

УДК 536.413,541,661

ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ, ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ СЖИМАЕМОСТЬ, ТЕПЛОЕМКОСТЬ И ПЛОТНОСТЬ УПАКОВКИ АТОМОВ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКЕ ХАЛЬКОГЕНИДОВ ГАЛЛИЯ

¹КУРБАНОВ МЕХТИ МАГОМЕД оглы

¹МАМЕДОВ САМАНДАР ДЖАФАР оглы

¹ГОДЖАЕВ МУРГУЗ МУГАН оглы

¹БАЙРАМОВ ДЖОШГУН ДЖУМШУД оглы

Сумгаитский государственный университет, 1- доцент

e-mail: sdu.elmixeberler@mail.ru

Ключевые слова: тепловое расширение, теплоемкость, изотермическая сжимаемость, плотность упаковки.

В работе на основе экспериментальных данных коэффициентов теплового расширения, изотермической сжимаемости и теплоемкости приводятся результаты вычислений плотности упаковок атомов в кристаллической решетке халькогенидов галлия. Оказалось, что значение плотности упаковок уменьшаются при переходе от сульфида к теллуриду галлия.

Как известно, прочность твердого тела и величины межатомных химических связей зависят от плотности упаковок атомов в кристаллической решетке. В литературе имеются формулы, связывающие термодинамические параметры с плотностью упаковок атомов в решетке [1, 2].

$$b = \frac{C_p \cdot \chi_T}{3\alpha} \cdot \rho \quad (1)$$

$$\frac{C_p}{C_v} = 1 + \frac{3\alpha T}{b} \quad (2)$$

где b - плотность упаковок атомов в кристаллической решетке, α - коэффициент линейного теплового расширения, ρ - плотность вещества, T - абсолютная температура χ_T - коэффициент изотермической сжимаемости, C_p и C_v - теплоемкость при постоянном давлении и объеме.

В геометрии совершенных кристаллов относительная плотность упаковки определяется как доля объема атома, по сравнению с общим объемом, который занят структурой. Теоретически особенно просты расчеты для кубических решеток. Так как в этих решетках число атомов в элементарной ячейке известны и вычисление ионного радиуса и общего объема ячейки просты. Однако в сложных соединениях расчет плотности упаковок атомов в кристаллической решетке несколько затрудняется и требует сложный математический аппарат. Так как в этих кристаллах атомы или ионы не имеют сферической формы, ионный радиус определяется из условия минимума энергии кристаллической решетки. Поэтому, зная экспериментальные данные тепловых параметров и используя формулы (1) и (2), легко можно вычислить плотность упаковки атомов в кристаллической решетке.

В настоящей работе, с использованием экспериментальных данных по α , C_p , C_v , χ_T и ρ для GaS, GaSe и GaTe, нами проведены вычисления b и затем сравнение его значений, определенных из обеих формул.

Экспериментальная часть. Соединения халькогенидов галлия синтезированы ранее известной в литературе методикой [3].

Рентгенографическим методом проверена однофазность и определены кристаллические структуры. Оказалось, что GaS и GaSe кристаллизуются в гексагональной структуре с параметрами решетки $a=3,585 \text{ \AA}$, $c=15,501 \text{ \AA}$, $c/a=4,321$, пр. группа P_6/mmc для GaS и $a=3,735 \text{ \AA}$, $c=15,887 \text{ \AA}$, $c/a=4,245$, пр. группа C_6/mmc для GaSe, GaTe кристаллизуется в моноклинной решетке и имеет параметры решетки $a=23,761 \text{ \AA}$; $b=4,068 \text{ \AA}$; $c=10,462 \text{ \AA}$.

Плотность всех соединений определены пикнометрическим методом и оказалось: $\rho = 3,75 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ для GaS; $\rho = 5,03 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ для GaSe и $\rho = 5,44 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ для GaTe.

Для измерения теплового расширения и изотермической сжимаемости из синтезированных слитков изготовлены образцы цилиндрической формы длиной 0,03 м и диаметром 0,005 м.

Измерения коэффициента теплового расширения (α) и изотермической сжимаемости (χ_T) проведены на дилатометрической установке, описанной в работе [4]. Относительная погрешность измерений составляла 0,5%,

Результаты измерений приведены в таблице 1. Из таблицы видно, что во всех соединениях характер температурной зависимости как коэффициента теплового расширения, так и коэффициента изотермической сжимаемости почти одинаков т.е., при относительно низких температурах α – увеличивается с возрастанием температуры и, начиная с 200 К, рост α – несколько ослабевает и постепенно приходит к постоянному значению. В случае коэффициента изотермической сжимаемости, во всех температурных интервалах значение χ_T - слабо зависит от температуры. Температурные зависимости α и χ_T , а также изменение их значений при переходе из одного состава в другой связывается с изменением межатомной химической связи в данном ряду. Так как, при переходе от GaS к GaSe и GaTe ослабевают межатомные химические связи и таким образом увеличивается значение как α , так и χ_T .

Для вычисления плотности упаковок (b) в соединениях халькогенидов галлия использованы экспериментальные данные теплоемкости при постоянном давлении (C_p) [5, 6]. Эти данные, а также вычисленные значения плотности упаковок также приведены в таблице 1. Из таблицы видно, что в соединениях GaS, GaSe и GaTe плотность упаковок относительно меньше, так как согласно литературным данным известно, что в более плотноупакованных кристаллах значение « b » приближается к значению 0,76 [1].

Выявлено, что в различных соединениях, значение « b » составляет $\sim 0,56$ для GaS; $\sim 0,54$ для GaSe и $\sim 0,38$ для GaTe, т.е. при переходе от GaS к GaSe и GaTe значение « b » уменьшается. Такое изменение « b » указывает на то, что в соединениях халькогенидов галлия, при переходе от серы к селену и теллуру в ряду халькогенидов галлия происходит ослабление межатомной химической связи между атомами в кристаллической решетке. Это мнение подтверждается и с изменением значений α и χ_T , так как при переходе от GaS к GaSe и GaTe α и χ_T увеличиваются.

Таблица 1

Т, К	GaS			GaSe			GaTe					
	$\alpha, 10^{-6}$ 1/K	$\chi_T, 10^{12}$ m^2/N	C_p $C/(mol \cdot K)$	b (1)	$\alpha, 10^{-6}$ 1/K	$\chi_T, 10^{12}$ m^2/N	C_p $C/(mol \cdot K)$	b (1)	$\alpha, 10^{-6}$ 1/K	$\chi_T, 10^{12}$ m^2/N	C_p $C/(mol \cdot K)$	b (1)
100	5,35	7,61	24,73	0,56	6,25	8,86	31,96	0,54	8,71	10,08	32,03	0,36
150	5,76	8,62	34,25	0,55	8,55	10,25	39,79	0,53	11,01	12,05	39,05	0,39
200	7,34	8,99	34,93	0,56	9,43	10,81	44,60	0,54	13,04	13,49	44,26	0,39
250	8,12	9,03	41,46	0,57	9,67	11,04	45,64	0,55	15,21	13,82	47,65	0,39
300	9,11	9,51	43,36	0,56	10,75	11,06	47,51	0,54	16,70	14,19	49,61	0,38

Таблица 2.

Т, К	GaS			GaSe			GaTe					
	$(C_p - C_v),$ $C/(mol \cdot K)$	C_v $C/(mol \cdot K)$	C_p/C_v	b (2)	$(C_p - C_v),$ $C/(mol \cdot K)$	C_v $C/(mol \cdot K)$	C_p/C_v	b (2)	$(C_p - C_v),$ $C/(mol \cdot K)$	C_v $C/(mol \cdot K)$	C_p/C_v	b (2)
100	0,074	24,656	1,003	0,53	0,131	31,83	1,004	0,47	0,224	31,866	1,007	0,36
150	0,171	34,079	1,005	0,54	0,369	39,42	1,008	0,48	0,615	38,435	1,013	0,37
200	0,386	34,544	1,012	0,56	0,391	44,21	1,012	0,50	0,693	43,567	1,016	0,35
250	0,522	40,938	1,013	0,57	0,670	44,97	1,015	0,49	0,981	46,669	1,021	0,37
300	0,601	42,767	1,014	0,58	0,801	46,71	1,018	0,53	1,809	47,812	1,038	0,39

С использованием термодинамических соотношений

$$C_p - C_v = \frac{9\alpha^2 VT}{\chi_T} \quad (3)$$

нами также вычислены разности теплоемкостей при постоянном давлении (C_p) и объеме (C_v) для GaS, GaSe и GaTe [7, 8]. Затем, пользуясь экспериментальными значениями C_p , вычислены C_v и найдены отношения C_p/C_v . Все вычисленные значения приведены в таблице 2.

Для проверки достоверности полученных данных о плотности упаковок определенных из формулы (1), нами также вычислены по формуле (2), а затем приведен анализ полученных данных.

Такое сравнение показало, что значение плотности упаковок, вычисленных по формулам (1) и (2), почти одинаковы. Значения плотности упаковок для GaS, GaSe и GaTe, вычисленных по формуле (2) также приведены в таблице 2.

Выводы. Используя экспериментальные данные коэффициентов теплового расширения, изотермической сжимаемости и теплоемкости, определена плотность упаковок атомов в кристаллической решетке GaS, GaSe и GaTe. Оказалось, что они уменьшаются при переходе от GaS к GaSe и GaTe. Такое изменение связываются с ослаблением межатомной химической связи между атомами в данном ряду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баталов В.С., Пелецкий В.Э. Использование дилатометрии для измерения температурной зависимости сжимаемости металлов и сплавов. Физика металлов и металловедение. М.: Наука, 1969, 28, № 4. 212 с.
2. Колишевич Г.И., Гальпертина Т.Н., Гельд П.В. Теплоемкость и тепловое расширение CoSb. Российская АН. Неорганич. материалы. М.: 1976, 12, № 6, 1119 с.
3. Qurbanov M.M., Məmmədov S.C. GaS, GaSe və GaTe monokristallarının istidən genişlənmə əmsalının qiymətləri əsasında atomların rəqslərinin harmoniklik və qeyri harmoniklik dərəcəsinin təyin edilməsi. SDU, Elmi Xəbərlər, 2016, cild 16, № 4, s.6-9.
4. Годжаев М.М., Зарбалиев М.М., Курбанов М.М. Дилатометр для измерения ТКЛР твердых тел в широком интервале температур. Измерительная Техника, 1985, № 2, 44–48с.
5. Керимов И.Г., Мамедов К.К., Кострюков В.Н., Мехтиев М.И. Теплоемкость некоторых полупроводников $A^{III}B^{VI}$. Теплофизические свойства твердых тел. Киев: Наукова думка. 1971, 202 с.
6. Мамедов К.К., Альджанов М.А., Мехтиев М.И., Керимов И.Г. Теплоемкость сульфида, селенида и теллурида галлия при низких температурах. Инженерно-физический журнал, Минск: 1980, 39, № 6, 1005с.
7. Əsgərov B.M. Termodinamika və statistik fizika. Bakı: Bakı Dövlət Universiteti, 2005, s.71.
8. Qurbanov M.M., Qocayev M.M., Məmmədov S.C., Dəmirov A.H. $(TlGaSe_2)_{1-x}(TlInS_2)_x$ ($x=0,1; 0,2$) bərk məhlullarının istilik-fiziki xassələri. Journal of Qafqaz University – Physics, 2016, Vol 4, № 1, s.75-79.

