, designed software in the “M” language of MATLAB is stored under a certain name, such as d (see 3-rd operator). For this purpose “Save” order should be carried out in “File” menu.



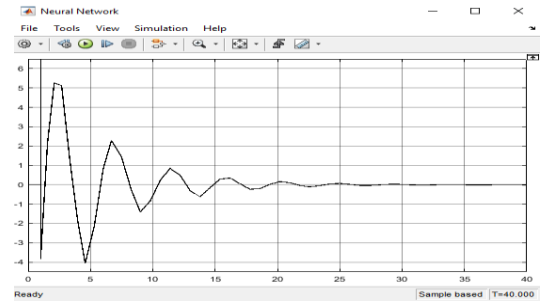
a)



b)



c) derivative of the object output



d) derivative of the NN output

Figure 3.3. Transition processes of the dynamic object (a,c) and outputs of “black box” model NN (b, d)

4. Synthesis and technical realization of the intellectual regulator for the nonlinear dynamic object with uncertainty

Since, above, for example, in “offline” mode of the mechatronic device in $t \in [0, T]$ time interval and quasilinearization conditions are compensated, state variables $-x(t)$ and derivatives $-\dot{x}(t)$ are measurable the identification with high accuracy of the “black box” model nonlinear dynamic object with uncertainty based on NN has been confirmed. That is why, under quasilinearization conditions using “black box” model the synthesis of intelligent (for instance, adaptive fuzzy or neurone) controller in “offline” mode is possible [3,4,7-9]. Intelligent controller synthesized in “offline” mode, i.e. identified structure and parameters is put into operation. Identification is carried out in the operating mode via forming file data-matrices by measuring input $u(t)$ and output variables $x(t) = [x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)]^T$, $\dot{x}(t) = [\dot{x}_1(t), \dot{x}_2(t), \dots, \dot{x}_n(t)]^T$. According to computer simulation of ACS quality of control (for example variables of error $e(t) = x(t) - x_N(t)$ and its derivative $\dot{e} = \dot{x}(t) - \dot{x}_N(t)$).

If at any time interval quality Indicators of ACS performance, for instance

$$|e(t)| \geq \varepsilon_{bb} \vee |\dot{e}(t)| \geq \dot{\varepsilon}_{bb}, \quad (4.1)$$

Then the "known" parameters of the previous $i - 1$ interval of the intellectual regulator are adapted (for example, the fuzzy term set modes, etc.). Here t_{ris}, t_{rib} , are initial and final moments respectively, of $i - th$ time interval of ACS in real operation.

In (4.1) expression ε_{bb} and $\dot{\varepsilon}_{bb}$ are accordingly absolute values of system accuracy (error) and its derivative and is provided by the constructor.

Purposed intelligent system of ACS, in other words, according to setting parameters (term set modes) e_N and $\dot{e}_N$ of fuzzy regulator the structure scheme of adaptation was shown in Figure 4.1.

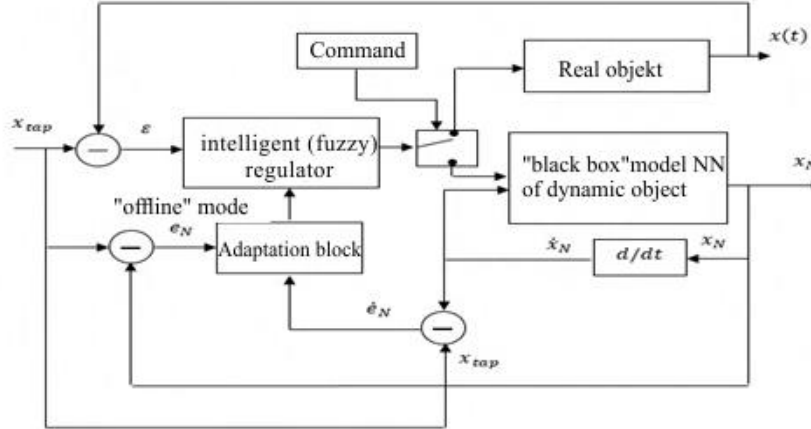


Figure 4.1. Structural scheme of adaptaion in "offline" mode according to e_N and x_N ofsetting parameters of intellectual fuzzy regulator

The Fuzzy Regulator's Knowledge Base table of Linguistic rules (TLR) was given below. Since, in work [10] the design of the regulator's TLR, fuzzy term sets are explained in detail, there is no need to explain it in this paper. E^L , $\dot{E}^L$ are accordingly fuzzy term sets of control error and its derivative in the TLR of the intellectual fuzzy regulator.

Table of Linquistic Rules of the fuzzy regulatory (TLRFR)

E^L									
$\dot{E}^L$	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB
NB	PB	PM		NB	NB	NM			Z
NM			NB	NB	NM	NS		Z	PZ
NS		NB	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS
NZ	NB	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM
Z	NB	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB
PZ	NM	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB	PB
PS	NS	NZ	Z	PZ	PS	PM	PB	PB	
PM	NZ	Z		PS	PM	PB	PB		
PB	Z			PM	PB	PB		PB	PB

$u_{rL} = \tilde{U}_r$ - Fuzzy term set of controls.

Letters in linguistic sets in TLRFR: N-negative, P-pozitive, Z-zero, B-big, M-medium, S-small. As can be seen from the table, for error and derivation 9 inverse terms are selected:

$$e_{jL} = E^L = \tilde{E}_j = \{e, \mu_j(e) | e \in E\}; \mu_j(e) \in [0,1], \tilde{E}_j \subseteq E, j = \overline{1,9}$$

$$\dot{e}_{jL} = \dot{E}^L = \dot{\tilde{E}}_j = \{\dot{e}, \mu_j(\dot{e}) | \dot{e} \in \dot{E}\}, \mu_j(\dot{e}) \in [0,1], \dot{\tilde{E}}_j \subseteq \dot{E}, j = \overline{1,9}$$

E^L , $\dot{E}^L$, $\tilde{U}_r$ - affiliation functions $\mu_j(.)$ of linguistic fuzzy term sets choosen as a function of ghostly shape is realized on the bases of Fuzzy Logik Toolbox.

As a real mechatronic device, the robot engine with a flexible coupling was adopted [9]. Due to its technical characteristics, this device has sufficient linearity and non-stationary stability as a control object [9] (see appendix 1).

The technical feasibility of the adaptation of the intelligent ACS fuzzy regulator based on neural technology presented in Figure 4.1 was developed in the MATLAB environment (based on the Fuzy Logic Toolbox, Neural Network Toolbox and Simulink packages). According to the results of computer modeling, i.e. the transition processes of intelligent ACS built with the “black box” type NN and of the system built with intellectual regulator of the real object are practically the same (Figure 4.2).

Result. On the bases of “black box” model neural technology of the dynamic object with uncertainty in observable case of input- $u(t)$ and state variables- $x(t)$, $\dot{x}(t)$ for real mechatronic device- a flexible coupling robot.

Due to error back propagation algorithm of “black box” model NN of the object, in order to overlap the trained and state variables of NN output $x_N(t)$ and derivative $\dot{x}_N(t)$ with state variables of the mechatronic device, the structure of NN (layers 3), number of the neurones in the layer (300, 300, 1), transmission function and extc. have been identified.

Fuzzy regulator parameters for intellectual ACS based on NN model of the object: number of fuzzy term sets, their modes, affiliation functions were identified. According to computer simulation carried out in MATLAB purposed Intellectual ACS’s steadiness and its Required dynamic accuracy (Figure 4.2) and effectiveness of its adptation were shown.

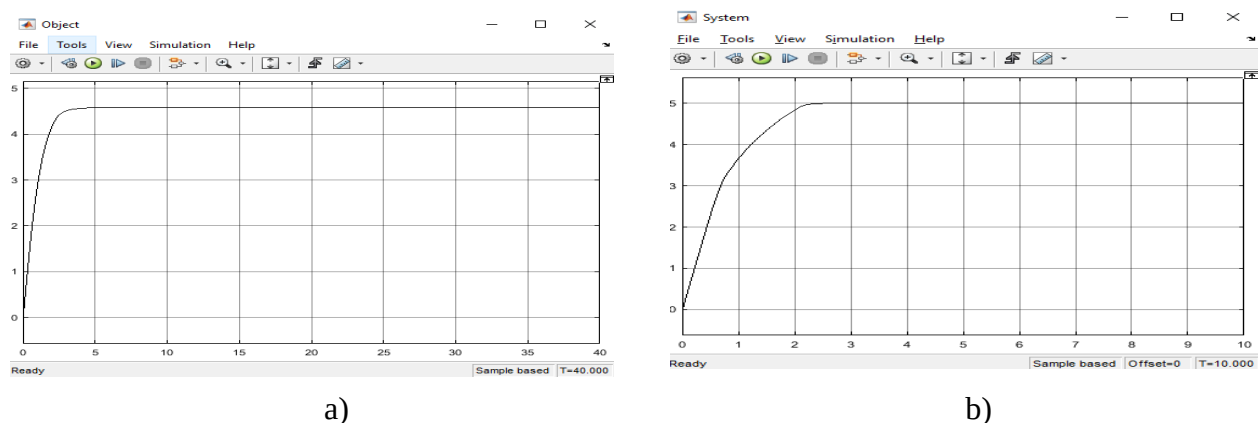


Figure 4.2. Transition processes of the real object-intellectual ACS for the mechatronic device (a) and intellectual ACS based on NN type model.

REFERENCES

1. Jafarov S.M. , Mustafayeva A.M. Identification of Dynamic Objects Under Uncertainty And Non-Stationarity Using Etalon Transformers. *Procedia Computer Science*. Vol.120,2017,pp.561-567
2. Jafarov S.M. Zeynalov E. R., Mustafayeva A.M. Zeynalova L.M. Jafarov P. S. Identification of fuzzy models on nonlinear dynamic objects with observability of input and output // Fifth International Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control, Famagusta, North Cyprus, 2-4 September, 2009, pp. 302-306
3. Aliyev R.A., Jafarov S.M., Babayev M.C., Huseynov B.G. Design principles and projecting of the intellectual systems. Baku: Nargiz, 2005, 368p.
4. Aliyev R.A., Jafarov S.M., Babayev M.J, Zeynalov E. R. Control Robotic Systems. Baku: Zaman-3, 2004, 328p.
5. Jafarov S.M. Zeynalov E. R., Mustafayeva A.M. Synthesis of robust controller-regulators for omnidirectional mobile robot with irregular movement. *Procedia Computer Science*. Vol.102,2016,pp.469-476.

6. Jafarov S.M., Aliyeva A.S. Synthesis of Intelligent Control System With Coordinate And Parametric Feedback. Procedia Computer Science. Vol.120, 2017, pp.554-560
7. Петров Б.Н., Рутковский В.Ю., Земляков С.Д. Адаптивное координатно-параметрическое управление нестационарными объектами. М.: Наука, 1981, 244с.
8. Джафаров С.М. Построение адаптивной системы управления с идентификатором для одного класса динамических объектов с запаздыванием // Изв. АН СССР, Техническая кибернетика, №2, 1979, с.181-190
9. Нусратов О.К., Джафаров Р.С., Джафаров С.М., Зейналов Е.Р., Мустафаева А.М. Аналитический метод синтеза регулятора с нечеткой Т-S моделью для управления нелинейным динамическим объектом – манипулятором робота с гибким соединением // Мехатроника. Автоматизация и управление. №8. М., 2011, с. 10-14
10. Jafarov S.M., Aliyeva A.S., Babayev F.I., Ismailzadeh S.E. Synthesis of knowledge base of fuzzy linguistic regulators for fuzzy dynamic objects / "Information Systems and Technologies: Achievements and Prospects" Proceedings of the International Scientific Conference. 15-16 November, Sumgait, 2018, pp.395-398

XÜLASƏ
DİNAMİK OBYEKT LƏRİN NT ƏSASINDA "QARA QUTU" MODELİNİN
TƏYİNİ VƏ İNTELLEKTUAL İDARƏ EDİLMƏSİ
Əliyeva A.S.