XÜLASƏ
GALLIUM XALKOGENİDLƏRİNDƏ İSTİDƏN GENİŞLƏNMƏ, İZOTERMİK SIXILMA, İSTİLİK TUTUMU VƏ KRİSTAL QƏFƏSİNDƏ ATOMLARIN KİPLƏŞMƏ SIXLIĞI

Qurbanov M.M., Məmmədov S.C., Qocayev M.M., Bayramov C.C.

Açar sözlər: istidən genişlənmə, istilik tutumu, izotermik sıxılma, kipləşmə sıxlığı.

Bu işdə qallium xalkogenidlərinin istidən genişlənmə əmsalı, izotermik sıxılma əmsalı və xüsusi istilik tutumunun eksperimental qiymətləri əsasında kristal qəfəsində atomların kipləşmə sıxlığının hesablanmış nəticələri verilmişdir.

Məlum olmuşdur ki, atomların kristal qəfəsdəki kipləşmə sıxlığı qallium sulfiddən qallium telluridə keçdikcə azalır.

SUMMARY
THERMAL EXPANSION, ISOTHERMAL COMPRESSIBILITY, HEAT CAPACITY AND PACKING DENSITY OF THE ATOMS IN THE CRYSTAL LATTICE OF GALLIUM CHALCOGENIDE

Qurbanov M.M., Mammadov S.D., Gojayev M.M., Bayramov D.D.

Key words: thermal expansion, heat capacity, isothermal compressibility, packing density.

The paper presents the results of calculations of the packing density of atoms in the crystal lattice of gallium chalcogenides based on the experimental data of thermal expansion coefficient, isothermal compressibility and heat capacity. It is shown that the packing density of the atoms in the crystal lattice decreases at transition from a gallium sulfide to gallium telluride.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.02.2017
	Son variant	25.09.2017

УДК 519.95

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

¹ФЕЙЗИЕВ ФИКРАТ ГЮЛЬАЛИ ОГЛЫ

МЕХТИЕВА МАРАЛ РЗАБАЛА КЫЗЫ

Бакинский государственный университет, доцент

²РАМАЗАНОВА ЛИДИЯ МАМЕДШАХ ГЫЗЫ

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

e-mail: FezyiyevFG@mail.ru

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

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

Введение. Метод Питерсона—Горенштейна—Цирлера (ПГЦ) является одним из широко используемых методов для декодирования кодов Боуза—Чоудхури—Хоквингема (БЧХ) [1—3]. Этот метод основан на решении специальной системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), относительно неизвестных локаторов ошибок с применением обращения матрицы. В работе [4] предложена модификация алгоритма ПГЦ, в которой для решения СЛАУ вместо метода обращения матрицы применен метод Гаусса. В модификации метода ПГЦ, как и в самом методе ПГЦ, число произошедших ошибок предполагается равным максимально возможному числу ℓ ошибок. Затем строится СЛАУ с ℓ неизвестными и проверяется, имеет ли она решение. Если нет, то из числа ошибок вычитается единица. Снова строится СЛАУ и проверяется, имеет ли она решение и так далее. В работе [5] для случая двоичных БЧХ предлагается новая модификация метода ПГЦ, в которой нахождение числа ошибок осуществляется непосредственно, т.е. без последовательного выбора и проверки. А в данной работе предлагается обобщение этого модифицированного метода на случай недвоичных, т.е. q -ичных БЧХ, где q есть натуральное число и $q > 2$.

1. Постановка задачи. Пусть m – заданное натуральное число, q – простое число, α — примитивный элемент поля $GF(q^m)$ [3], т.е. элемент порядка $n = q^m - 1$, $P(x)$ — примитивный многочлен над полем $GF(q)$ степени m , с помощью которого построено поле $GF(q^m)$. В поле $GF(q^m)$ примитивному элементу α соответствует многочлен x [1].

Рассмотрим код БЧХ, исправляющий максимум ℓ ошибок, который является циклическим кодом длины n с порождающим многочленом $g(x)$. Пусть $k = n - \deg g(x)$ и $i = (i_0, i_1, \dots, i_{k-1})$ есть k -мерный произвольный информационный вектор над полем $GF(q)$. Вектор i может быть закодирован посредством операции $c(x) = i(x) \cdot g(x)$ в ко-

довый многочлен $c(x) = c_{n-1}x^{n-1} + \dots + c_1x + c_0$, где $i(x) = i_{k-1}x^{k-1} + \dots + i_1x + i_0$. Заметим, что для чисел n , k и ℓ должно быть удовлетворено соотношение $2\ell \leq n - k$ [3].

Пусть по каналу связи передан многочлен $c(x)$, на другом конце принят многочлен $v(x) = v_{n-1}x^{n-1} + \dots + v_1x + v_0$, а $e(x) = e_{n-1}x^{n-1} + \dots + e_1x + e_0$ есть многочлен ошибок и не более ℓ коэффициентов отлично от нуля. Предположим, что в данный момент произошло ν ошибок, где $0 \leq \nu \leq \ell$, и что этим ошибкам соответствуют неизвестные позиции p_1, p_2, \dots, p_ν . В этом случае $e(x) = e_{p_1}x^{p_1} + e_{p_2}x^{p_2} + \dots + e_{p_\nu}x^{p_\nu}$. Здесь коэффициент e_{p_β} есть величина β -й ошибки, $\beta = \overline{1, \nu}$. Отметим, что число ν произошедших ошибок, показатели степеней (номеров индекса) p_1, p_2, \dots, p_ν и $e_{p_1}, \dots, e_{p_\nu}$ величины соответственно 1-й, ..., ν -й ошибки неизвестны. Для обнаружения и исправления ошибок необходимо найти эти неизвестные. Для их нахождения используются компоненты синдрома $S_1, \dots, S_{2\ell}$, где [1]

$$S_\beta = v(\alpha^\beta) = c(\alpha^\beta) + e(\alpha^\beta) = e(\alpha^\beta) = e_{p_1}(\alpha^{p_1})^\beta + e_{p_2}(\alpha^{p_2})^\beta + \dots + e_{p_\nu}(\alpha^{p_\nu})^\beta. \quad (1)$$

Вычисления S_β по формуле (1) проводятся над полем $GF(q^m)$. Это означает, что после выполнения операций, указанных в правой части равенства, полученный результат делится на многочлен $P(\alpha)$ и берется остаточный многочлен. Из формулы (1) видно, что если $S_\beta = 0$, $\beta = \overline{1, 2\ell}$, то в принятом сообщении ошибок нет, в противном случае – ошибки (искажения) есть.

Пусть $Y_\beta = e_{p_\beta}$ (значение ошибок) и $X_\beta = \alpha^{p_\beta}$ (локаторы ошибок) $\beta = \overline{1, \dots, \nu}$. Так как порядок элемента α равен n , то все локаторы рассматриваемой конфигурации ошибок различны. Для каждой $\beta = \overline{1, \dots, 2\ell}$ из (1) имеем

$$S_\beta = v(\alpha^\beta) = Y_1X_1^\beta + Y_2X_2^\beta + \dots + Y_\nu X_\nu^\beta.$$

Таким образом, получается следующая система из 2ℓ уравнений относительно неизвестных локаторов ошибок X_1, \dots, X_ν и неизвестных значений ошибок Y_1, \dots, Y_ν :

$$S_\beta = Y_1X_1^\beta + Y_2X_2^\beta + \dots + Y_\nu X_\nu^\beta, \beta = \overline{1, 2\ell}. \quad (2)$$

Систему нелинейных уравнений (2) решают косвенным путем [1]. Для этого используется многочлен локаторов ошибок $\Lambda(x) = \Lambda_\nu x^\nu + \Lambda_{\nu-1}x^{\nu-1} + \dots + \Lambda_1x + 1$, корнями которого являются X_β^{-1} , $\beta = \overline{1, \dots, \nu}$.

Если коэффициенты многочлена $\Lambda(x)$ известны, то для вычисления локаторов ошибок необходимо найти его корни. В [1] получены системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), связывающих компоненты синдрома с коэффициентами многочлена $\Lambda(x)$. Это система уравнений имеет следующий матричный вид

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

Здесь $A = (a_{\rho, \beta})S_{\rho-1+\beta}$, $\rho = \overline{1, \nu}$, $\beta = \overline{1, \nu}$, где $a_{\rho, \beta} = S_{\rho-1+\beta}$.

Для обнаружения и исправления ошибок сначала находится число произошедших ошибок. Затем уточняются их координаты, т.е. находим номера компонентов принятых слов, которые имеют ошибки, и вносим в них коррективы. Определение числа произошедших ошибок требует достаточно много времени. Чем быстрее определяется число произошедших ошибок, тем эффективнее метод декодирования.

Известно, что если $M = (S_{\rho-1+\beta})$, $\rho = \overline{1, \mu}$, $\beta = \overline{1, \mu}$, и если $\mu = \nu$, то матрица M — невырожденная, а если $\mu > \nu$, то матрица M — вырождена [1]. В предлагаемой

модификации метода ПГЦ, на основе этого факта и вида матрицы A сформулирована теорема о числе произошедших ошибок в принятых сообщениях.

2. Модификация метода ПГЦ. Нетрудно доказать следующие теоремы.

Теорема 1. Пусть $M = (a_{\rho,\beta})$, $\rho, \beta = \overline{1, \ell}$, где $a_{\rho,\beta} = S_{\rho-1+\beta}$. Пусть матрица M с помощью элементарных операций над строками приводится к полутреугольному виду

$$\overline{M} = \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1k} & d_{1,k+1} & \dots & d_{1\ell} \\ 0 & d_{22} & \dots & d_{2k} & d_{2,k+1} & \dots & d_{2\ell} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & d_{kk} & d_{k,k+1} & \dots & d_{k\ell} \\ 0 & 0 & \dots & 0 & d_{k+1,k+1} & \dots & d_{k+1,\ell} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & d_{\ell,k+1} & \dots & d_{\ell\ell} \end{pmatrix},$$

где $d_{ii} \neq 0$, $i = \overline{1, k}$, и вектор-столбец $d = col(d_{k+1,k+1}, \dots, d_{\ell,k+1})$ суть нулевой вектор-столбец. Тогда при передаче информации число произошедших ошибок равно k .