Açar sözlər: qeyri-müəyyənliyə malik dinamik obyekt, mexatron qurğu, "qara qutu" modeli, neyron texnologiya (NT), "offline" rejimdə neyron şəbəkənin (NŞ) öyrədilməsi alqoritmı.

Təqdim olunan məqalədə riyazi modelin strukturunun və parametrlərinin naməlumluğu şəraitində qeyri-stasionar dinamik obyektin "qara qutu" modelinin neyron şəbəkələri texnologiyası (Neural Network) əsasında təyini və onun intellektual AIS-in layihələndirilməsi, yəni qeyri-səlis tənzimləyicinin biliklər bazasının və onun parametrlərinin təyini məsələləri həll edilmişdir. Obyektin "qara qutu" (NŞ-li) modeli əsasında intellektual AIS-in qeyri-səlis tənzimləyicisinin parametrləri: qeyri-səlis term çoxluqların sayı, onların modaları, mənsubiyyət funksiyaları təyin edilmişdir. MATLAB mühitində aparılmış kompüter simulyasiyası əsasında təklif olunmuş intellektual AIS-in dayanıqlı və tələb olunan dinamik dəqiqliyə malik olduğu və onun adaptasiyasının effektivliyi göstərilmişdir.

РЕЗЮМЕ
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДЕЛИ ТИПА «ЧЕРНЫЙ ЯЩИК» НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ
ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ
Алиева А.С.

Ключевые слова: динамический объект с неопределенностью, мехатронное устройство, модель типа «черного ящика», нейронная технология (НТ), алгоритм обучения нейронной сети (НС) в режиме «offline»

В статье поставлена и решена задача идентификации - определения модели типа «черного ящика» нелинейного динамического объекта с неопределенностью в условиях измеряемости (наблюдаемости) входных и выходных фазовых переменных и их производных. Предложена система идентификации модели типа «черного ящика» на базе нейронной сети (НС). Определена структура НС, количество нейронов и функции их активации, алгоритм обучения НС. Проведенные экспериментальные исследования в среде MATLAB показали что, разработанная НС типа «черного ящика» может быть использована при синтезе интеллектуальной САУ мехатронным устройством. Техническая реализация предложенной интеллектуальной САУ с нечетким регулятором можно адаптировать «offline» режиме с использованием НС-модели типа «черного ящика».

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	04.11.2019
	Son variant	05.03.2020

UOT 621.3

LAYİHƏLƏNDİRMƏ SİSTEMİNİN İNTERFEYSİƏSASINDA TEXNİKİ SİSTEMİN 2 VƏ 3-ÖLÇÜLÜ QRAFİK TƏSVİRLƏRİNİN YARADILMASI

SƏFƏROVA TƏRANƏ AĞA qızı
Sumqayıt Dövlət Universiteti, baş müəllim
tarana.safarova.70@mail.ru

Açar sözlər: avtomatlaşdırılmış layihələndirmə, interfeys, konstruktor, qeyri-səlis, sənaye robotu, menyü prosedurları.

Konstruktor layihə işlərinin səmərəli yerinə yetirilməsini təmin etmək üçün kompüter qrafika sistemi vasitəsilə eskiz sənədlərinin tərtib edilməsi prosedurları avtomatlaşdırılmalıdır. Mövcud avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin təhlili göstərir ki, bu alətlərin köməyi ilə ayrı-ayrı tətbiq sahələrinə dair kompleks layihələndirmə prosedurları mərhələli şəkildə həyata keçirilir [1, 2]. Uzunmüddətli təhlil, seçim, eskiz, işçi layihələndirmə və qərar qəbul etmə mərhələlərində müxtəlif proqramlar əsasında mürəkkəb layihə işləri yerinə yetirilir. Tətbiq olunan prinsiplər layihələndirmə prosesinin məhsuldarlığını, səmərəliliyini (çoxsaylı qrafik rejimli konstruktor işlərinin yerinə yetirilməsi tələb olunur və layihə üzrə alınan keyfiyyət göstəricilərini aşağı salır. Bununla əlaqədar olaraq, kompleks layihələndirmə prosesinin qrafik rejimli prosedurlarının avtomatlaşdırılması üçün 2, 3-ölçülü təsvirlərin çəkilişinin və animasiyasının quruluşunun [3] işlənməsi məsələsi qoyulmuşdur.

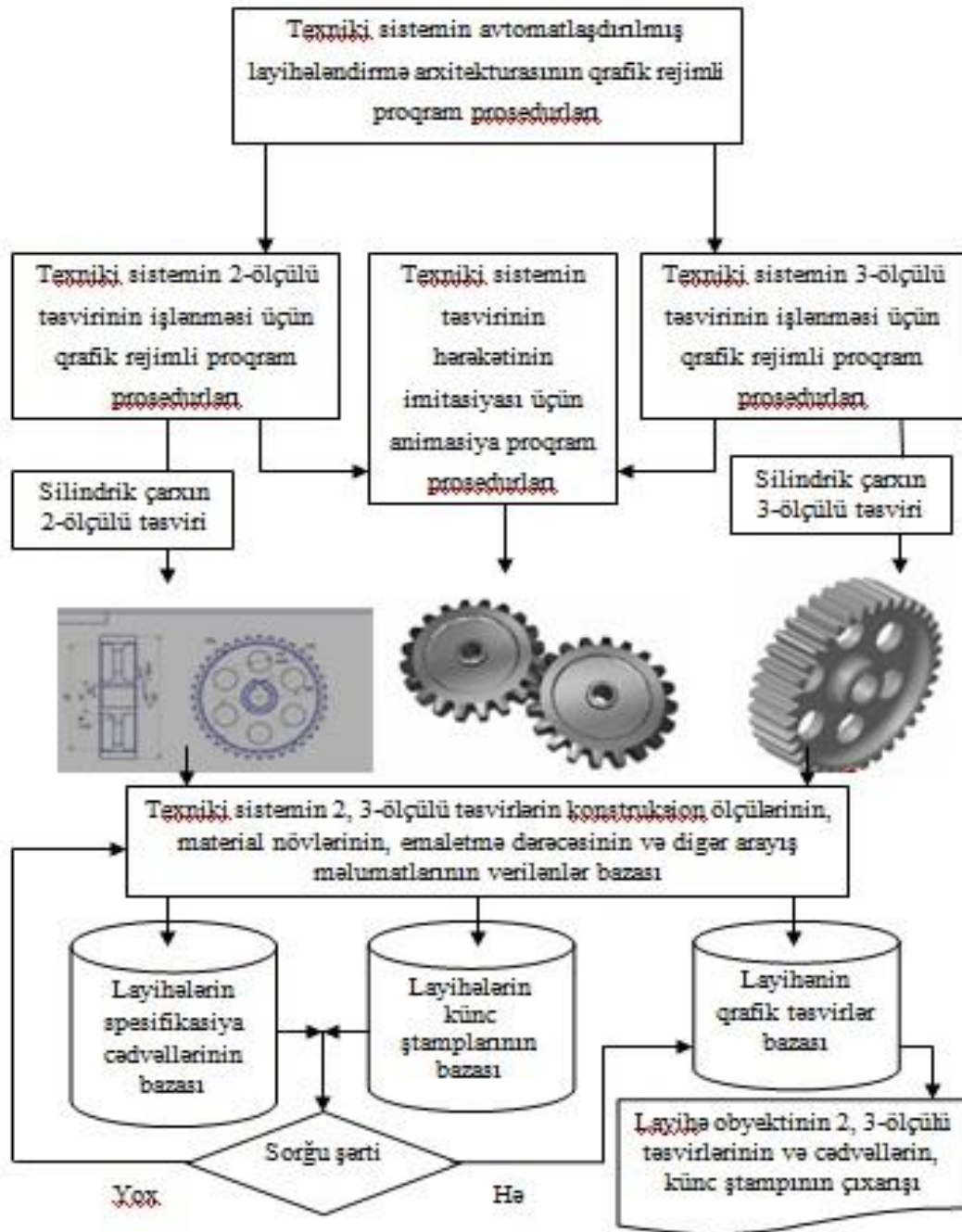
Texniki sistemlərin tətbiq sahələrindən asılı olaraq, layihələndirmə prosesinin kompleks avtomatlaşdırılmasını həyata keçirmək üçün qrafik rejimli prosedurların 2, 3-ölçülü təsvirlərin çəkilişinin və animasiyasının quruluşu təklif edilir (şəkl. 1). Layihəçi üçün avtomatlaşdırılmış layihələndirmənin proqram interfeysi çərçivəsində texniki sistemin konstruktor layihələndirilməsi prosesi vacib mərhələlərdən biri hesab olunur, çünki bu mərhələdə layihə obyektinin bütün mexaniki hesabatlara ilə yanaşı, onun konstruksiya görünüşü və materialları seçilib, əsaslandırılıb və dəqiq ölçülərlə təsvir edilməlidir [4, 5].

Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə arxitekturasının qrafik rejimli proqram prosedurları 2, 3-ölçülü təsvirlərin çəkilişi və animasiya əməliyyatlarından ibarətdir. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmənin arxitekturasının idarəetmə panelində seçilən konstruktor layihələndirmə bölməsi aşağıdakı menyü prosedurlarından formalaşır:

1. AutoCad sisteminin aktivləşdirilməsi və çəkiliş obyektinin uyğun adlandırılması.
2. Layihə obyektinin ümumiləşdirilmiş cizgisinin çəkilməsi. Tətbiq sahəsindən asılı olaraq təklif olunan layihə obyektinin çəkilişi üçün 2-ölçülü koordinat sistemi seçilir və A1 formatında sərhəd xəttləri, künc ştampları çəkilir və müvafiq çəkiliş miqyası təyin olunur.
3. Layihə obyektinin texniki təklif mərhələsində seçilən prototip layihənin 2-ölçülü ümumiləşdirilmiş təsviri sistemin işçi çəkiliş sahəsində yerləşdirilərək, onun üzərində konstruksiyanın həndəsi forma, ölçü, material növünün dəyişiklikləri həyata keçirilir.
4. Mürəkkəblik dərəcəsindən asılı olaraq 2-ölçülü ümumiləşdirilmiş təsvirdə əlavə görünüşlər verilir ki, layihə obyektinin hazırlanması prosesini daha dəqiq həyata keçirmək mümkün olsun.
5. Layihə obyektinin real ölçülərindən asılı olaraq standart miqyas ölçülərinə əsasən təsvirinin əsas qabarit ölçüləri qoyulur və hər bir mexaniki və ya elektronika hissələrinə sıra nömrəsi verilir.
6. Layihə obyektinin sıra nömrələrinə uyğun spesifikasiyaya cədvəli qurulur. Daxil edilən hissələrin adlarına əsasən onların miqdarı və materialı yaddaşda saxlanılır.

7. Layənin künc şampına daxil edilən verilənlər layihəçinin adı, rəhbəri haqqında məlumatlar, təsdiq vaxtını, layihənin adını, xüsusi şifrələnmiş kodu, tətbiq sahəsini və digər standart məlumatları əks etdirir.
8. 6, 7-ci bəndlərdə formalaşan ədədi, mətn tipli verilənlər və 3, 4-də çəkilən təsvirlər əsasında qrafik verilənlər üçün layihənin konstruktor verilənlərinin bazasının idarəetmə sistemi (KVBİS) qurulur. KVBİS-in prosedurları sorğular əsasında layihənin mexaniki və ya elektronika hissələrinin təsvirlərinin adlarına, onların ölçülərinə, tətbiq sahəsinə görə sistemdə axtarış, seçim və çəkiliş sahəsində qrafik redaktə əməliyyatlarından təşkil olunur.

KVBİS-in proqram prosedurları 2 və 3-ölçülü konstruktor layihələndirmə prosesini məntiqi əməliyyatlarla axtarış, seçim və çəkiliş funksiyalarını təmin edir [3].



Şəkil 1. Layihələndirmə prosesinin qrafik rejimli proqram prosedurlarının quruluşu

Standart elementlərin seçilməsi və qeyri-standart elementlərin işlənməsi prosedurları müxtəlif tətbiq sahələrinə uyğun aparılır. Məsələn, mürəkkəb prosesli avtomatlaşdırılmış istehsal müəssisəsinin mexaniki (texnoloji avadanlıqlar, dəzgahlar) və elektronika (avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri, onların elementləri) hissələri müvafiq olaraq MVB və EVB-dən sorğu əsasında seçilir. Analoji prinsiplə sənaye robotunun mexaniki və idarəedici elektronika hissələri seçilir və ümumiləşdirilmiş layihə tələb olunan koordinat mövqeylərində yerləşdirilir.

KVBİS-in ayrı-ayrı verilənlər bazasından ümumiləşdirilmiş layihənin verilənlər bazası (ÜLVB) formalaşır. Əlavə olaraq, ÜLVB-də layihənin kinematik sxemləri, quruluş, texnoloji və funksional sxemləri yaddaşda saxlanılır [6].

KVBİS-nin mexaniki və elektronika hissələrinin verilənlər bazasından seçilən standart elementlərin birləşdirilməsi əsasında SR-in ümumiləşdirilmiş cizgisi formalaşır. Bunun üçün birləşmə məntiqi əməliyyatının realizə edilməsi üçün Zadə operatoru [7]

$$\mu_{A \cup B} = \text{MAX}(\mu_A, \mu_B) \quad (1)$$

istifadə olunur.

MVB-dən SR-in mexaniki hissələrin seçilməsi

$$MVB \rightarrow \text{SR-in gövdəsi (G); SR-in qolu (Q); SR-in tutqacı (T)}$$

ifadəsi ilə təsvir olunur.

$M_{G \cup Q \cup T} = \text{MAX}(\mu_G, \mu_Q, \mu_T)$ operatoru əsasında SR-in frontal görünüşü yaradılır.

EVB-dən SR-in elektronika hissələrinin seçilməsi və SR-in frontal görünüşünə əlavə edilməsi uyğun olaraq aşağıdakı formada təsvir olunur.

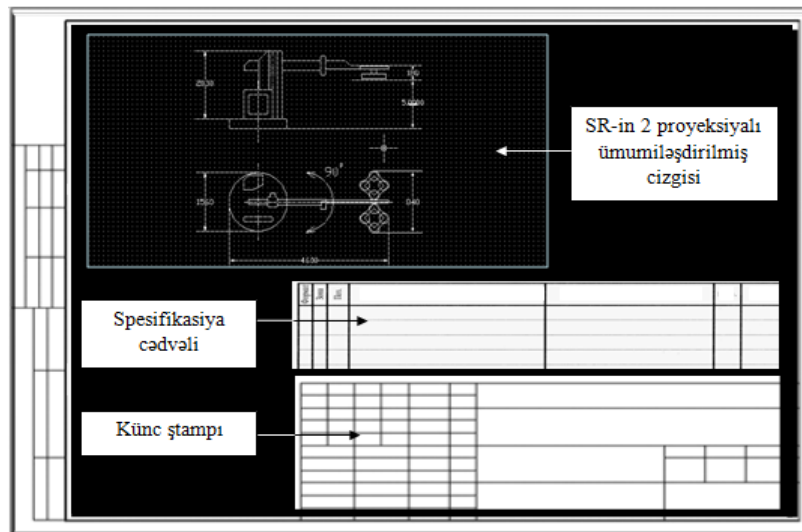
$$EVB \rightarrow \text{SR-in idarəetmə bloku (İB); SR-in sensoru (S)}.$$

$$([\text{SR-in gövdəsi (G); SR-in qolu (Q); SR-in tutqacı (T)}] \rightarrow M (\text{mexanika})) \cup$$

$$([\text{SR-in idarəetmə bloku (İB); SR-in sensoru (S)}] \rightarrow E (\text{elektronika})) \quad (2)$$

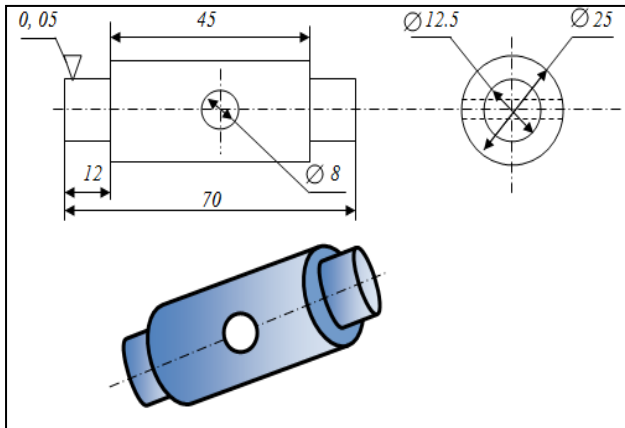
(2)-yə əsasən $M_{M \cup E} = \text{MAX}(\mu_M, \mu_E)$ operatoru əsasında SR-in frontal görünüşünə SR-in idarəetmə hissələri əlavə edilir.

Yaradılan 2-ölçülü SR-in frontal görünüşü əsasında üst görünüşünün cizgisi çəkilir. Daha çox istifadə olunan çevrə və düzbucaqlı həndəsi fiqurlarının çəkilişi üçün AutoCad sisteminin proqram əmrlərindən istifadə olunur. Bu konstruktor prosedurunun yerinə yetirilməsi üçün frontal cizgi ilə simmetriyanın gözlənilməsi tələb olunur. Qırıq-qırıq xətlərlə ikinci proyeksiya sahəsinə istiqamətləndirilir. Üst görünüşünün mərkəzi oxu ilə kəsişən qırıq-qırıq xətlər SR-in qolunun, tutqacının, gövdəsinin və idarəetmə blokunun üst görünüşlü sərhəd ölçülərini müəyyən edir. Digər kəsişən həndəsi fiqurlar simmetriya gözləməklə, üst görünüşünün çəkiliş sahəsinə yerləşdirilir.

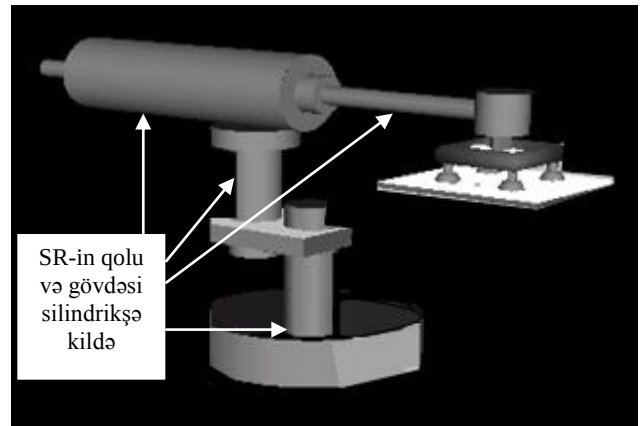


Şəkil 3. SR-in ümumiləşdirilmiş görünüşlü cizgisi və konstruktor verilənlərinin bazası

İkinci proyeksiyanın çəkilişi nəticəsində alınan ümumiləşdirilmiş cizgiyə (şək. 3) onun informasiya təminatı spesifikasiya cədvəli və küncçəstəmpı şəklində əlavə olunur. 2-ölçülü ümumiləşdirilmiş cizgində olan layihə obyektinin həndəsi ölçülərinə əsasən onun 3-ölçülü aksonometrik təsviri işlənir. Üçölçülü təsvirdə SR-in mexaniki hissələri: gövdəsi, qolu (şək. 4a), tutqacı və elektronika vasitələri: idarəetmə bloku, sensorlar, icra mexanizmləri və ümumilikdə istehsalatın kompanovka sxeminin standart elementləri düzbucaqlı prizmalar, silindrlər və konus şəkilində formalaşır (şək. 4b).



Şəkil 4a. SR-in qol hissəsinin silindrik formalı həndəsi fiquru



Şəkil 4b. 3-ölçülü həndəsi fiqurlardan formalaşan SR-in 3-ölçülü aksonometrik cizgisi

Nəticələr.

1. Texniki sistemin layihələndirmə prosesinin qrafik rejimli proqram prosedurlarının quruluşu təklif edilmişdir;
2. Konstruktor verilənlərinin bazasının idarəetmə sistemindən seçilən mexaniki və elektronika hissələri əsasında SR-in ümumiləşdirilmiş cizginin yaradılması sxemi təklif edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Əhmədov M.A., Hüseynov A.H., Məmmədov C.F. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin əsasları. Dərslik. Bakı: Sumqayıt, 2003, 242 s.
2. Əhmədov M.A., Məmmədov C.F., Hüseynov A.H. Texniki sistemlərin avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi. Bakı, 2011, 202 s.
3. Tağıyeva T.A. Avtomobilqayıрма vasitələrinin konstruktor layihələndirilməsinin sistemləşdirilməsi / Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX Respublika elmi konfransının materialları. 24-25 may 2016. Bakı: Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, 2016, s. 277-279
4. Мамедов Дж.Ф. Разработка структуры интерфейса программного обеспечения комплексного автоматизированного проектирования тех-нических систем // Вестник компьютерных и информационных технологий. № 5(107). М., 2013, с.18-21
5. Мамедов Дж.Ф. Задачи и этапы разработки автоматизированного выбора и проектирования гибких производственных систем. Баку: Редакция технической литературы «Издательство Бакинского Университета»2002, 175с.
6. Новосельский В.Б. Метод автоматизации проектирования распределенной реляционной базы данных // Программы продукты системы, №3, 2008, с. 23-29
7. Mamedov J.F., Guliyev H.B., Farkhadov Z.I. System of automation regulation of reactive power by means of fuzzy logic // American Journal Reliability: Theory and applications. SanDiego, Impact factor-0.45, Vol. 10, № 2 (37), June 2015, pp. 50-58

РЕЗЮМЕ
СОЗДАНИЕ 2Х- И 3-ХМЕРНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ИНТЕРФЕЙСА СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Сафарова Т.А.

Ключевые слова: *автоматизированное проектирование, интерфейс, конструктор, нечеткий, промышленный робот, процедуры меню.*

На основе анализа существующих систем автоматизированного проектирования был поставлен вопрос разработки структуры черчения и анимации 2х- и 3-хмерных изображений для автоматизации процедур в графическом режиме. На основе раздела проектирования панели управления определяются процедуры, выбранные из меню архитектуры автоматизированного проектирования.

На основе опросов, проведенных в системе управления базой проектных данных, был решен вопрос выбора механических или электронных частей проекта нечеткого моделирования. На примере промышленного робота рассматривается вопрос выбора его элементов в 2х- и 3-хмерных графических режимах и анимации на основе интерфейса системы автоматизированного проектирования.

SUMMARY
CREATION OF 2- AND 3-DIMENSIONAL GRAPHICAL REPRESENTATIONS
OF A TECHNICAL SYSTEM BASED ON THE DESIGN SYSTEM INTERFACE

Safarova T.A.

Key words: *automated design, interface, constructor, fuzzy, industrial robot, menu procedures.*

Based on the analysis of the existing computer-aided design systems, the problem was posed of developing a structure for drawing and animation of 2, 3-dimensional images to automate procedures in graphic mode. Based on the design section of the control panel, the procedures are selected from the menu of the architecture of computing design.