Теорема 2. Пусть при передаче информации число произошедших ошибок суть ν и СЛАУ (3) имеет треугольный вид $\overline{A} \cdot col(\Lambda_\nu, \Lambda_{\nu-1}, \dots, \Lambda_1) = \overline{b}$, где

$$\overline{A} = \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} & \dots & d_{1\nu} \\ 0 & d_{22} & d_{23} & \dots & d_{2\nu} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & d_{\nu\nu} \end{pmatrix}, \quad \overline{b} = col(\mathcal{G}_1, \dots, \mathcal{G}_\nu).$$

Тогда решение СЛАУ (3) относительно $\Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_\nu$ можно представить в виде следующих рекуррентных соотношений:

$$\Lambda_1 = (d_{\nu\nu})^{-1} \cdot \mathcal{G}_\nu, \quad \Lambda_\rho = (d_{\nu-\rho+1, \nu-\rho+1})^{-1} \left\{ \mathcal{G}_{\nu-\rho+1} - \sum_{\sigma=1}^{\rho-1} d_{\nu-\rho+1, \nu-\rho+1+\sigma} \Lambda_{\rho-\sigma} \right\}, \quad \rho = 2, 3, \dots, \nu.$$

Если число ошибок ν и локаторы ошибок X_1, \dots, X_ν известны, тогда неизвестные значения ошибок Y_1, \dots, Y_ν могут быть найдены путем решения следующих нелинейных алгебраических уравнений относительно Y_1, \dots, Y_ν :

$$S_\beta = Y_1 X_1^\beta + Y_2 X_2^\beta + \dots + Y_\nu X_\nu^\beta, \quad \beta = \overline{1, \nu}. \quad (4)$$

Теорема 3. Если число ошибок ν и локаторы ошибок X_1, \dots, X_ν известны, тогда неизвестные значения ошибок Y_1, \dots, Y_ν могут быть найдены из нелинейных алгебраических уравнений (4) по следующим рекуррентным соотношениям:

$$Y_\nu = (B_\nu^{(\nu-1)} X_\nu)^{-1} S_\nu^{(\nu-1)}, \quad Y_\beta = (B_\beta^{(\beta-1)} X_\beta)^{-1} \left[S_\beta^{(\beta-1)} - \sum_{\sigma=\beta+1}^{\nu} B_\sigma^{(\beta-1)} X_\sigma Y_\sigma \right], \quad \beta = \nu-1, \nu-2, \dots, 1, \quad (5)$$

где

$$B_i^{(0)} = 1, \quad S_i^{(0)} = S_i, \quad i = 1, \dots, \nu, \quad (6)$$

$$B_i^{(\beta)} = B_i^{(\beta-1)} (X_i - X_\beta), \quad S_i^{(\beta)} = S_i^{(\beta-1)} - X_\beta S_{i-1}^{(\beta-1)}, \quad i = \beta+1, \dots, \nu, \quad \beta = 1, \dots, \nu-1. \quad (7)$$

На основе теорем 1, 2 и 3, используя методику приведения матрицы к треугольной форме, модификацию метода ПГЦ можно описать с помощью следующего алгоритма.

Шаг 0. На основе принятого значения $\nu(x)$ вычислить $S_\beta = \nu(\alpha^\beta)$, $\beta = \overline{1, 2\ell}$, по формуле (1). Если все числа $S_1, \dots, S_{2\ell}$ равны нулю, то перейти к шагу 11, иначе – к шагу 1.

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

Шаг 2. Если $j+1 > \ell$, то принять $\nu = j$ и перейти к шагу 7, иначе наименьший элемент множества $Q = \{\xi \mid \xi \in \{j, \dots, \ell\}, a_{j\xi} \neq 0\}$ обозначить через σ . В случае $\sigma \neq j$ поменять местами j -ую и σ -ую строки матрицы A и j -ый и σ -ый компоненты вектора b , т.е. принять последовательно: $c = a_{j\beta}$, $a_{j\beta} = a_{\sigma\beta}$, $a_{\sigma\beta} = c$, $\beta = j, \dots, \ell$; $c = b_j$, $b_j = b_\sigma$, $b_\sigma = c$. Принять $\nu = j+1$ и перейти к шагу 3.

Шаг 3. Умножить j -ую строку матрицы A на $-a_{vj}/a_{jj}$ и прибавить к ν -й строке:

$$a_{\nu\beta} := a_{\nu\beta} - (a_{vj}/a_{jj})a_{j\beta}, \quad GF(q), \quad \beta = j, \dots, \ell,$$

умножить j -ую компоненту вектора b на $-a_{vj}/a_{jj}$ и прибавить к ν -й компоненте вектора b : $b_\nu := b_\nu - (a_{vj}/a_{jj})b_j$, $GF(q)$.

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

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

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

Шаг 7. Решить СЛАУ $\bar{A} \cdot \text{col}(\Lambda_\nu, \Lambda_{\nu-1}, \dots, \Lambda_1) = \bar{b}$ и определить коэффициенты $\Lambda_1, \Lambda_2, \dots, \Lambda_\nu$ многочлена $\Lambda(x)$ по формулам

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

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

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

Шаг 9. Определение V_i^β , $S_i^{(\beta)}$, $i = \beta+1, \dots, \nu$, $\beta = 0, 1, \dots, \nu-1$, по рекуррентным формулам (6), (7). Определение Y_1, \dots, Y_ν по рекуррентным формулам (5).

Шаг 10. Определение значений индексов p_1, \dots, p_ν . Исправления ошибок по формуле $\nu_{p_\ell} := \nu_{p_\ell} - Y_\ell$, $\ell = 1, \dots, \nu$, $GF(q)$.

Шаг 11. Определить информационный многочлен по формуле $i(x) = \nu(x) / g(x)$.

Шаг 12. Конец.

3. Заключение. Таким образом, предложенная модификация метода ПГЦ, основанная на приведении матрицы к полутреугольному виду, может быть применена для ускорения обнаружения и исправления ошибок в недвоичных кодах БЧХ. Разработанный подробный алгоритм для обнаружения и исправления ошибок в принятом многочлене можно реализовать программно на языке Ассемблер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. М.: Мир, 1986, 576 с.
2. William C. H., Vera P. Fundamentals of Error-Correcting Codes. Cambridge University Press, 2003, 662 p.
3. Биркгоф Г., Барти Т. Современная прикладная алгебра. М.: Мир, 1976, 400 с.
4. Mehrdad A. Babavand Arablou, Fikrat G. Feyziyev. On One Modification of Algorithm Peterson-Gorenstein-Zierler and its Effective Realization// J. of University Malaysia Pahang, Vol. 3, Issue. 3, Supp. 1, 2015, pp. 483-491.
5. Фейзиєв Ф.Г., Мехтиева М. Р., Самедова З.А. Модификация метода Питерсона-Горенштейна-Цирлера приведением матрицы к треугольному виду (двоичный случай)// Электронное моделирование. Т.38, №5, Киев: 2016, с.11-21.

XÜLASƏ

QEYRI-İKİLİK BOUZ-ÇOUDXURİ-XOKVINQEM KODLARI ÜÇÜN PİTERSON-QORNSTEYN-ÇİRLER METODUNUN BİR MODİFİKASİYASI HAQQINDA

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

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

Məqalədə matrislərin yarımüçbucaq şəklinə gətirilməsi əsasında Piterson-Qornsteyn-Çirler metodunun qeyri-ikilik Bouz-Çoudxuri-Xokvinqem kodlarında səhvlərin aşkarlanması və düzəldilməsini tezləşdirməyə imkan verən modifikasiyası işlənmişdir.

SUMMARY

ABOUT ONE MODIFICATION OF PETERSON-GORENSTEIN-ZIERLER'S METHOD FOR NON-BINARY CODES OF BOSE-CHAUDHURI-HOCQUENGHEM

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

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

On the basis of bringing the matrix to semi-triangular form, the modulation allowing acceleration of detecting and correcting errors in non-binary codes of Bose-Chaudhuri-Hocquenghem of Peterson-Gorenstein-Zierler's method is developed in the article.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	06.04.2017
	Son variant	25.09.2017

УДК 517.968.7

ГРАНИЧНОЕ ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОЛЕБЛЮЩЕЙСЯ СИСТЕМЫ

¹МАМЕДОВ АКПЕР ДЖОМАРД оглу

²АЛЫЕВ ХАЛИЛ ГАДЖИ оглу

Сумгаитский государственный университет, 1,2- доцент

e-mail: akbar.mammadov.46@mail.ru

Ключевые слова: граничное управление, оптимальное управление, квадратичный функционал, условия оптимальности

В работе исследуется граничное оптимальное управление колеблющейся системы. Доказана теорема о существовании решения поставленной задачи. Указан способ определения оптимального управления.

1. Постановка задачи. Пусть колебание управляемой системы в сопротивленной среде описывается следующим уравнением

$$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} + \alpha \frac{\partial^4 y(x,t)}{\partial x^2 \partial t^2}, \quad \alpha > 0 \quad (1)$$

с начальными

$$y(x,0) = \varphi(x), \quad y'_t(x,0) = \psi(x), \quad (2)$$

и граничными условиями

$$\begin{cases} y(0,t) + \gamma y'_x(0,t) = u(t), \\ y(\ell,t) + \beta y'_x(\ell,t) = u(t). \end{cases} \quad (3)$$

Здесь $\varphi(x), \psi(x)$ заданные функции в $[0, \ell]$, γ и β - постоянные числа, $u(t)$ - управляющая функция из множества допустимых управлений $U = \{u(t) \in L_2(0, T); \|u(t)\| \leq 1\}$.

Задача оптимального управления для этой системы заключается в следующем: из множества допустимых управлений найти такое $u(t)$, что при решениях задачи (1)-(3) доставляет наименьшее возможное значение функционалу

$$J(u) = \int_0^\ell \{[y(x,T) - Q_0(x)]^2 + [y'_t(x,T) - Q_1(x)]^2\} dx + \beta \int_0^T u^2(t) dt, \quad (4)$$

где $Q_0(x)$ и $Q_1(x)$ заданные функции в $[0, \ell]$, $\beta > 0$ заданное число.

2. Определение решения смешанной задачи (1)-(3). Определим решение смешанной задачи (1)-(3) для каждого $u(t)$ из множества допустимых управлений U . Решение задачи (1)-(3) ищем в виде

$$y(x,t) = z(x,t) + u(t). \quad (5)$$

Тогда $z(x,t)$ определяется решением следующего уравнения

$$\frac{\partial^2 z(x,t)}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 z(x,t)}{\partial x^2} + \alpha \frac{\partial^4 z(x,t)}{\partial x^2 \partial t^2} - u''(t), \quad (6)$$

с однородным граничным условием

$$\begin{cases} z(0,t) + \gamma z'_x(0,t) = 0, \\ z(\ell,t) + \beta z'_x(\ell,t) = 0, \end{cases} \quad (7)$$

и неоднородным начальным условием

$$z(x,0) = \varphi(x) - u(0), \quad z'_x(x,0) = \psi(x) - u'(0) \quad (8)$$

Решение уравнения

$$\frac{\partial^2 z(x,t)}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 z(x,t)}{\partial x^2} + \alpha \frac{\partial^4 z(x,t)}{\partial x^2 \partial z^2} \quad (9)$$

с граничным условием (7) и начальным условием (8) ищем в виде

$$z(x,t) = X(x)T(t), \quad (10)$$

где $X(x), T(t)$ нетривиальные неизвестные функции, которые определяются решением следующих уравнений соответственно

$$T''(t) + a^2 \lambda T(t) = 0, \quad (11)$$

$$X''(x) + \frac{\lambda}{1 - \alpha \lambda} X(x) = 0. \quad (12)$$

Из граничных условий (7) получается

$$\begin{cases} X(0) + \gamma X'(0) = 0, \\ X(\ell) + \beta X'(\ell) = 0. \end{cases} \quad (13)$$

Собственные значения спектральной задачи (11)-(12) обозначим $\{\lambda_k\}$, системы собственных функций $\{X_k(x)\}$. Через ω_k обозначим $\omega_k = \sqrt{\frac{\lambda_k}{1 - \alpha \lambda_k}}$. Тогда системы собственных функций задачи (12), (13) будут в виде $\{X_k(x) = -\gamma \omega_k \cos \omega_k x + \sin \omega_k x\}$.

Кроме того, $\{\lambda_k = \frac{\omega_k^2}{1 + \alpha \omega_k^2}\}$. Таким образом, уравнение (11) будет иметь вид:

$$T_k''(t) + \frac{a^2 \omega_k^2}{1 + \alpha \omega_k^2} T_k(t) = 0. \quad (14)$$

Легко можно показать, что общее решение уравнения (14) имеет вид:

$$T_k(t) = A_k \cos a \sqrt{\lambda_k} t + B_k \sin a \sqrt{\lambda_k} t.$$

Следовательно, решение уравнения (9) удовлетворяющее граничным условиям (7) представляется в виде

$$z^*(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} [A_k \cos a \sqrt{\lambda_k} t + B_k \sin a \sqrt{\lambda_k} t] X_k(x), \quad (15)$$

где постоянные A_k и B_k определяются из начального условия (8) в виде

$$A_k = \varphi_k - \beta_k u(0), \quad B_k = \frac{1}{a \sqrt{\lambda_k}} [\psi_k - \beta_k u'(0)].$$

Здесь $\varphi_k = \int_0^{\ell} \varphi(x) X_k(x) dx$, $\psi_k = \int_0^{\ell} \psi(x) X_k(x) dx$, $\beta_k = \int_0^{\ell} X_k(x) dx$,

$$\varphi(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \varphi_k X_k(x) dx, \quad \psi(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \psi_k X_k(x) dx, \quad 1 = \sum_{k=1}^{\infty} \beta_k X_k(x) dx.$$

Таким образом, решение задачи (9)-(7)-(8) имеет вид:

$$z^*(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} [(\varphi_k - \beta_k u(0)) \cos a\sqrt{\lambda_k} t + \frac{1}{a\sqrt{\lambda_k}} [\psi_k - \beta_k u'(0)] \sin a\sqrt{\lambda_k} t] X_k(x). \quad (16)$$

Теперь решение уравнения (6) с однородными начальными и граничными условиями ищем в виде

$$\bar{z}(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} z_k(t) X_k(x), \quad (17)$$

где $\{X_k(x)\}$ - система собственных функций спектральной задачи (12), (13). Тогда из уравнений (6) для определения $z_k(t)$ получим следующие уравнения

$$z_k''(t) + a^2 \lambda_k z_k(t) = \frac{-\beta_k}{1 + \alpha \omega_k^2} u(t). \quad (18)$$

Легко можно показать, что решение уравнений (18) с однородным начальным условием имеет вид:

$$z_k(t) = \frac{1}{a\sqrt{\lambda_k}} \beta_k u'(0) \sin a\sqrt{\lambda_k} t - \beta_k u(t) + \beta_k u(0) \cos a\sqrt{\lambda_k} t + a\sqrt{\lambda_k} \beta_k \int_0^t u(\tau) \sin a\sqrt{\lambda_k} (t - \tau) d\tau$$

Следовательно, решение уравнения (6) с однородными начальными и граничными условиями имеет вид:

$$\bar{z}(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \left[\frac{1}{a\sqrt{\lambda_k}} \cdot u'(0) \sin a\sqrt{\lambda_k} t - \beta_k u(t) + \beta_k u(0) \cos a\sqrt{\lambda_k} t + a\sqrt{\lambda_k} \beta_k \int_0^t u(\tau) \sin a\sqrt{\lambda_k} (t - \tau) d\tau \right] X_k(x).$$

Используя метод определения решения неоднородного уравнения, после некоторых преобразований можно показать что, решение задачи (1)-(3) для каждого фиксированного управления $u(t) \in U$ представляется в виде:

$$y(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \left[\varphi_k \cos a\sqrt{\lambda_k} t + \frac{1}{a\sqrt{\lambda_k}} \psi_k \sin a\sqrt{\lambda_k} t + a\sqrt{\lambda_k} \beta_k \int_0^t u(\tau) \sin a\sqrt{\lambda_k} (t - \tau) d\tau \right] X_k(x). \quad (19)$$

Следует отметить, что функция определенная формулой (19), является обобщенным решением задачи (1)-(3).

3. Исследование решения задачи оптимального управления. Используя формулу для определения решения задачи (1)-(3) после некоторых эквивалентных преобразований функционал (4) можем привести к виду:

$$J(u) = I + 2 \int_0^T \omega(t) u(t) dt + \int_0^T \int_0^T R(t, s) u(t) u(s) dt ds + \beta \int_0^T u^2(t) dt, \quad (20)$$

где

$$\begin{aligned}
 I &= \sum_{k=1}^{\infty} [(\varphi_k \cos a\sqrt{\lambda_k}T + \frac{1}{a\sqrt{\lambda_k}}\psi_k \sin a\sqrt{\lambda_k}T - Q_{0k})^2 + \\
 &+ (-a\sqrt{\lambda_k}\varphi_k \sin a\sqrt{\lambda_k}T + \psi_k \cos a\sqrt{\lambda_k}T - Q_{1k})^2]. \\
 \omega(t) &= \sum_{k=1}^{\infty} [a\sqrt{\lambda_k}\beta_k (\varphi_k \cos a\sqrt{\lambda_k}T + \frac{1}{a\sqrt{\lambda_k}}\psi_k \sin a\sqrt{\lambda_k}T - Q_{0k}) \sin a\sqrt{\lambda_k}(T-t) - \\
 &- a^2\lambda_k (-a\sqrt{\lambda_k}\varphi_k \sin a\sqrt{\lambda_k}T + \psi_k \cos a\sqrt{\lambda_k}T - Q_{1k}) \cos a\sqrt{\lambda_k}(T-t)], \\
 R(t,s) &= \sum_{k=1}^{\infty} a^2\lambda_k\beta_k^2 \sin a\sqrt{\lambda_k}(T-t) \sin a\sqrt{\lambda_k}(T-s) + \\
 &+ \sum_{k=1}^{\infty} a^4\lambda_k^2\beta_k^2 \cos a\sqrt{\lambda_k}(T-t) \cos a\sqrt{\lambda_k}(T-s), \\
 Q_{0k} &= \int_0^{\ell} Q_0(x)X_k(x)dx, \quad Q_{1k} = \int_0^{\ell} Q_1(x)X_k(x)dx.
 \end{aligned}$$

Легко можно показать, что функции $\omega(t)$ и $R(t,s)$ являются непрерывными на $[0, T]$ и $[0 \leq t, s \leq T]$ соответственно. Кроме того $R(t,s)$ является положительным ядром в квадрате.

Теорема 1. Существует хотя бы одно управляющее воздействие $u(t)$, которое при решениях задачи (1)-(3) доставляет наименьшее значение функционалу (4).

Доказательство. Для доказательства теоремы покажем, что функционал (20) является слабо полунепрерывным снизу в U , т.е. какова бы ни была последовательность $\{u_n(t)\}$, слабо сходящаяся к $u_0(t)$, имеет место неравенство

$$J(u_0) \leq \liminf_{n \rightarrow \infty} J(u_n).$$

Рассмотрим оператор, определенный формулой $Ru = \int_0^T R(t,s)u(s)ds$. Ясно, что оператор R действует из $L_2(0, T)$ в $L_2(0, T)$. Кроме того из того, что $R(t,s)$ является симметричным и положительным ядром, следует, что оператор Ru положительно определен и самосопряженный. Следовательно, существует положительный квадратичный корень $R^{\frac{1}{2}}$ оператора R . Полагая $z = R^{\frac{1}{2}}u$, получаем $(Ru, u) = (R^{\frac{1}{2}}u, R^{\frac{1}{2}}u) = (z, z)$.

Рассмотрим произвольную последовательность $\{u_m(t)\}$, слабо сходящуюся к $u_0(t)$ в $L_2(0, T)$. Так как самосопряженный оператор ограниченно Ru , то следует ограниченность $R^{\frac{1}{2}}$, а поэтому последовательность $\{z_m(t) = R^{\frac{1}{2}}u_m(t)\}$ слабо сходится к $z_0(t) = R^{\frac{1}{2}}u_0(t)$. Из слабо сходимости $\{z_m(t)\}$ к $z_0(t)$ следует, что

$$(z_0, z_0) \leq \liminf_{m \rightarrow \infty} (z_m, z_m). \quad (21)$$

Следствием данного неравенства служит неравенство

$$(z_0, z_0) \leq \liminf_{m \rightarrow \infty} (z_m, z_m), \quad (22)$$

ибо если из последовательности $\{z_m(t)\}$ выделим подпоследовательность $\{z_{m_k}(t)\}$ такую, что $\lim_{k \rightarrow \infty} (z_{m_k}, z_{m_k}) = \overline{\lim}_{m \rightarrow \infty} (z_m, z_m)$, то последовательность $\{z_{m_k}(t)\}$ будет сходиться слабо к $z_0(t)$, так что для нее будет выполнено неравенство (21), т.е.

$$(z_0, z_0) \leq \overline{\lim}_{k \rightarrow \infty} (z_{m_k}, z_{m_k}) = \lim_{k \rightarrow \infty} (z_{m_k}, z_{m_k}) = \underline{\lim}_{m \rightarrow \infty} (z_m, z_m).$$

Функционал $J(u)$ представим в виде

$$J(u) = I + 2(\omega(t), u(t))_{L_2(0,T)} + (Ru, u(t))_{L_2(0,T)} + \beta_2(u(t), u(t))_{L_2(0,T)}.$$

Из неравенств (21), (22) и из свойства скалярного произведения следует, что

$$J(u_0) \leq \underline{\lim}_{m \rightarrow \infty} J(u_m).$$

Таким образом, функционал $J(u)$ является слабо полунепрерывным и ограниченным снизу на U . Отсюда в силу ограниченности и слабой замкнутости множества U следует, что существует хотя бы одно управление, доставляющее наименьшее значение функционалу $J(u)$. Так как функционал $J(u)$ строго выпуклый, это управление единственно. Исходя из этого теорема доказана.