With using some surveys conducted in the project database management system, the issue of choosing the mechanical or electronic parts of a fuzzy modeling project was resolved. On the example of an industrial robot, the issue of choosing its elements in 2-and 3-dimensional graphic mode and animation based on the interface of an automated design system is considered.

Daxilolma tarixi:	Ilkin variant	28.11.2019
	Son variant	04.03.2020

UOT 66-8

PYEZOELEKTRİK ADDIM MÜHƏRRİKİNİN GÜC XARAKTERİSTİKALARININ YAXŞILAŞDIRILMASI

ABDULOVA AYTƏN GÜLAĞA qızı

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, dissertant

aytenabdulovago@gmail.com

Açar sözlər: pyezoelektrik mühərrik, addım mühərriki, mexaniki güc, elektromexaniki güc

Elm və texnikada miniatürləşdirmə tendensiyası daha çox submikron dəqiqliklə manipulyasiyalar üçün imkanları tələb edir. Mikro və nano manipulyasiya üçün, kiçik ölçülü və ultra yüksək dəqiqlikli yerləşdirmə və manipulyasiya cihazlarına olan tələbat zamanla artmaqdadır. [1]

Pyezoelektrik addım mühərrikləri son onilliklər ərzində tibbi alətlər və elektronika, məişət texnikası kimi sahələrdə geniş şəkildə istifadə edilir və uğurla tətbiq olunur. Buna əsas yüksək sürət, sürətli cavab, səssiz işləmə, kompakt ölçüsü və s. üstün xüsusiyyətlərə malik olmasıdır. [2] Pyezoelektrik mühərriklər məhz pyezoelektrik effektinin kiçik ölçüsünə görə yüksək dəqiq yerləşdirməni təmin edir. Ətalətli pyezoelektrik mühərrikləri ilk olaraq 1980-ci illərin ortalarında laboratoriyada yerləşdirmə tətbiqləri üçün hazırlanmış, son illərdə isə miniatür texnikada geniş tətbiq olunmağa başlamışdır. Ətalətli pyezoelektrik mühərriklərin arasında xüsusi olaraq addım mühərriklərinin tədqiqatının aparılması nanoyerdəyişmələr (mikroaddım rejiminin istifadəsi) tətbiq olunan mühərriklərdə, yüksək dəqiq nəticələrin alınması, minimal xətalərin olması və asan istifadəyə malik olmasıdır.

Ətalətli pyezoelektrik addım mühərriklərinin sadələşdirilməsinə əsas verən səbəb vahid bir signal tərəfindən idarə olunmaya malik olmasıdır. Bu mühərriklərdə qəfəs manipulyasiyası və mikro və ya nanoyerdəyişmələr zamanı aşağı güc tətbiq olunur. [3, 4, 5] Zhang et al. tərəfindən 2012-ci ildə ətalətli pyezoelektrik mühərrikləri haqqında ilk olaraq ədəbiyyatda təsvir olunan mühərriklərin geniş təfərrüatları verilmiş, müxtəlif mühərriklərin strukturu və funksional prinsipləri ətraflı izah olunmuş və bəzi performans məlumatları konspektləşdirilmişdir. Lakin yüksək tezliklərdə fəaliyyət göstərən ətalətli pyezoelektrik mühərriklər haqqında tam araşdırmalar aparılmaması bu mühərriklərin müxtəlif aspektləri daha geniş tədqiqatına əsas vermişdir. [5] Belə ki, mövcud pyezoelektrik addım mühərriklərinin işləməsi zamanı - mühərrikin ani yüklənmədən sonra sürət yığılmasına zaman sərf olunması, işləmə rejimi dayananda işçi vəziyyətini tam bərpa edə bilməməsi, eyni ölçü və parametrlərə malik müxtəlif növ addım mühərrikləri ilə müqayisədə verilən gücün aşağı olması, onların məhz güc xarakteristikalarının yaxşılaşdırılmasına zəmin yaratmışdır. Belə ki, mühərriki həddindən artıq yüklənmə olmadan, parametrlərinə uyğun olaraq işləməsi üçün gücün qiymətini bilmək vacib amillərdəndir.

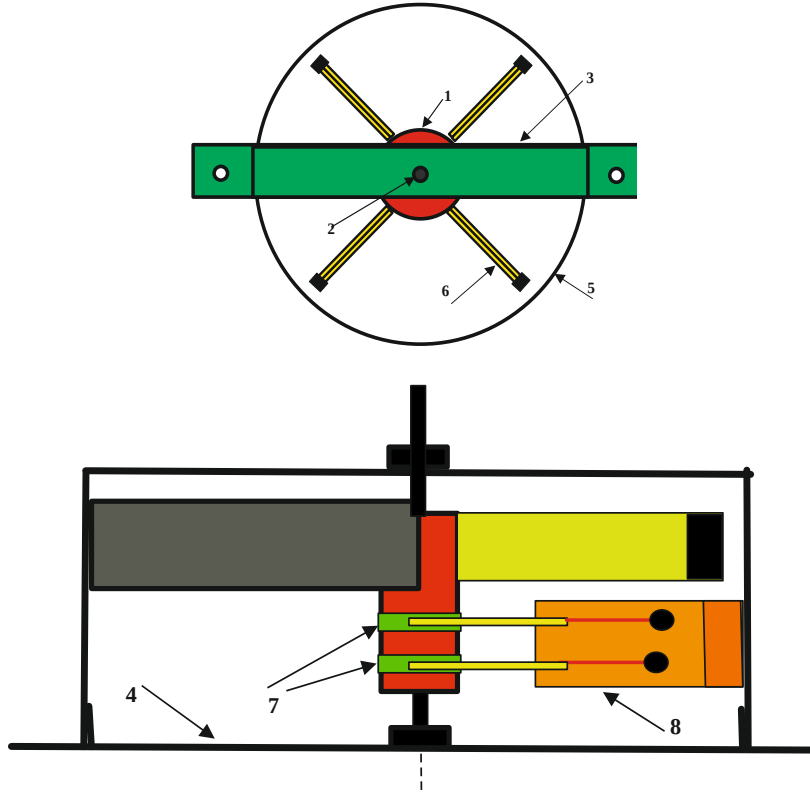
Həll üsulları. Ətalətli pyezoelektrik addım mühərriki (ƏPAM) öz konstruksiyasında sürtünmə yaradan hissələrə malik olmayan, etibarlılığı və istismar müddəti olduqca yüksək olan bir mühərrikdir. ƏPAM konstruksiyası aşağıdakı şəkildə göstərilmişdir (Şəkil).

Ətalətli pyezoelektrik addım mühərriki üçün ümumi güc aşağıdakı ifadədən tapılır:

$$P_E = P_{E1} + P_{E2} \quad (1)$$

Mühərrikin valındakı mexaniki güc iki üsulla qiymətləndirilə bilər

1. Elektromexaniki əlaqə əmsalı ilə K_{EM}
2. Pyezoelektrik hərəkətvericinin işçi vəziyyətinin moment və qüvvəsi ilə



Şəkil. Ətalətli pyezoelektrik addım mühərriki.

Burada : 1 - rotorun gövdəsi; 2 – çıxış valı; 3 – baza armaturası; 4 – podşipnik; 5 – mühafizə üzüyü (baza armaturasının hissəsi); 6 - pyezokeramik nakladkalar; 7 – kollektor; 8 – kollektorun fırçasının quruluşu [6,7,8,9].

Mexaniki güc (P_M) birinci üsul ilə aşağıdakı ifadə ilə müəyyən olunur [6,7,8]:

$$P_M = P_E * (K_{EM})^2 \quad (2)$$

$$K_{EM} = \sqrt{\frac{W_M}{W_E}} \quad (3)$$

Burada W_E – sərf olunan elektrik enerjisi; W_M – mexaniki enerji.

İTC -19 materialı üçün bu əmsal $K_{EM} = 0,31$; o halda $P_M = 0,096 * P_E$.

Ani mexaniki enerji iki hissədən ibarətdir:

$$W_M(t) = W_1(t) + W_2(t) \quad (4)$$

$W_1(t)$ – hərəkət rejiminin enerjisinin ani qiyməti, $W_2(t)$ – BL (hərəkətverici) sərbəst hərəkət enerjisinin ani qiyməti. Bu halda:

$$W_1(t) = F_E(t) * \Delta_{MR}(t) = K_1 * K_{N1} * t * K_2 * K_{N1} * t = K_1 * K_2 * (K_{N1})^2 * t^2 \quad (5)$$

$$W_2(t) = F_E(t) * \Delta_{ST}(t) = K_1 * K_{N1} * \Delta_{max} * e^{-\frac{t}{(2*\tau)}} * \sin(\frac{\sqrt{3}*t}{(2*\tau)}) * t \quad (6)$$

Burada: BL zamandan asılı olaraq sərbəst yerdəyişmələrini müəyyən etmək üçün:

$$\Delta(t) = \Delta_{MR}(t) + \Delta_{SR}(t) \quad (7)$$

burada: Δ_{MR} – məcburi rejimin yerdəyişməsinin toplananı; Δ_{ST} – sərbəst rəqslərin yerdəyişməsinin toplananı. Buradan Δ_{MR} və Δ_{SR} aşağıdakı ifadələrdən tapılır [7,8]:

$$\Delta_{MR}(t) = \frac{F_E(t)}{K_J} \quad (8)$$

$$\Delta_{ST}(t) = \Delta_{max} * e^{-\frac{t}{(2*\tau)}} * \sin(\frac{\sqrt{3}*t}{(2*\tau)}), \quad (9)$$

Burada, F_E – BL elektrik sahəsinin qüvvəsi, $\tau = T_M$ – BL mexaniki hissəsinin sabit vaxtı.

$$\Delta_{MR}(t) = \frac{3,3 \cdot 10^{-12} \cdot \varepsilon^2 \cdot E_p \cdot U(t)}{(l_3^2 \cdot E_Y)} = K \cdot U(t), \quad (10)$$

E_Y - yunq modulu, K – mütənasiblik əmsalı; l_3 – bimorf lövhənin birinin qalınlığı, (m); ε – pyezokeramikanın nisbi dielektrik keçiciliyi; E_p – pyezokeramikanın polyarlaşmasının elektrik sahəsinin gərginliyi, (v/m) [10].

Əgər $U(t) = K_{N1} \cdot t$ olarsa, onda:

$$\Delta_{MR}(t) = K_2 \cdot K_{N1} \cdot t \quad (11)$$

İşçi və qayıtma zamanında mexaniki güc müvafiq olaraq: $P_{M1} = \frac{W1}{t_p}$, $P_{M2} = \frac{W2}{t_o}$

ƏPAM valı üçün ümumi mexaniki güc:

$$P_M = P_{M1} + P_{M2} \quad (12)$$

ƏPAM üçün faydalı iş əmsalı aşağıdakı ifadədən tapılır:

$$\eta = \frac{P_M}{P_E} \quad (13)$$

Nəticə. Düsturlardan göründüyü kimi, ətalətli pьезоелектрик addım mühərriklərin gücünün yaxşılaşdırılması üçün kifayət qədər resurs var. Onlardan istifadə etməklə ƏPAM yüksək effektivli, işləmə sürəti və mövcud qabarit ölçüləri saxlamaqla, gücünü artırmaq olar.

ƏDƏBİYYAT

1. Weiting L., Maoying Zh., Xiaodong R., Xin Fua. Non-smooth model and numerical analysis of a friction driven structure for piezoelectric motors // Preprint submitted to International Journal of Non-Linear Mechanics. October 21, 2018.
2. Worn H., Schmoedel F., Buerkle, A., Samitier J., Puig-Vidal, M., Johansson S., Simu U., Meyer J.U., Biehl M. From Decimeter- to Centimeter-Sized Mobile Microrobots–The Development of the MINIMAN System. Proc. SPIE. 4568,2001, pp.175–186
3. Eglın M., Eriksson M.A., Carpick R.W. Microparticle Manipulation Using Inertial Forces. Appl. Phys. Lett. 2006, p.88
4. Matthias Hunstıg Piezoelectric Inertia Motors: A Critical Review of History, Concepts, Design, Applications, and Perspectives. Actuators 2017, 6, 7; 35 p.
5. Zhang, Z.M.; An, Q.; Li, J.W.; Zhang, W.J. Piezoelectric Friction–Inertia Actuator// A Critical Review and Future Perspective. Int. J. Adv. Manuf. Technol. 2012, 62, pp.669–685
6. Мамедов Р.К., Якубов Р.А. Пьезоэлектрические шаговые двигатели. Баку: АГНА, 2014.
7. Джагупов Р.Г., Ерофеев А.А. Пьезоэлектрические элементы в приборостроении и автоматике. Л.: Машиностроение, 1988, 252 с.
8. Лавриненко В.В., Карташов И.А., Вишневский В.С.: Пьезоэлектрические двигатели, М.: Энергия, 1980, 112 с.
9. Abdulova A.G. Ətalətli pьезоелектрик addım mühərriki üçün güc xarakteristikalarının tədqiqi / Gənc tədqiqatçıların II Respublika elmi konfransı. Bakı, 2019.
10. Петренко С.Ф. Пьезоэлектрический двигатель в приборостроении. Киев: Корнейчук, 2002, 100 с.

РЕЗЮМЕ

УЛУЧШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МОЩНОСТИ ИНЕРЦИОННОГО ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Абдулова А.Г.

Ключевые слова: пьезоэлектрический двигатель, шаговый двигатель, механическая мощность, электромеханическая мощность

Характеристики определяются путем расчета электромеханических и механических мощностей двигателя. Изучением мгновенных значений энергии свободного движения ВЛ (движущихся) при мгновенном значении электрической и механической энергии, используемой во время работы

двигателей, и мгновенной энергии режима движения, была найдена мощность ИПШД и КПД двигателя. Как видно из формул, так называемый пьезоэлектрический шаг имеет достаточно ресурсов для улучшения мощности двигателей. Используя их, инерционный пьезоэлектрический шаговый двигатель может увеличить мощность, сохраняя высокую эффективность, скорость обработки и доступные габаритные размеры

SUMMARY
IMPROVEMENT OF POWER CHARACTERISTICS OF THE INERTIAL
PIEZOELECTRIC STEPPING MOTOR

Abdulova A.G.

Key words: *piezoelectric engine, step engine, mechanical power, electromechanical power*

The power characteristics are determined by calculating the electromechanical and mechanical powers of the motor. The study of the instantaneous values of the BL (moving) free movement energy at the instantaneous price of the electrical and mechanical energy, as well as the energy of the motion mode, were found power of IPSM and efficiency of the motor. As can be seen from the formulas, the so-called piezoelectric step has enough resources to improve the power of the engines. Using them, an inertial piezoelectric stepper motor can increase power while maintaining high efficiency, processing speed, and available overall dimensions.

Daxilolma tarixi:	Ilkin variant	07.05.2019
	Son variant	27.01.2020

UOT681.5.017

TİAMÜHİTİNDƏ BİRKONTURLUTƏNZİMLƏMƏ SİSTEMİNİNSİMULYASIYALITƏDQIQI

BAYRAMOVA İLHAMƏ SAVALANQIZI,

Sumqayıt Dövlət Universiteti, tütör

bayramova.ilhama@mail.ru

Açırsözlər: *TİA(Totally Integrated Automation) mühiti, tənzimləmə sisteminin simulyasiyası, ötürmə funksiyası, proqramlaşdırılan kontroller, real şəraitə uyğunlaşma*

Giriş. Müasir dövrdə texnoloji proseslərin əsas avtomatlaşdırma vasitəsi kimi müxtəlif tipli proqramlaşdırılan kontrollerlərdən (PLC – Programmable Logical Controller) istifadə edilir. Belə kontrollerlərdən biri də hazırda daha çox istifadə edilən Almaniyanın Siemens firmasının istehsal etdiyi Simatic tipli kontrollerlərdir. Həmin kontrollerlər üçün müxtəlif konfigurasiyaya, proqramlaşdırma və vizuallaşdırma sistemləri mövcuddur [1]. Hazırda əsasən TIA (Totally Integrated Automation) kompleks avtomatlaşdırma sistemindən istifadə edilir. Step 7 sistemi kontrollerlərin konfigurasiyası və proqramlaşdırılmasını, WinCC Flexible sistemi idarəetmənin vizuallaşdırılmasını ayrılıqda həyata keçirildirsə, TIA onları vahid sistem şəklində birləşdirərək, ümumi avtomatlaşdırma prosesini xeyli dərəcədə asanlaşdırmışdır. Bu sistemlər sırf real sənaye şəraitində texnoloji proseslər haqqında məlumatın toplanması, ilkin emalı, operativ personala təqdimatı və avtomatik tənzimləmə üçün nəzərdə tutulmuşdur. Yeni texnoloji qurğuların yaradılması zamanı bu məsələlərin proqramlaşdırılması texnoloji avadanlıqların quraşdırılması ilə paralel olaraq aparıldığı üçün proqramların sazlanması tam olaraq yerinə yetirilə bilmir. Həmin sistemlərdə virtual kontroller – simulyator yalnız məntiqi idarəetmə dövrlərinin simulyasiyası üçün nəzərdə tutulmuşdur. Analox signallarla əməliyyat aparan, o cümlədən xətti tənzimləmə dövrlərinin simulyasiyası üçün isə bir çox proqram modullarının – blokların nəzərdə tutulmaması onların virtual tədqiqinə imkan vermir. Bu məsələnin həllinə [2,3] baxılmış olsa da, həmin işlərdə aşağıdakı problemlər öz əksini tapmamışdır:

- yüksək tərtibli ötürmə funksiyalarının proqram realizasiyası;
- gecikmənin proqram realizasiyası;
- nümunəvi signal vericilərinin proqram realizasiyası.

Aydındır ki, bu problemlər həll edilmədən istənilən avtomatik tənzimləmə sistemlərinin virtual tədqiqi mümkün deyil. Məqalədə bu məsələlərin həlli və onlardan istifadə etməklə birkonturlu tənzimləmə dövrəsinin simulyasiyalı tədqiqi üsulu təklif edilir.

Yüksək tərtibli ötürmə funksiyalarının proqram realizasiyası. Yuxarıda göstərilən [2,3] işlərdə yalnız

$$W(s) = \frac{b_1 s + b_0}{a_1 s + a_0}, \quad (1)$$

$$W(s) = \frac{b_1 s + b_0}{a_2 s^2 + a_1 s + a_0} \quad (2)$$

şəklində olan ötürmə funksiyalarının proqram realizasiyası diferensial tənliklərin analox hesablama maşınlarında (AHM) həlli üsuluna əsaslanaraq yerinə yetirilir. Həmin üsul ötürmə funksiyasının sürətinin tərtibi vahiddən böyük olduqda diferensiallaşdırıcılardan istifadə edilməsini tələb edilir. Diferensiallaşdırıcılar xarici həyəcanlara həssas olduqları üçün onlardan istifadə edilməsi məqsəduyğun deyil. İstənilən yüksək (üç və daha böyük) tərtibli ötürmə funksiyalarının realizasiyasının açarı

$$W(s) = \frac{b_2 s^2 + b_1 s + b_0}{a_2 s^2 + a_1 s + a_0} \quad (3)$$

şəklində ötürmə funksiyasıdır. Bu ifadəni aşağıdakı kimi yazaq:

$$W(s) = \frac{b_2 s^2 + b_1 s + b_0}{a_2 s^2 + a_1 s + a_0} = \frac{b_2}{a_2} \left(\frac{s^2 + B_1 s + B_0}{s^2 + A_1 s + A_0} \right) = \frac{b_2}{a_2} \left(1 + \frac{B_1^* s + B_0^*}{s^2 + A_1 s + A_0} \right).$$

Burada: $B_1 = \frac{b_1}{b_2}$, $B_0 = \frac{b_0}{b_2}$, $A_1 = \frac{a_1}{a_2}$, $A_0 = \frac{a_0}{a_2}$, $B_1^* = B_1 - A_1$, $B_0^* = B_0 - A_0$.

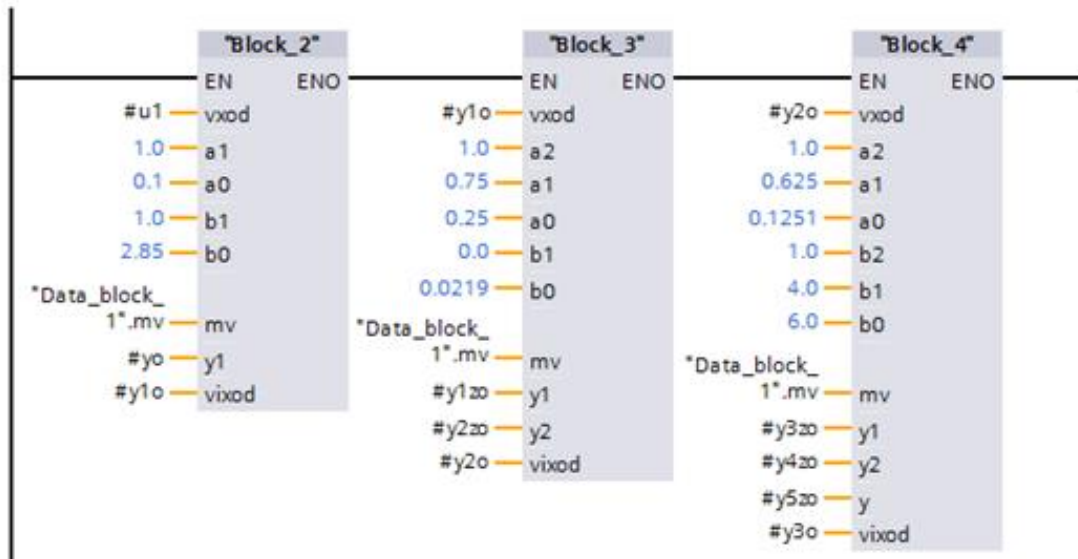
Beləliklə, göründüyü kimi, (3) şəklində ötürmə funksiyasının realizasiyası (2) şəklində olan ötürmə funksiyasının realizasiyasına gətirilir. Tərtibi 2-dən yüksək olan ötürmə funksiyalarının realizasiyası isə onların sıfırlarının və qütblərinin tiplərindən (həqiqi və ya kompleks) asılı olaraq (1), (2) və (3) tipli ötürmə funksiyalarının hasillərinə və uyğun olaraq onların proqram realizasiyalarının ardıcılığına gətirilir. Surətinin tərtibi 3 və məxrəcinin tərtibi 5 olan

$$W(s) = \frac{7s^3 + 48.02s^2 + 122.1s + 120.1}{320s^5 + 473s^4 + 314s^3 + 107s^2 + 18s + 1}$$

ötürmə funksiyasının sıfırları $-2.85, -0.002 \pm j1.414$ və qütbləri $-0.1, -0.37 \pm j0.3246, -0.3192 \pm j0.1649$ -dan ibarət olub,

$$W(s) = \frac{s + 2.85}{s + 0.1} * \frac{0.0219}{s^2 + 0.75s + 0.25} * \frac{s^2 + 4s + 6}{s^2 + 0.625s + 0.1251}$$

ilə əvəz edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, 0.0219 ədədi öz yerini $(s+2.85)$ və ya (s^2+4s+6) çoxhədlisi ilə dəyişə bilər. Şəkil 1-də onun proqram realizasiyası verilmişdir.