Теперь вычислим градиент функционала. Легко можно показать, что

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} \frac{J(u(t) + \alpha v(t)) - J(u(t))}{\alpha} = \int_0^T [2\omega(t) + 2 \int_0^T R(t, s)u(s)ds + \beta u(t)]v(t)dt.$$

Следовательно

$$\text{grad}J(u) = 2[\omega(t) + \int_0^T R(t, s)u(s)ds + \beta u(t)].$$

Справедливы следующие теоремы [3]:

Теорема 2. а) Если $u_0(t)$ является решением уравнения

$$\omega(t) + \beta u(t) + \int_0^T R(t, s)u(s)ds = 0, \tag{24}$$

удовлетворяющее условию $u_0(t) \in U$, то это управление оптимальное.

б) Если $u_0(t)$ - оптимальное управление, удовлетворяющее условию $\|u_0(t)\| < 1$, то оно является решением уравнения (24).

Теорема 3. Пусть интегральное уравнение (24) не имеет решения $u(t)$, удовлетворяющего условию $u(t) \in U$. Тогда, для того чтобы управление $u_0(t) \in U$ было оптимальным, необходимо и достаточно, чтобы оно являлось решением следующего нелинейного интегрального уравнения:

$$\frac{\omega(t) + \beta u(t) + \int_0^T R(t, s)u(s)ds}{\left\| \omega(t) + \beta u(t) + \int_0^T R(t, s)u(s)ds \right\|_{L_2(0,T)}} = u(t). \tag{25}$$

Последняя теорема означает, что минимум функционала (20) достигается на границах области U , т.е. $\|u_0(t)\| = 1$.

Из существования оптимального управления следует, что уравнение (25) имеет решение всякий раз, когда уравнение (24) не имеет решения в U . Следовательно, оптимальное управление определяется как решение линейного интегрального уравнения

(24) или как решение нелинейного интегрального уравнения (25). Кроме того, легко можно показать, что при $\|\omega(t)\| > \|R(t, s)\|$ интегральное уравнение (24) не имеет решения в U .

ЛИТЕРАТУРА

1. Mammadov A.C., Yusifov B.M., Aliyev J.Z.. The optimum control of fluctuating system.// The 5th International Conference on Control and optimization with industrial Applications. 27-29 August, 2015, Baku, Azerbaijan, pp.126-128.
2. Ахиезер Н.И., Глазман И.М.. Теория линейных операторов. М., 1950
3. Мамедов А.Д. // Известия вузов. Математика. 1983, №2, с.17
4. Мамедов А.Д. // Дифференциальные уравнения. Т.25, №6, 1989, с.994-1000.

XÜLASƏ

RƏQS EDƏN SİSTEMİN SƏRHƏDDƏN OPTİMAL İDARƏ EDİLMƏSİ

Məmmədov Ə.C., Aliyev X.H.

Açar sözlər: sərhəd nəzarəti, optimal idarəetmə, kvadratik funksional, optimallıq şərtləri

Rəqs edən sistem üçün bir optimal idarəetmə məsələsi tədqiq edilir. İdarəedicisi sərhəd şərtinə daxil olur. İdarə edilən sistem dördtərtibli xüsusi törəməli tənliklə təsvir olunmuşdur. Optimallıq meyarı olaraq sistemin tam enerjisi götürülür. Qoyulan məsələnin varlığı və yeganəliyi isbat olunur. Daha sonra optimal idarəedicinin təyini qaydası verilir.

SUMMARY

OPTIMAL BORDER MANAGEMENT OF FLUCTUATING SYSTEM

Məmmədov A.C., Aliyev Kh.H.

Key words: border control, optimal management, square functional, optimization conditions

In this work, an optimal control problem for fluctuating system is studied. Administrator enters the border condition. The managed system is described with quadruple special derivative equation. Full power of the system is considered as optimization criterion. The existence and uniqueness of the problem is proved. Then? Optimal controller definition is provided.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	13.04.2017
	Son variant	25.09.2017

UOT 510.3

BƏZİ SONLU CƏMLƏRİN SƏMƏRƏLİ ÜSULLA HESABLANMASI¹SADİQOV MEHMAN NƏBİ oğlu²AĞAYAROV MƏTLƏB HÜSEYNQULU oğlu

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,2-dosent

e-mail: sdu.elmixeberler@mail.ru

Açar sözlər: bərabərlik, cəm, cəmin hesablanması, sonlu cəmlər, teorem

Məlumdur ki, müxtəlif cəmlərin hesablanması məsələlərində müxtəlif üsullar tətbiq edilir. Hesab edirik ki, oxucuya təqdim edilən məqalədə müəyyən cəmləri hesablamaq üçün səmərəli üsul verilmişdir. Bu məqsədlə əvvəlcə sonlu cəmlər üçün bir teorem isbat olunmuşdur.

Teorem. $S_n = a_1 + a_2 + \dots + a_n$ olarsa, onda

$$\sum_{k=1}^n a_k = na_{n+1} + \sum_{k=1}^n k(a_k - a_{k+1}) \quad (1)$$

bərabərliyi doğrudur.

İsbatı.

$$S_n = a_1 + a_2 + \dots + a_n = \sum_{k=1}^n a_k$$

olduğundan bu cəmin üzərində aşağıdakı eyni çevirmələri aparmaq olar:

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^n a_k &= a_1 + a_2 + \dots + a_n = (a_1 + 2a_2 + 3a_3 + \dots + na_n) - \\ &- (a_2 + 2a_3 + 3a_4 + \dots + (n-1)a_n) + (na_{n+1} - na_{n+1}) = \\ &= \sum_{k=1}^n k a_k - (a_2 + 2a_3 + 3a_4 + \dots + (n-1)a_n + na_{n+1}) + na_{n+1} = \\ &= \sum_{k=1}^n k(a_k - a_{k+1}) + na_{n+1}. \end{aligned}$$

Deməli,

$$\sum_{k=1}^n a_k = na_{n+1} + \sum_{k=1}^n k(a_k - a_{k+1})$$

olur.

Beləliklə, isbat etdik ki, (1) bərabərliyi doğrudur.

İndi isə (1) düsturunun köməyi ilə aşağıdakı cəmləri hesablayaq [1]:

- $1 + 2 + 3 + \dots + n$;
- $1^2 + 2^2 + 3^2 + \dots + n^2$;
- $1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3$.

Həlli.

$$a) \sum_{k=1}^n k = n(n+1) + \sum_{k=1}^n k(k - (k+1)) = n(n+1) - \sum_{k=1}^n k,$$

$$\sum_{k=1}^n k = n(n+1) - \sum_{k=1}^n k, \quad 2 \sum_{k=1}^n k = n(n+1), \quad \sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}.$$

Beləliklə, aldığımız ki, $1 + 2 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}$.

$$\begin{aligned} b) \sum_{k=1}^n k^2 &= n(n+1)^2 + \sum_{k=1}^n k(k^2 - (k+1)^2) = n(n+1)^2 + \sum_{k=1}^n k(-2k-1) = \\ &= n(n+1)^2 - 2 \sum_{k=1}^n k^2 - \sum_{k=1}^n k. \end{aligned}$$

$$\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2} \text{ olduğundan, } 3 \sum_{k=1}^n k^2 = n(n+1)^2 - \frac{n(n+1)}{2},$$

$$3 \sum_{k=1}^n k^2 = \frac{n(n+1)(2n+2-1)}{2} = \frac{n(n+1)(2n+1)}{2}.$$

Buradan alarıq ki,

$$\sum_{k=1}^n k^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}.$$

c) $1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3$ cəmini tapaq.

Aşkardır ki,

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3 = \sum_{k=1}^n k^3$$

yazmaq olar.

(1) düsturunu tətbiq etsək, alarıq:

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^n k^3 &= n(n+1)^3 + \sum_{k=1}^n k(k^3 - (k+1)^3) = n(n+1)^3 + \sum_{k=1}^n k(-3k^2 - 3k - 1) = \\ &= n(n+1)^3 - 3 \sum_{k=1}^n k^3 - 3 \sum_{k=1}^n k^2 - \sum_{k=1}^n k. \end{aligned} \quad (3)$$

(3) bərabərliyində

$$4 \sum_{k=1}^n k^3 = n(n+1)^3 - \sum_{k=1}^n k^2 - \sum_{k=1}^n k, \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^n k^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \quad \text{və} \quad \sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}$$

olduğundan, bunları (4) –də yerlərinə yazsaq alarıq:

$$\begin{aligned} 4 \sum_{k=1}^n k^3 &= n(n+1)^3 - 3 \cdot \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} - \frac{n(n+1)}{2} = \\ &= n(n+1)^3 - \frac{n(n+1)(2n+1)}{2} - \frac{n(n+1)}{2} = \frac{n(n+1)[2(n+1)^2 - (2n+1) - 1]}{2} = \\ &= \frac{n(n+1)(2n^2 + 4n + 2 - 2n - 1 - 1)}{2} = \frac{n(n+1)(2n^2 + 2n)}{2} = [n(n+1)]^2, \end{aligned}$$

$$4 \sum_{k=1}^n k^3 = [n(n+1)]^2 .$$

Buradan alarıq ki,

$$\sum_{k=1}^n k^3 = \frac{[n(n+1)]^2}{4} = \left(\frac{n(n+1)}{2}\right)^2$$

ƏDƏBİYYAT

1. Антипов И.Н., Виленкин Н.Я., Ивашев-Мусатов О.С., Мордкович А.Г. Избранные вопросы математики. 9 класс. Факультативный курс. М.: Просвещение, 1979.
2. Мордкович А.Г. Алгебра и начала анализа. М.: Высшая школа, 1979.

РЕЗЮМЕ

ВЫЧИСЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ КОНЕЧНЫХ СУММ УДОБНЫМ СПОСОБОМ

Садигов М.Н., Агаяров М.Г.

Ключевые слова: равенство, сумма, вычисление суммы, конечная сумма, теорема

При вычислении конечных сумм применяются различные способы. В данной статье применён новый способ, отличающийся от указанных. Он может считаться удобным. При вычислении предела этим способом применение будет иметь особое значение.

SUMMARY

CALCULATION OF SOME FINITE SUMS IN EFFECTIVE WAY

Sadiqov M.N., Aghayarov M.H.

Key words: Equality, sum, sum calculation, finite sum, theorem

Diferent ways are applied in the calculation of finite sums. The new method show in this article differs from these methods. This method can be considered a convenient method for calculating the limit of this method, the application will be of particular importance.

Daхilolma tarixi: İlkin variant 06.01.2017
Son variant

УДК 665.7.038.2.665.765

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СУЛЬФОНАТНЫЕ ПРИСАДКИ К СМАЗОЧНЫМ МАСЛАМ

КУЛАЛИЕВ ИКРАМ ДЖАННАТАЛИ ОГЛЫ

ВЕЛИЕВА СААДАТ МОВСУМ КЫЗЫ

ГАСАНОВА САДАГАТ АЮБ КЫЗЫ

САДИРЗАДЕ ИНАРА АЛИГЕЙДАР КЫЗЫ

Институт химии присадок НАН Азербайджана, Баку

e-mail: aki05@mail.ru

Ключевые слова: присадки, смазочные масла, алкилфенол, сульфонаты, многофункциональность действия.

На основе сульфометилированного метилен-бис-алкилфенола, полученного с использованием тетрамеров пропилена, синтезированы и исследованы маслорастворимые сульфонаты кальция. Полученные сульфонаты в качестве многофункциональных присадок значительно улучшают моющие, диспергирующие, противокоррозионные свойства и стабильность против окисления смазочных масел, а также обладают повышенной термостабильностью.

По ряду показателей разработанные присадки превосходят зарубежный аналог – присадку Хайтек 6060 М. С использованием полученного среднещелочного сульфоната разработано опытное моторное масло М-10Г₂, которое по показателям качества отвечает предъявляемым требованиям.

При создании моторных масел различного назначения, работоспособных в современных высокофорсированных двигателях, широко применяют моюще-диспергирующие присадки сульфонатного типа. Благодаря высоким эксплуатационным свойствам, нефтяные и синтетические сульфонаты при сравнительно небольших концентрациях обеспечивают получение моторных масел с необходимым уровнем моюще – диспергирующих и нейтрализующих свойств [1]. Значительный интерес представляют нейтральные и высокощелочные алкилфенолсульфонаты щелочноземельных металлов, которые одновременно улучшают несколько свойств (моющих, диспергирующих, противокоррозионных, антиокислительных) масел, что позволяет их использовать в смазочных композициях как многофункциональные присадки [2].

Показано, что для получения указанных присадок с высокими характеристиками наиболее приемлемым сырьем являются олигомеры этилена фракции С₂₀-С₂₈ и олигомеры пропилена фракции С₁₈-С₃₀. Однако в странах СНГ синтетические сульфонаты не вырабатываются из-за ограниченного промышленного производства высокомолекулярных олефинов.

Поэтому актуальность приобретают исследования по разработке маслорастворимых сульфонатов на основе доступного альтернативного сырья – додецилфенола, вырабатываемого с использованием сравнительно низкомолекулярных олефинов – тетрамеров пропилена. Додецилфенол является индивидуальным соединением, по показателям качества и стабильности состава превосходит алкилфенолы на основе смеси олефинов. В нем отсутствуют низкомолекулярные алкилфенолы, а содержание диалкилфенолов не превышает 5%. В связи с этим нами осуществлен синтез новых многофункциональных присадок – метилен-гидроксиалкилбензилсульфонатов с различной

щелочностью с использованием додецилфенола и исследовано их влияние на свойства смазочных масел.

Исходный додецилфенол характеризуется следующими физико-химическими показателями: плотность при 20⁰С- 924,6 кг/м³; показатель преломления n_d^{20} – 1,5040; молекулярная масса- 260 и представлен в осном моноалкил производным.

Конденсацию додецилфенола с формальдегидом проводили при мольном соотношении 2:1 в кислой среде при температуре 96-98⁰С до получения продукта с показателем преломления $n_d^{20} = 1.5130$ по методике [3].

Реакцию сульфометилирования полученного метилен-бис-алкилфенола с гидроксиметансульфонатом натрия (бисульфитное производное формальдегида) проводили при мольном соотношении 1:1, температуре 70-80⁰С в течении 10 ч в растворе нонана известным методом [4]. Затем взаимодействием образующегося сульфоната натрия с гидроксидом кальция при 70-80⁰С в течение 5 ч синтезирован нейтральный сульфонат НСК_{ПК}. Карбонатацией указанного продукта диоксидом углерода в присутствии избытка гидроксида кальция, промотора- метанола, растворителя- толуола, масла разбавителя М-6 при температуре 40-45⁰С, продолжительности процесса 1ч синтезирована среднещелочная присадка СС-150_{ПК}. Состав и строение сульфонатов подтверждены методами элементного анализа и ИК-спектроскопии. Содержание активного вещества в присадках определяли методом жидкостной адсорбционной микрохроматографии.

В ИК спектрах сульфонатов присутствуют полосы поглощения в области 1050-1070 и 1160-1250 см⁻¹ возникающие в результате валентных симметричных и асиметричных колебаний связи S=O группы SO₃, полосы в области 3100-3500 см⁻¹ обусловлены валентными колебаниями группы ОН. ИК полосы в области 840-880 см⁻¹ характеризуют 1,2,4,6-замещения в ароматическом кольце, полосы поглощения в области 1420-1440 см⁻¹ характерны для деформационных колебаний группы СН₂-Ar.

Исследование физико-химических и функциональных свойств полученных присадок проводили стандартными лабораторными методами. Термическую стабильность присадок изучали на дериватографе типа ОД- 102Т системы Паулик (Венгрия) в динамическом режиме нагрева со скоростью 5⁰С/мин на воздухе. Эталонном служил прокаленный оксид алюминия.

Моющие свойства определяли на установке ПЗВ, диспергирующие свойства- при 250⁰С по методу[5]. Противокоррозионные свойства оценивали на приборе ДК-НАМИ при 140⁰С в течение 25ч, стабильность против окисления – на приборе ДК-НАМИ при 200⁰С в течение 30 ч.

Стабильность коллоидной дисперсии среднещелочного сульфоната оценивали по методу [6], заключающемуся в разложении присадки в присутствии 15% воды при 110⁰С в течение 4ч. Стабильность коллоидной дисперсии устанавливали по уменьшению щелочности присадки, выраженной в % от исходной. Полученные присадки НСК_{ПК} и СС-150_{ПК} представляют собой вязкие жидкости темно-коричневого цвета, характеристики которых представлены в табл.1. Там же для сравнения показаны аналогичные показатели для известной сульфонатной присадки Хайтек 6060М, полученной на базе синтетических алкилбензолов. Как следует из приведенных данных, сульфонаты на основе продуктов додецилфенолформальдегидной конденсации полностью растворимы в базовом масле и характеризуются хорошими физико-химическими и функциональными свойствами.

Являясь присадками многофункционального действия, они значительно улучшают моющие, диспергирующие, противокоррозионные свойства и стабильность против окисления масла М-11. По некоторым физико-химическим показателям (содержанию активного вещества, степени чистоты) разработанные метилен-бис-гидроксиалкилбензил-сульфонаты кальция с различной щелочностью превосходят присадку Хайтек 6060М. По моющим свойствам эти присадки находятся на уровне зарубежного аналога, а по стабильности против окисления, диспергирующим и противокоррозионным свойствам

превосходят его. Так, при введении в масло М-11 присадок НСК_{ПК} и СС-150_{ПК} в концентрации 5% коррозия на свинце составляет 42 и 25 г/м² соответственно, в то время как для присадки Хайтек 6060М этот показатель равен 85 г/м².

Таблица 1

Физико-химические и функциональные свойства синтетических

Показатели	Сульфонаты кальция		
	НСК _{ПК}	СС-150 _{ПК}	Хайтек 6060М
Щелочное число, мгКОН/г	34	153	142
Массовая доля, % сульфоната кальция	47,5	31,8	30
кальция	2,8	5,7	-
Зольность сульфатная, % мас.	11,8	23,7	23,1
Степень чистоты, мг/100 г	180	200	300
Моющие свойства на установке ПЗВ, баллы *	0,5	0	0,5
Диспергирующая способность при 250 ⁰ С, % *	60	70	60
Коррозия на свинце, г/м ²	42	25	85
Стабильность против окисления, %*: осадок	0,6	0,5	0,9
прирост вязкости	58	49	78
Термическая стабильность: температура, ⁰ С, соответствующая потере массы			
10	300	315	290
50	405	420	400
Стабильность коллоидной дисперсии, %	-	79	76
Растворимость в масле	Полная		

*Масло М-11 с 5% присадки

Синтезированный среднещелочной сульфонат СС-150_{ПК} обладает высокой стабильностью коллоидной дисперсии к действию воды и по данному показателю находится на уровне аналога(79 и 77%).

Полученные данные согласуются с результатами термоаналитических исследований присадок. Сульфонаты на основе додецилфенолформальдегидной конденсации обладают высокой термической стабильностью и по этому параметру несколько превосходят зарубежный аналог. Так, температура, при которой потеря массы присадок НСК_{ПК} и СС-150_{ПК} составляет 50%, достигает соответственно 405 и 420⁰С против 400⁰С для присадки Хайтек 6060М.

Выявленная многофункциональность и высокая эффективность полученных присадок объясняется наличием в их составе двух фенольных гидроксидов, алкильных радикалов, сульфонатного фрагмента и их внутримолекулярным синергизмом. Среднещелочная присадка СС-150_{ПК} исследована в качестве моюще- диспергирующего компонента в составе моторного масла М-10 Г₂, для автотракторных дизелей. Результаты предварительных лабораторных испытаний (таблица.2) показали, что опытное масло М-10 Г₂ обладает высокими физико-химическими и функциональными свойствами и соответствует требованиям, предъявляемым к указанному маслу.

Таким образом, показана возможность получения эффективных маслорастворимых сульфонатных присадок на основе сульфометилированного метилен-бис-додецилфенола, синтезированного с использованием тетрамеров пропилена. Полученные нейтральная и среднещелочная сульфонаты обладают многофункциональными свойствами и существенно улучшают моющие, диспергирующие, противокоррозионные свойства и стабильность против окисления смазочных масел, а также характеризуются повышенной термостабильностью и высокой коллоидной стабильностью к действию воды. Высокая эффективность разработанных присадок позволяет их использовать в составе современных моторных масел в меньших концентрациях по сравнению с товарными присадками (на 20-25%) и достичь экономического эффекта.

Таблица 2

Характеристика опытного моторного масла М-10 Г₂

Показатели	Моторное масло М-10 Г ₂	
	норма	опытное
Вязкость кинематическая при 100 ⁰ С, мм ² . с ⁻¹	11±0.5	11,1
Индекс вязкости, не менее	85	85
Щелочное число, мг КОН на 1 г масла, не менее	6,0	7,8
Зольность сульфатная, %, не более	1,65	1,57
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,015	0,006
Температура, ⁰ С вспышки в открытом тигле, не ниже застывания, не выше	205 - 15	210 - 15
Коррозионность на пластинках свинца, г/м ² , не более	20	Отсутствует
Моющие свойства по ПЗВ, баллы, не более	1,0	0
Стабильность по индукционному периоду осадкообразования, ч, не менее	40	40

ЛИТЕРАТУРА

1. Борщевский С.Б. Моюще-диспергирующие присадки к смазочным маслам. Мир нефтепродуктов. М.: Техинформ МАИ, 2007, №5, с. 42-46.
2. Садыхов К.И. Нефтяные и синтетические сульфонатные присадки к моторным маслам. Баку: Элм, 2006, с. 180.
3. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. Л. : Химия, 1985, с. 312.
4. Абдуллаев Н.Г. Многофункциональные присадки на основе сульфометилированных алкилфенолов. Химия и технология топлив и масел. М.: Нефть и газ, 1999, №3, с.42-43.
5. Главати О.Л., Главати Е.В., Рабинович И.Л. Оценка диспергирующих свойств моторных масел. Химия и технология топлив и масел. М.: Нефть и газ, 1976, №3, с. 60-63.
6. Габсатарова С.А., Главати О.Л., Рабинович И.Л. Оценка коллоидной стабильности высоко-щелочных сульфонатных присадок. Нефтепереработка и нефтехимия. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1974, вып. 11, с.7-10.