Şəkil 1. Beşərtibli ötürmə funksiyasının proqram realizasiyası

Block_2, Block_3 və Block_4 uyğun olaraq (1), (2) və (3) tipli ötürmə funksiyalarını realizasiya edirlər. Həmin blokların hansı ardıcılıqda olmasının fərqi yoxdur. Lakin birinci blokun çıxışı ikinci blokun girişinə, ikinci blokun çıxışı isə üçüncünün girişinə verilməlidir. Şəkildən göründüyü kimi, Block_2-nin çıxışı #y1oBlock_3-ün girişinə, onun çıxışı #y2o isə Block_4-ün girişinə verilmişdir.

Gecikmə mənfəsinin proqram realizasiyası. Məlum olduğu kimi, gecikmə mənfəsinin ötürmə funksiyası

$$W(s) = e^{-\tau s}$$

şəklindədir. Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsində gecikmənin aşağıdakı aproksimasiya üsulları istifadə edilir [4,5]:

- aperiodik manqaların ardıcıl birləşməsi

$$e^{-\tau s} \cong \frac{1}{(Ts+1)^n}, T = \frac{\tau}{n}; \quad (4)$$

- Teylor sırasına ayırma

$$e^{-\tau s} \cong 1 - \tau s + \frac{\tau^2}{2!} s^2 - \frac{\tau^3}{3!} s^3 + \dots + (-1)^k \frac{\tau^k}{k!} s^k + \dots; \quad (5)$$

- Pade aproksimasiyası: ikitərtibli [4,10]

$$e^{-\tau s} \cong \frac{1 - \frac{\tau}{2}s + \frac{\tau^2}{12}s^2}{1 + \frac{\tau}{2}s + \frac{\tau^2}{12}s^2} = \frac{s^2 - \frac{6}{\tau}s + \frac{12}{\tau^2}}{s^2 + \frac{6}{\tau}s + \frac{12}{\tau^2}} \quad (6)$$

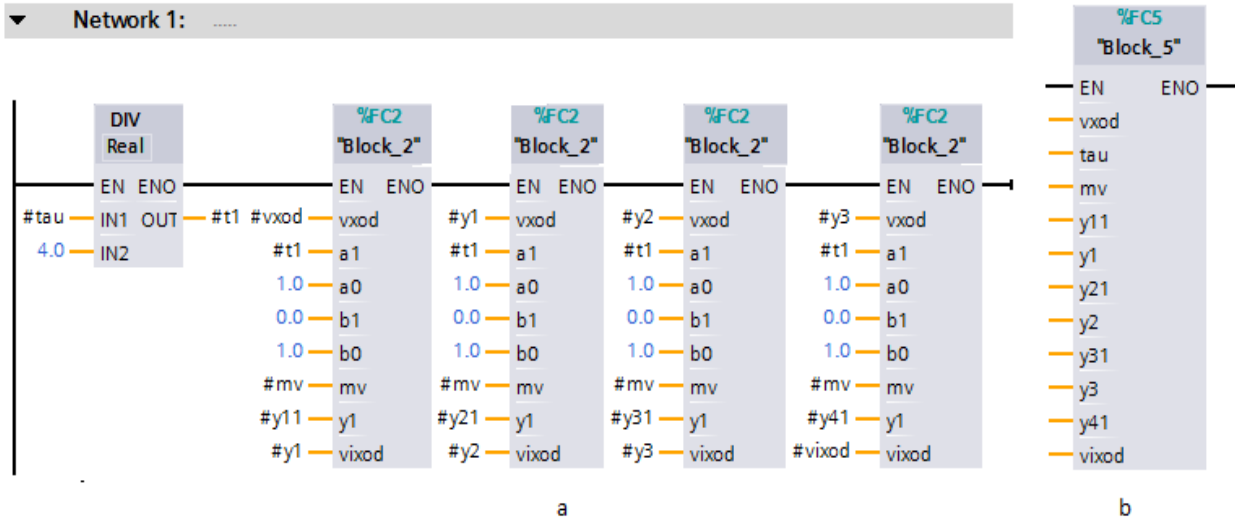
və ya dördtərtibli [4]

$$e^{-\tau s} \cong \frac{1 - \frac{\tau}{2}s + \frac{\tau^2}{9.33}s^2 - \frac{\tau^3}{84}s^3 + \frac{\tau^4}{1680}s^4}{1 + \frac{\tau}{2}s + \frac{\tau^2}{9.33}s^2 + \frac{\tau^3}{84}s^3 + \frac{\tau^4}{1680}s^4} = \frac{s^4 - \frac{20}{\tau}s^3 + \frac{180}{\tau^2}s^2 - \frac{840}{\tau^3}s + \frac{1680}{\tau^4}}{s^4 + \frac{20}{\tau}s^3 + \frac{180}{\tau^2}s^2 + \frac{840}{\tau^3}s + \frac{1680}{\tau^4}}. \quad (7)$$

Bu və ya digər üsulun tərtibi nə qədər yüksək olarsa, onun effekti daha böyük olar. Tərtibin yüksək olması isə hesabatın və proqram realizasiyasının mürəkkəbləşməsinə səbəb olur.

Teylor sırasından yalnız nəzəri tədqiqatlar zamanı istifadə edilir, onun proqram realizasiyasında diferensiallayıcılardan istifadə edildiyi üçün praktik işlərdə istifadə edilməsi məqsədəuyğun deyil.

Tədqiqatlar göstərir ki, eyni tərtibdə Pade approksimasiyası daha effektivdir. Lakin onun hazırlıq hesabat işləri daha çoxdur. Gecikmənin və tərtibin hər bir qiyməti üçün xüsusi hesabat aparılmalıdır.



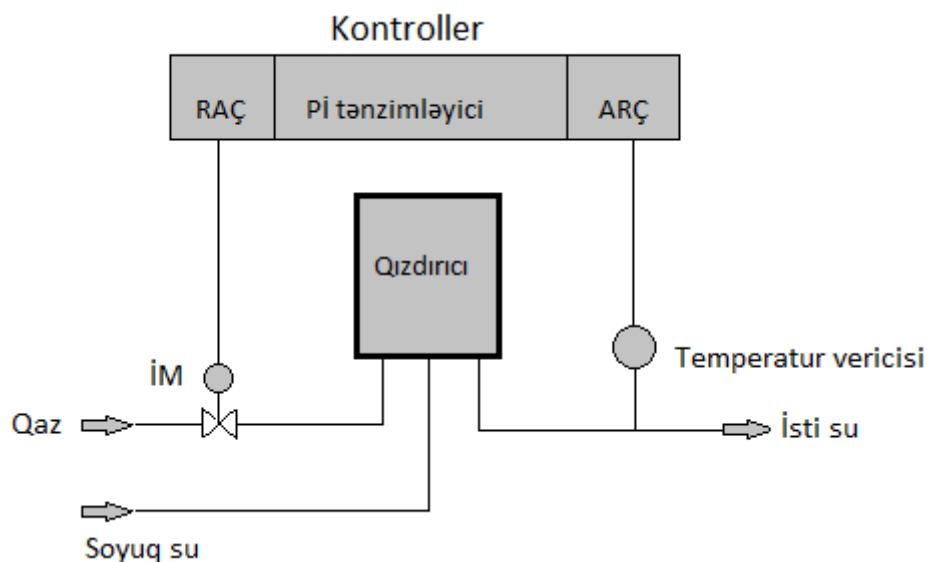
Şəkil 2. Ardıcıl birləşmiş aperiodik manqalardan ibarət gecikmə blokunun proqramı (a) və işarəsi (b)

Aperiodik manqaların ardıcıl birləşməsi üsulu isə daha universaldır. Tərtibdən asılı olaraq, yalnız ardıcıl blokların sayı dəyişir. Hətta müəyyən hədd daxilində onu da universallaşdırmaq mümkündür. Şəkil 2-də dörd ardıcıl aperiodik manqadan ibarət gecikmə blokunun proqramı (a) və onun işarəsi (b) verilmişdir.

Su qızdırıcısının çıxışında suyun temperaturunun tənzimləmə sisteminin simulyasiyası.

Şəkil 3-də həmin sistemin prinsipial sxemi verilmişdir. Sistem haqqında aşağıdakılar məlumdur:

- temperatur vericisinin ölçü həddi – 0-150 °S;
- temperatur vericisi başlanğıc ünvanı 100 olan analoq-rəqəm çeviricinin (ARÇ) birinci girişinə qoşulmuşdur;



Şəkil 3. Qızdırıcının çıxışında suyun temperaturunun tənzimlənmə sxemi

- icra mexanizmi (İM) başlanğıc ünvanı 200 olan rəqəm-analoq çeviricinin (RAÇ) birinci çıxışına qoşulmuşdur;

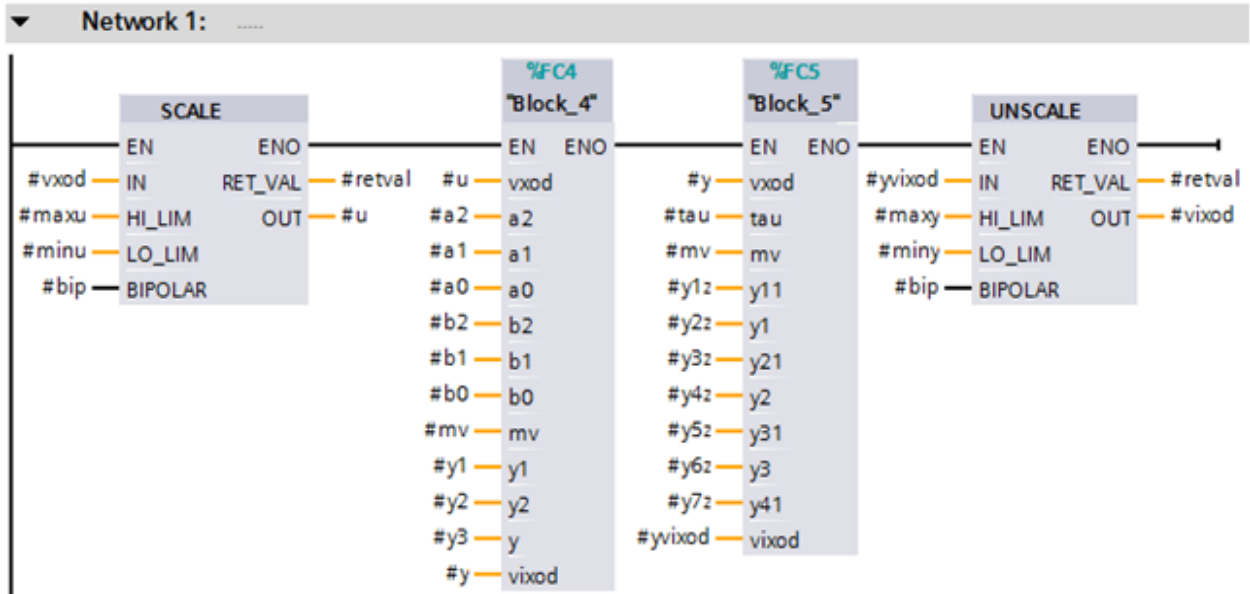
- qızdırıcının (obyektin) “qaz sərfi – çıxışda suyun temperaturu” kanalı üzrə ötürmə funksiyası (ölçmə və idarəetmə kanallarının bütün elementləri daxil olmaqla) - $W(s) = \frac{5}{15s^2 + 13s + 1} e^{-1s}$;

- bu obyekt üçün Matlab vasitəsi ilə sazlama parametrləri $K_p=0.1342$, $T_i=108.9$ san. olan mütənasib-inteqrallayıcı (PI) tənzimləyici təyin edilmişdir.