XÜLASƏ
SÜRTKÜ YAĞLARI ÜÇÜN ÇOXFUNKSIYALI SULFONAT AŞQARLARI
Güləliyev İ.C, Vəliyeva S.M, Həsənova S.Ə, Sədizadə İ.Ə

Açar sözlər: *aşqarlar, sürtkü yağları, alkilfenol, sulfonatlar, çoxfunksiyalı təsir.*

Tetramer propilenin iştiraki ilə alınan metilen-bis-alkilfenolun sulfometilləşməsi məhsulu əsasında yağda həll olan neytral və orta qələvili kalsium sulfonatları sintez edilərək tədqiq olunmuşdur. Alınmış sulfonatlar çoxfunksiyalı aşqar olaraq sürtkü yağlarının yuyucu, dispersiyaedici, korroziyaya və oksidləşməyə qarşı stabillik xassələrini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırır və yüksək termiki stabilliyə malikdir. İşlənib hazırlanmış aşqarlar bəzi göstəricilərə görə xarici analoq olan Хайтек 6060M aşqarından üstündür. Alınmış orta qələvili sulfonatın iştiraki ilə keyfiyyət göstəricilərinə görə bütün tələblərə cavab verən M-10Г₂ təcrübi motor yağı işlənib hazırlanmışdır.

SUMMARY
MULTIFUNCTIONAL SULFONATE ADDITIVES FOR LUBRICATING OILS
Gulaliyev I.D, Veliyeva S.M, Hasanova S.A, Sadirzadeh I.A

Key words: additives, lubricating oils, alkylphenol, sulfonates, multifunctionality.

On the basis of sulphometylated methylene-bis-alkyl phenol obtained by using propylene tetramers neutral and mid alkaline oil soluble calcium sulfonates were synthesized and studied. Derived sulfonates as multifunctional additives notably improve detergency, dispersant, anti-corrosion properties and stability against oxidation of lubricating oils as well as possess high thermal stability. According to some indicators, developed additives surpass foreign analog – Hitech 6060M additives. Using given mid alkaline sulfonate, experimental motor oil M-10G₂ was developed which in terms of quality meets the requirements.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	09.01.2017
	Son variant	25.09.2017

UOT 544.3

İZOPROPİL SPİRTİNİN KONDENSLƏŞMƏSİ İLƏ DİİZOPROPİL EFİRİNİN ALINMA REAKSİYASININ TERMODİNAMİK TƏHLİLİ

¹AĞAYEV ƏKBƏR ƏLİ oğlu
²CAVADOVA FƏRƏH FUAD qızı
³QARAYEVA İRADƏ EYVAZ qızı
⁴FEYZULLAYEVA GÜLNAR ƏFLATUN qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti,
1- professor, 2- dissertant, 3- dosent, 4- magistrant
e-mail: qarayeva1971@mail.ru

Açar sözlər: İzopropil spirti, diizopropil efiri, kondensləşmə tarazlıq sabiti, tarazlıq çıxımı, termodinamik təhlil.

Benzinlərin detonasiyaya davamlılığını artıran və ekoloji durumunu yaxşılaşdıran oksigenatlardan biri olan diizopropil efirinin izopropil spirtindən alınma reaksiyasının termodinamik hesabı aparılmış və təhlili verilmişdir. 27-227⁰C temperatur həddlərində diizopropil efirinin tarazlıq çıxımının 40-46% olduğu müəyyən edilmişdir.

Neft emalı və neft kimyasının iritonajlı məhsulu sayılan avtomobil benzinlərinin istehsalı neftin ümumi hasilatının ~25 % -ni təşkil edir.

Keçən əsrin axırlarında və XXI əsrdə benzinlərin istehsalına təsir edən əsas amillərə onların antidetonasiya xassələri və ekoloji təmizliyini misal göstərmək olar [1]. Məlumdur ki, benzinlərin detonasiyaya davamlılığı oktan ədədi ilə ifadə olunur. Onun artırılması istiqamətində bir sıra proseslər və əməliyyatlar işlənilib hazırlanmışdır və sənayedə tətbiq olunur. Katalitik krekinq, katalitik riforminq, hidrokrekinq prosesləri alkilat və polimer benzinin alınması, aşqarlar və qatqıların əlavə olunması və s. dediklərimizi sübut edir.

Bu problemin prinsipial həllində tərkibində karbohidrogenlərdən başqa, oksigenli birləşmələrin (oksigenatların) olduğu “formullaşmamış” benzinlərin istehsalı xüsusi yer tutur. Belə birləşmələrə metilüclübutil efirini diizopropil efirini üçlüamilefirini, etil-üclü butil efirini diizopropil efirini və s. [2] misal göstərmək olar. Benzinlərin istismar və ekoloji göstəricilərini xeyli artıran oksigenatların yanacaqda qatılığı ≤ 2.7 kütlə % olmalıdır. Bu halda işlənmiş qazlarda dəm qazının mol payı 16.0 %, C_xH_y birləşmələrin qatılığı isə 10.0 % -i keçmir.

Oksigenatlar içərisində gələcəyi olanlardan biri də, daha dəqiq desək, önəmlisi də diizopropil efiridir. Onun böyük xammal bazası mövcuddur. Belə ki, propilenin resursları izobutilen və izoamilenlərlə müqayisədə bir neçə dəfə çoxdur.

Katalitik krekinqdən alınan propilənlə yanaşı, piroliz, aseton və izopropanolun istehsallarında alınan tullantıları da bura aid etmək olar. Deməli, onun istehsalını istənilən neft emalı zavodunda qurmaq mümkündür. Digər tərəfdən metil üclübutil efiri ilə müqayisədə aşağı maya dəyəri ilə seçilən diizopropil efirinin istehsalının perspektivliyi daha önəmli görünür.

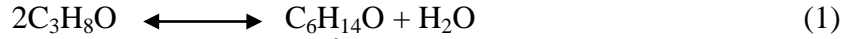
İzoolefinlərlə müqayisədə reaksiyaya girmə qabiliyyəti bir qədər aşağı olan propiləndən diizopropil efirinin alınması daha sərt şəraitdə seolitlər iştirakında aparılır ($T= 250-260$ °C və $P= 14$ mPa) və bu sahədə liderlik Mobil şirkətinə məxsusdur [3].

Ona görə də diizopropil efirinin alınmasında ikimərhələli üsula daha çox üstünlük verilir. Birinci mərhələdə propilen və sudan izopropil spirtini alırlar ki, onun ikinci mərhələdə kondensləşməsindən diizopropil efiri istehsal olunur.

Hesabatda izopropil efirinin kondensləşmə reaksiyası ilə diizopropil efirinin alınmasının termodinamik araşdırmaları aparılmışdır.

Termodinamik təhlili aparmaqda əsas məqsəd izopropil spirtinin kondensləşmə reaksiyanın baş vermə ehtimalını və onun şəraitini müəyyən etmək, tarazlıq sabitləri və tarazlıq çıxımlarını hesablamaqdır.

Kondensləşmə reaksiyası aşağıdakı tənliyə əsaslanır.



İlk növbədə, reaksiyanın istilik effektinin $\Delta H_T^0 = f(T)$ və Hibs enerjisinin 27-627 temperatur həddlərindəki asılılıqları $\Delta G_T = f(T)$ hər 100^0 C-dən bir tapılıb qurulmuşdur. İlkin termodinamik göstəricilərin hesablanmasında Andersen üsulundan (4) istifadə edilmiş, hidrogeni metil qrupları və digərləri ilə əvəz edərək empirik metodla düzəlişlər aparılmışdır (cə.d.1, cə.d. 2).

Cədvəl 1

İzopropil spirti üçün Andersen üsulu ilə termodinamik göstəricilərin hesablanması

Maddə	A C/mol·dər	$bx10^3$ C/mol·dər	$C \times 10^6$ C/mol·dər
Metan	15.88	69.64	-13.57
-CH ₃	-8.38	97.21	-38.21
- CH ₃ (ikili)	4.57	74.54	-27.11
-OH	13.28	-62.26	23.42
Birləşmə	16.97	276.33	-93.6

Bütün ilkin məlumatları cədvələ (cə.d.3) toplayıb (Δi_R) reaksiya üçün termodinamik parametrlərin dəyişməsinə hesablayaq. Bu zaman məlum [5] kəmiyyətlərdən də istifadə olunur.

Cədvəl 2

Diizopropil efiri üçün Andersen üsulu ilə termodinamik göstəricilərin hesablanması

Maddə	$\Delta H'_{298}$ kC/mol	S^o_{298} C/mol	a C/mol·dər	$bx10^3$ C/mol·dər	$c \times 10^6$ C/mol·dər
Dimetil efiri	-192.74	266.90	26.90	166.10	-48.0
İkili əvəzetməyə düzəliş: sadə və mürəkkəb efirlərdə-CH ₃ qrupları ilə (4 qrup)	-29.33	58.66	-0.04	73.66	-22.33
Birləşmə	-310.10	501.54	26.73	460.73	-137.31

Cədvəl 3

$C_3H_6 + C_3H_7OH \rightarrow C_3H_7-O-C_3H_7$ reaksiyası üçün termodinamik göstəricilər və onların dəyişməsi

Termodinamik göstəricilər, ölçü vahidi ilə	Maddə			
	C ₃ H ₈ O	H ₂ O	C ₆ H ₁₄ O	Δi_R
$\Delta H'_{298}$ kC/mol	-272.98*	-242.18	-319.28*	-15.50
S^o_{298} C/mol	310.35*	189.01	390.80*	-40.89
a, C/mol·dər	16.97	30.17	26.73	22.96
$bx10^3$ C/mol·dər	276.33	11.31	460.73	-80.62
$cx10^6$ C/mol·dər	-93.69	-	-137.30	50.07

$\Delta H_T^0 = (T)$ asılılığı $\Delta H_T^0 = \Delta H_{T298}^0 + \Delta aT + \frac{\Delta b}{2} T^2 + \frac{\Delta c}{3} T^3$ tənliyi ilə ifadə olunur. Burada ΔH_{T298}^0 -25 ⁰C –də reaksiyanın istilik effekti Δa , Δb , Δc $\Delta C_p = f(T)$ tənliyindəki reaksiyanın iştirakçılarının uyğun əmsallarının cəbri cəmidir.