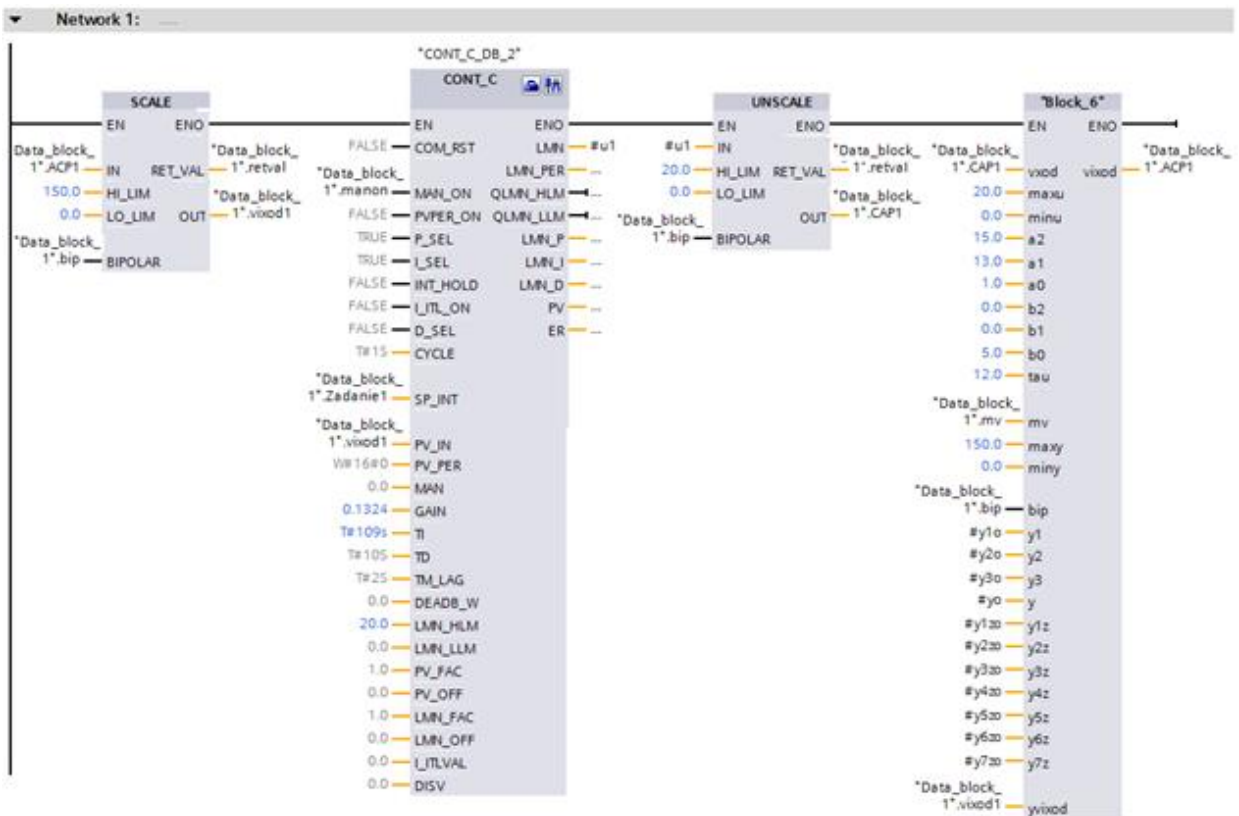
Gecikməsi olan kanalları realizasiya etmək üçün Block_4 və Block_5-dən ibarət yeni Block_6 yaradaq (Şəkil 4). Block_6 tərtibi 3-dən kiçik və gecikməsi olan istənilən manqanı (diferensiallaşdırıcıdan başqa) realizasiya edir. SCALE və UNSCALE blokları obyektin girişinin tənzimləyicinin çıxışı və obyektin çıxışının tənzimləyicinin girişi ilə uzlaşdırmaq üçündür [1].

Şəkil 5-də standart PİD tənzimləyici CONT_C və Block_6-dan ibarət OB35 blokunda yerləşən simulyasiya proqramı verilmişdir. Məlum olduğu kimi, CONT_C tənzimləyici SCALE və UNSCALE bloklarından istifadə etməklə və ya onlardan istifadə etmədən tənzimləmə prosesini həyata keçirə bilər. Təqdim edilən proqram SCALE və UNSCALE bloklarından istifadə etməklə tərtib edilmişdir. Simulyasiya proqramı asanlıqla real obyektə uyğunlaşdırıla bilər. Bunun üçün aşağıdakı əməliyyatları yerinə yetirmək kifayətdir:

- simulyasiya proqramından (Şəkil 5) Block_6 çıxarılır;
- SCALE blokunun İN girişinin və UNSCALE blokunun OUT çıxışının real ünvanları şəkil 6-dakı kimi təyin edilir.



Şəkil 4. Block_6-nin proqramı

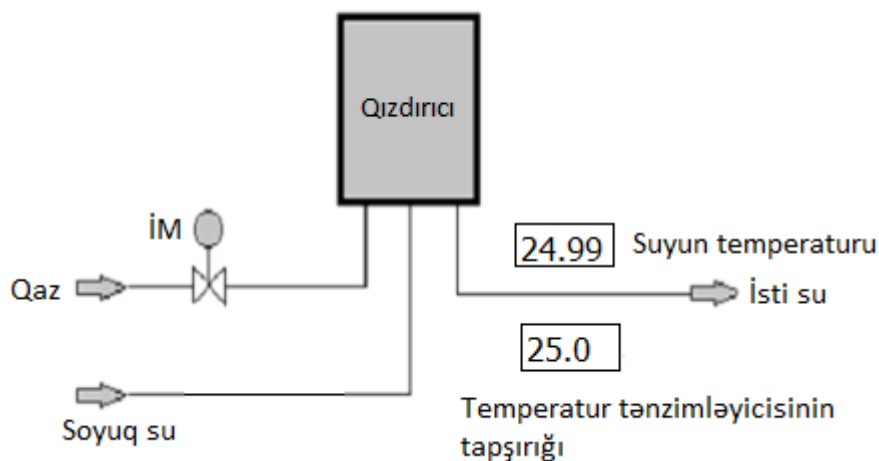


Şəkil 5. Simulyasiya proqramı

PLC tags				
	Name	Tag table	Data type	Address
1	KodvixACP1	Default tag table	Int	%IW100
2	KodvixCAP1	Default tag table	Int	%QW200

Şəkil 6. SCALE blokunun İN girişinin və UNSCALE blokunun OUT çıxışının ünvanları

Şəkil 7-də simulyasiya tənzimləmə sisteminin simulyasiya və real istismarı zamanı istifadə edilən operator paneli təsvir edilmişdir. Simulyasiyanın məqsədi tapşırıqın bu və ya digər istiqamətdə dəyişdirilməsi və suyun temperaturunun dəyişməsinə nəzarət etməklə, tənzimləmə keyfiyyətlərinin təyin edilməsindən ibarətdir. Real tənzimləmə zamanı isə zəruri olan temperaturun zəruri olan tapşırıq qiyməti operator panelindən daxil edilir və onun cari qiymətinə nəzarət olunur.



Şəkil 7. Operator paneli

Nəticələr. Məqalədə hazırda texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmasında geniş istifadə edilən TIA mühitində sadə avtomatik tənzimləmə dövrlərinin simulyasiyalı tədqiqi üsulu, konkret kontrollerlər üçün simulyasiya proqramı və onun real şəraitə uyğunlaşdırılması yolları təklif edilir. Təklif edilən üsul kontrollerli idarəetmə sistemlərində tətbiq ediləcək tənzimləmə dövrlərini real sənayedə tətbiq etməzdən əvvəl, onu həmin şəraitə çox yaxın olan şəraitdə tədqiq etməyə imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Программирование контроллеров S7-300/400. Системный курс ST-7PRO1/ НОВ-ЭЛЕКТРО. Профессиональный сайт для энергетиков [Электронный ресурс]. URL:<http://nov-electro.com/2013/programirovanie-s7-300-400-sistemniy-kurs> (дата обращения: 15.09.2017)
2. Алекперли Ф.А., Аскерова С.Ф. Симуляция систем управления технологическим процессом и адаптация ее программного обеспечения к промышленным условиям // Вестник компьютерных и информационных технологий: Научно-технический и производственный журнал. М.: Спектр, 2018, с.39-48
3. Əkəkbərli F.H., Əskərova S.F., Hacıyeva E.M. və b. Simatic Manacer mühitində idarəetmə obyektinin ötürmə funksiyalarının realizasiyası// Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Xəbərləri. №1(21). Bakı, 2018,s.57-63
4. Rüstəmov Q.Ə. Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsi. I hissə.Ali texniki məktəblər üçün dərslik. Bakı: Nasir, 2003, 404s.

5. https://studwood.ru/1119508/matematika_himiya_fizika/transportnoe_zapazdyvani

РЕЗЮМЕ
СИМУЛЯЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОКОНТУРНОЙ СИСТЕМЫ
РЕГУЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ TIA

Байрамова И.С.

Ключевые слова: среда TIA(Totally IntegratedAutomation), симуляция системы регулирования, передаточная функция, программируемый контроллер, адаптация к реальным условиям

В статье рассматривается симуляционное исследование системы автоматического регулирования в среде TIA(TotallyIntegratedAutomation), которая широко применяется для автоматизации технологических процессов. Для этого требуется программная реализация передаточных функций произвольного порядка с запаздыванием. В работе предлагается метод программной реализации передаточных функций высокого порядка с запаздыванием. Приводится программа симуляции системы регулирования и способ ее адаптации к реальным условиям.

SUMMARY
SIMULATION RESEARCH ON SINGLE-CONTROL REGULATORY SYSTEM
IN TIA ENVIRONMENT

Bayramova I.S.

Keywords: TIA (Totally Integrated Automation) environment, control system simulation, transfer function, programmable controller, adaptation to real conditions

The article discusses a simulation study of an automatic control system in TIA (Totally Integrated Automation) environment, which is widely used to automate technological processes. This requires software implementation of transfer functions of arbitrary order with delay. In the work the method of program realization of transfer functions of a high order with delay is offered. A simulation program of the regulatory system, and a way to adapt it to real conditions are given.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	29.03.2019
	Son variant	27.02.2020

UOT 620.09

TORMOZ MEXANİKİ ENERJİSİNİN ÇEVRİLMƏ MƏKANINA NƏQLİ PROSESİ

BALAYEVA ƏFİLƏ HƏSƏNBALA qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, doktorant

efile@mail.ru

Açar sözlər: tros, toplayıcı, tormoz enerjisi, elektrogenator, sərfiyyat, mexaniki enerji

Təqdim olunan iş tormozlanma zamanı itən mexaniki enerjinin və bununla əlaqədar artıq yanacaq sərfiyyatının qaytarılmasına həsr edilir. Hərəkət edən obyektlər sinfinə aid olan şəhər nəqliyyatının yolun başlanğıcından sonuna qədər küllü miqdarda tormozlanmalara məruz qalır ki, nəticə olaraq yanacaq sərfiyyatı xeyli artmış olur. Bu sərfiyyatın enerji mənbəyi kimi qəbul edərək onun tormoz mexaniki enerjisinin qaytarılaraq toplanması prosesinin həlli üçün bu enerji mexaniki enerji toplusuna nəql edilir və toplanır ki, ondan enerji mənbəyi kimi istifadə olunsun.

Hər birhərəkət edən obyekt (avtomobil, traktor, hərbi texnika və s.) daxili yanma mühərrikləri (DYM) və ya digər mühərriklə təmin edilir. Obyektin yanacaq yandırma dərəcəsi onun həcm tutumundan, məqsədindən və digər texniki səbəblərdən asılı olaraq geniş hədlərdə dəyişir. Məsələnin həlli üçün yanacağın həcmi və ondan nə dərəcədə istifadə olunması məsələlərinə baxılmalıdır. Yanacağın işlənmə həcminə az və ya çox dərəcədə təsir edən amillərdən biri də tormozlanma əməliyyatıdır. Hərəkət edən obyekt hərəkətə gəldikdən sonra müəyyən olunmuş yerə çatması üçün zaman parametri öz işini göstərir. Əgər tez-tez tormozlanmalar baş verərsə zaman parametri artaraq yanacaq sərfiyyatı artacaqdır. Yanacaq sərfiyyatı tormozlanmaya görə əhəmiyyətli dərəcədə artarsa yanacağın mühafizəsi haqda düşünmək zərurəti yaranır. Bu sahəyə nəzər salmaq ancaq tez-tez tormozlanmaya məruz qalan obyektlərə aid olacaqdır. Bu cür obyektlər şəhər-ictimai nəqliyyatı sayılan avtobus təsərrüfatına aiddir.

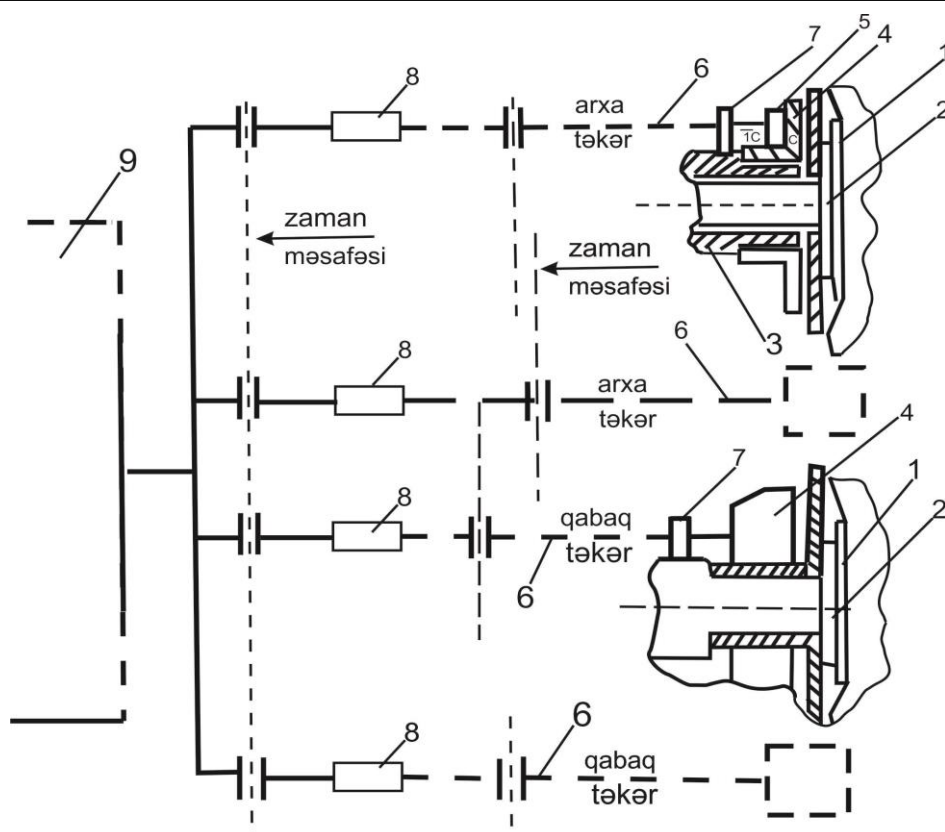
Şəhər nəqliyyatında avtobusların sayının çox olması, sürətin optimaldan tez-tez aşağı düşməsi, tormozlanmanın da intensivliyi yanacağın itmiş (faydasız) enerjisinin qaytarılmasını tələb edir. Bu enerjinin hansı növdə qaytarılması da problem olaraq yaranır. İtməmiş enerjinin elektrik enerjisi formasında qaytarılması problemin həlli kimi məsələnin əsas qoyuluşudur.

İşin məqsədi. Nəqliyyat vasitəsinin tormozlanmasında enerjinin oradan daşınması üçün konstruksiyada dəyişiklik edilməlidir. Belə ki, bu dəyişiklik konstruksiyanın işinə təsir etməsin, çəkisini artırmasın və digər tələbləri pozmasın. Baxılan məsələnin həlli üçün təkər sisteminə kiçik dəyişiklik edilmişdir ki, bunun çəkiyə təsiri bir neçə faizdən, konstruktiv işlənməsindəki dəyişiklik isə azacıq (heç bir prosesə təsir etməyən dərəcədə) dəyişiklikdən ibarət olacaqdır.

Göstərilən əməliyyat nəqliyyat vasitəsinin tormoz sisteminin elementlərinə aralıq bir elementin daxil edilməsidir ki, təkərlərin işinə və tormozlanma prosesinə təsir etmir. Bu element tormoz diski olaraq çəkisinin bir hissəsi təkər sisteminin konstruktiv çəkisi hesabına yaranılır.

Tormoz mexaniki enerjisini mexaniki enerji toplusuna ötürülməsi üçün yumşaq naqıl-çoxsaylı elastik naqillərdən yığılan trosdan istifadə olunur.

Təkərlə mexaniki əlaqədə olan fırlanan tormozlanan disk (Şəkil 1.) adətən ona paralel yerləşdirilmiş tormozlayıcı diskə birlikdə tormoz sistemini yaradırlar. Tormozlayıcı disk mexaniki enerji toplusu ilə bərk birləşmiş konstruksiyada olduqlarından tormozlanan diskə sıxıldıqda disklər arasında mexaniki qüvvə yaranır ki, bu qüvvə fırlanan təkər sisteminin fırlanmasına maneçilik törədir və tormozlanma prosesi başlanır.



Şəkil 1. Tormoz enerjisinin mexaniki enerji toplayıcısına nəqli sxemi
1-təkər; 2-ox; 3-köynək; 4-tormozlayıcı disk; 5-kənar çıxış; 6-tros; 7-gövdə;
8-sərbəst hərəkət muftası; 9-mexaniki enerji toplayıcısı.

Tormozlanma enerjisinin bir hissəsinin əldə oluna bilməsi, yəni onun digər enerji növünə çevrilərək istifadə oluna bilməsi üçün, yaradılan bu prinsipdə (tormozlayıcı disklərin dönməsi) mexaniki enerji tərpənən və fırlanan elementləri olan konstruktiv məkandan tərpənməz –nəqliyyat vasitələrinin gövdə konstruksiyasına nəql edilir. Tormozlayıcı diskin öz oxu ətrafında dönmə bilməsi müəyyən bucaq altındadır. Bu bucaq elə qiymətdə olmalıdır ki, o mexanizmin tormoz signalının təsir müddəti və sürücünün reaksiyasına çox təsir etməsin. Buna görə də təklif olunan dönmə bucağı $\pi/2$ zonasında yerləşdirilir (Bu bucaq əsasən təkərdə yaradılan tormoz enerjisi ilə, yəni mexaniki enerji toplusuna göndərilən enerji ilə müəyyən olunur) [2].

Göstərilən konstruksiyada əsas çətinliklərdən biri dörd təkər sistemində ötürülən mexaniki enerji toplusunun zaman parametrlərinin daima üst-üstə düşməsidir. Sürücünün komandası ilə tormozlanmada təkərlərin tormoz diskləri eyni zamanda lazımı qaydada enerjini ötürə bilmirlər; bu prosesdə sürüşmələr həmişə eyni zamanda eyni mexaniki qüvvə ilə baş vermir, bərabərlik zamanı tənzim olunarsa belə kiçik bir müddətdən sonra, çox amillərdən sonra pozula bilər; bu prosesin qaydaya salınması üçün hər bir təkərin mexaniki enerji daşıma mexanizmi “sərbəst hərəkət muftası” ilə təmin edirlər. Sərbəst hərəkət muftasının hərəkət elementi tormozlayıcı olmayan halda “əsas nöqtəyə” – dartılmanın baş verdiyi nöqtəyə (zamana görə) sazlanır ki, həmən təkərdə tormozlanma başlanan kimi, mexaniki enerji mərkəzə-mexaniki enerji toplusuna göndərilir. Təkər ilə hərəkət muftası arasında mexaniki enerjinin ötürülmə zamanın (məsafənin) dəyişməsinə baxmayaraq mexaniki enerji mexaniki enerji toplusuna nəzərdə tutulan zamanda (bütün təkərlərdə gələn enerjilər) çatdırılır ki, bu da bütün təkərlərdə ayrılan tormoz enerjisinin eyni zamanda nəql edilməsi deməkdir.

Mexaniki enerji toplusundan mexaniki enerji elektrogenatora ötürülərək elektrik enerjisinə çevrilir.

Balayeva Ə.H. Tormoz mexaniki enerjisinin çevrilmə məkanına nəqli prosesi **Nəticə.** İntensiv hərəkətdə olan, tormozlanmaya tez-tez məruz qalan sərnişin nəqliyyatında yanacaq sərfiyyatının ümumi halda aşağı salınması məqsədilə tormozlanmaya sərf olunan enerjiyə alternativ enerji mənbəyi kimi baxmaqla dörd təkərin tormozlanma enerjisinin mexaniki enerji toplusuna nəql etmək prosesinə baxılmışdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Фархадзаде Э.М., Мусаев З.И., Балаева А.Г. Новый источник альтернативной энергии // Технология машиностроения. №6.М., 2019, с. 26-30
2. Галкин Ю.М. Электрооборудование автомобилей и тракторов. М.: Машиностроение, 1987.
3. Musayev Z.N., Balayeva Ə.H. Nəqliyyat vasitələrinin tormoz rejimindən enerji mənbəyi kimi istifadə // SDU. Elmi Xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. c.18, №1. Sumqayıt: SDU, 2018, s.80-86
4. Гусейнов А.М., Гусейнов Э.Н. Альтернативные источники энергии. Баку: Мутарджим, 2011, 256 с.
5. Магомедов А.М. Нетрадиционные, возобновляемые источники энергии. Махачкала: Юпитер, 1996. -245с.

РЕЗЮМЕ

ПРОЦЕСС ПЕРЕДАЧИ ТОРМОЗНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ПРОСТРАНСТВО ВРАЩЕНИЯ

Балаева А.Г.

Ключевые слова: трос, агрегат собирающий энергию, энергия торможения, электрический генератор, потребление, механическая энергия

В статье рассматриваются вопросы преобразования и повторного использования механической энергии, теряемой при торможении на транспортных средствах. В конструкцию были внесены изменения для передачи энергии, собранной при торможении транспортных средств. Для решения этой проблемы необходимо, чтобы изменения в дизайне полностью соответствовали требованиям, предъявляемым к транспорту. В то же время процесс передачи энергии рассматривался как альтернативный источник энергии при торможении. В результате экономится 60-65% топлива.

SUMMARY

TRANSMISSION PROCESS OF THE BRAKE MECHANICAL ENERGY INTO THE ROTATION SPACE

Balayeva A.H.

Key words: cable, unit collecting energy, braking energy, electric generator, consumption, mechanical energy

The article discusses the conversion of mechanical energy lost during braking on vehicles into electricity. The energy accumulated during vehicle braking has been modified in the design. To address this issue, the design change was fully compliant with the transportation requirements. At the same time, the process of transporting it to the power grid was considered as an alternative source of energy for braking energy. As a result, 60-65 % of fuel savings are saved.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	14.10.2019
	Son variant	27.02.2020

MÜNDƏRİCAT * СОДЕРЖАНИЕ * CONTENTS

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

Çapa imzalanmışdır: 11.03.2020-ci il
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70*108 ¼
Yüksək çap üsulu. Həcmi: 23,18 ş.ç.v.
Sifariş....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