Hibs enerjisinin temperatur asılılığı $\Delta G_T^0 = f(T)$ Hibs–Helm–Hols tənliyinin inteqrallaşmasından alınır.

$$\Delta G_T^0 = \Delta H_{T298}^0 + \Delta aT \ln T + \frac{\Delta b}{2} T^2 + \frac{\Delta c}{3} T^3 + JT$$

Adətən, istər entalpiya dəyişməsi istərsə də Hibs enerjisi dəyişikliyi standart şərait üçün hesablayırlar. Bu zaman $\Delta G_T^0 = -331$ KC/ mol qiymətini alır ki, bu da izopropil spirtinin kondensləşmə reaksiyasının baş verməsində məhdudiyyətlərin olmadığını göstərir. Temperaturdan asılı olaraq, ΔG_T^0 aşağıdakı kimi dəyişir. $\Delta G_{127}^0 = 4.13$ kc/mol, $\Delta G_{427}^0 = -5.5$ kc/mol və $\Delta G_{627}^0 = -6.68$ kc/mol. Təzyiqin artması həmin temperaturda standart reaksiyanın istilik effektini dəyişir ki, bu da yüksək təzyiqdə maddə entalpiyasının dəyişməsi ilə bağlıdır.

Reaksiyanın hər bir iştirakçısı üçün göstəricisi hesablanmalıdır

$$\frac{H^0 - H}{T_{kr}} = f(\pi, \tau, Zkr)$$

ki, o da temperatur və təzyiqdən asılıdır. Hesablamalar məlum metodiki (4) üzrə həyata keçirilmişdir. İlk növbədə, Lidersen metodu ilə diizopropil efirinin kritik parametrləri hesablanır.

$$T_{kr} = \frac{T_Q}{\theta}$$

burada T_Q – maddənin atmosfer təzyiqində qaynama temperaturu K ilə, θ isə $\theta = 0.567 + \Sigma \Delta T - (\Sigma \Delta T)^2$ ilə hesablanmış birləşmənin sabitidir. $\Sigma \Delta T$ həmin maddənin parçalanması mümkün olan qrupların struktur və atom sabitlərinin cəmidir.

Kritik təzyiq aşağıdakı tənlik ilə hesablanmışdır.

$$P_{kr} = \frac{M}{(F+0.34)^2}$$

M- birləşmənin molekul kütləsi F- sturuktur və atom sabitlərinin (ΔP) cəmini ifadə edən sabitdir. Diizopropil efiri üçün atom və struktur qrupların ΔT və ΔP – nin qiymətləri aşağıda göstərilmişdir (cədv.4)

Cədvəl 4

Diizopropil efiri üçün ΔT və ΔP –nin qiymətləri

Struktur Qruplar	Qrupların sayı	ΔT	ΔP
-CH ₃	4	0.020	0.227
-CH	2	0.012	0.210
-O-	1	0.021	0.160
Σ		0.125	1.488

$$\theta = 0.567 + 0.125 - (0.125)^2 = 0.676$$

$$T_{kr} = 68.3 / 0.676 = 232.1 \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$P_{kr} = 102 / (1.488 + 0.34)^2 = 3.05 \text{ MPa}$$

Düzəlişləri müəyyən etdikdən sonra verilmiş şərait üçün istilik effektini müəyyən edirik.

$$\Delta H_T^p = \Delta H_T^0 - \Delta \left(\frac{H^0 - H}{T_{kr}} \right) T_{kr}$$

$$\Delta \left[\left(\frac{H^0 - H}{T_{kr}} \right) T_{kr} \right] = \Sigma v_1 \left[\frac{H^0 - H}{T_{kr, \text{Məh}}} T_{kr} \right] - \Sigma v_1 \left[\frac{H^0 - H}{T_{kr, \text{ilkin}}} T_{kr} \right]$$

burada ΔH_T^0 verilən temperaturda və standart şəraitdə reaksiyanın istilik effektidir. Məsələn: (1) reaksiya üçün $T = 27 \text{ } ^\circ \text{C}$ və $P = 1.0 \text{ MPa}$ şəraitdə istilik effektini müəyyən edək. Cədvəldə reaksiya iştirakçılarının bütün kritik və verilmiş parametrləri toplanır.

Cədvəl 5

Diizopropil efirinin sintezində istifadə olunan komponentlərin kritik və digər parametrləri

Parametr	İzopropil spirti	Su	Diizopropil efiri
$T_{kr}, ^\circ C$	235.8	374.4	232.1
P_{kr}, MPa	4.7	21.83	3.05
Z_{kr}	0.25	0.230	0.250
π	0.213	0.046	0.328
τ	0.59	0.463	0.594
$(H^0-H)/T_{kr}, C/mol, ^\circ C$	134.85	95.60	143.09
$H^0-H C/mol$	31797.0	8541.15	7926.53

$$\Delta(H^0-H) = 5405.85 \text{ C/mol}$$

$$\Delta H_{300}^0 = -11.79 \text{ kC/mol}$$

$$\Delta H_{300}^0 = -17.20 \text{ kC/mol}$$

Analoji qaydada reaksiyanın başqa şəraitləri üçün hesablamalar aparılmış və alınan nəticələr 6 sayılı cədvəldə yığılmışdır.

Sistemin ideal olduğunu qəbul edib tarazlıq qarışığının tərkibini hesablayırıq.

Cədvəl 6

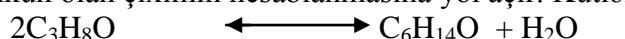
İzopropil spirtinin kondensləşmə reaksiyasının istilik effektinin (ΔH_T^0) temperatur və təzyiqdən asılılığı

Təzyiq, atm	Temperatur, $^\circ C$		
	27	227	427
1	-11.79	-12.01	-13.46
10	-17.20	-13.28	-14.68
20	-17.15	-5.38	-15.19
40	-10.36	-26.81	-15.61

ΔG_T^0 -qiymətini bildikdən sonra həmin temperaturda tarazlıq sabitini hesablayaq:

$$\ln K_t^0 = -\Delta G_T^0 / RT$$

K_t^0 -qiymətinin müəyyən edilməsi tarazlıqda olan sistemin tərkibinin, yəni maksimum mümkün olan çıxımın hesablanmasına yol açır. Kütlələrin təsiri qanununa əsasən:



$$t_0 \quad 2 \quad \quad \quad 0 \quad 0 \text{ mol}$$

$$t_t \quad 2(1-X) \quad \quad \quad x \quad x$$

reaksiyanın qarışığındakı komponentlərin mol paylarını hesablaya bilərik

$$N_{ips.} = 2(1-X) / [X+X+2(1-X)] = 2(1-X)/2 = 1-X$$

$$N_{C_3H_8} = X / [X+X+2(1-X)] = X/2$$

$N_{DIPE} = X / [X+X+2(1-X)] = X/2$ onda kütlələrin təsiri qanunu $K_t^0 = X^2/4(1-X)^2$ kimi ifadə olunur. Alınan nəticələr 7 sayılı cədvəldə verilir.

Cədvəl 7

$P=0.1 \text{ MPa}$ təzyiqdə izopropil spirtinin kondensləşmə reaksiyası üçün hesablanmış tarazlıq qarışığının tərkibi

$T, ^\circ C$	$\Delta G_T^0 \text{ c/mol}$	$\ln K_t$	X	$N_{ips.}$	N_{su}	N_{DIPE}
27	-15740	1.50	0.92	0.085	0.46	0.458
127	-17317	1.24	0.89	0.109	0.445	0.446
227	-19068	1.0953	1.1	0.13	0.435	0.435

Beləliklə, alınan nəticələrin təhlili göstərir ki, 27-227 $^\circ C$ temperatur həddlərində izopropil spirtinin kondensləşmə reaksiyası ilə diizopropil efirinin alınması yaxşı çıxımla (40-46 %) baş verə bilər. Bu nəticə təklif olunan üsulla diizopropil efirinin alınmasının praktiki əhəmiyyət kəsb etdiyini göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. Гуреев А.А, Азев В.С., Автомобильные бензины. Свойства и применение М.: Нефть и газ, 1966, 444с.
2. Chu P, Kuhl G. Preparation of MTBE over zeolite catalysts // Ind. and Eng. Chem. Res. 2088, v. 26, p 365-369.
3. Емельянов В.У. Проблемы производства отечественных автомобильных бензинов и пути их использования // Мир нефтепродуктов. Москва: Техинформ МАИ, 2010, № 3, с.15-19.
4. Казанская А.С., Скобло В.А. Расчеты химических равновесий М.: Высшая школа, 1974, 246с.
5. Стал Д., Растрем Э. Зинке Г. Химических термодинамика органических соединений М.: Мир, 1971, 451с.

РЕЗЮМЕ

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕАКЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДИИЗОПРОПИЛОВОГО ЭФИРА КОНДЕНСАЦИЕЙ ИЗОПРОПИЛОВОГО СПИРТА.

Агаев А.А., Джавадова Ф.Ф., Гараева И.Э., Фейзуллаева Г.А.

Ключевые слова: *изопропиловый спирт, диизопропиловый эфир, конденсация, константа равновесия, равновесный выход, термодинамическая оценка.*

Произведен термодинамический расчет и анализ реакции получения диизопропилового эфира на основе изопропилового спирта, который является одним из лучших оксигенатов для повышения антидетонационных и экологических свойств бензинов. Определено, что в температурном интервале 27-227⁰С равновесный выход диизопропилового эфира составляет 40-46%.

SUMMARY

THERMODYNAMIC ANALYSIS OF THE REACTION CAN BE OBTAINED BY CONDENSATION OF ISOPROPYL ALCOHOL ETHER DIIZOPROPIL

Aghayev A.A., Javadova F.F., Garayeva I.E., Feyzullayeva G.A.

Key words: *isopropyl alcohol, diisopropyl ether, condens equilibrium consrant, equilibrium thermodynamic analysis.*

Oxygenates to improve the environmental situation of the increasing resistance of detonation petrol and diisopropyl, broadcast ing is one of the thermodynamic reaction of isopropanol account acquisition and analysis were conducted ⁰С temperature within 27-227 40-46% diisopropyl, ether was found to be in equilibrium output.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	09.02.2017
	Son variant	25.09.2017

UOT: 542.978:541.127:547.496.3

TETRAHİDROPIRİMİDİNTİONLARIN SİNTEZİ VƏ TƏDQIQI

¹FƏRZƏLİYEV VAQİF MƏCİD oğlu²NƏZƏROV NƏZƏR MÖHÜBBƏT oğlu³SUCAYEV ƏFSUN RƏZZAQ oğlu

AMEA akad. Ə.M.Quliyev adına Aşqarlar Kimyası İnstitutu, Bakı

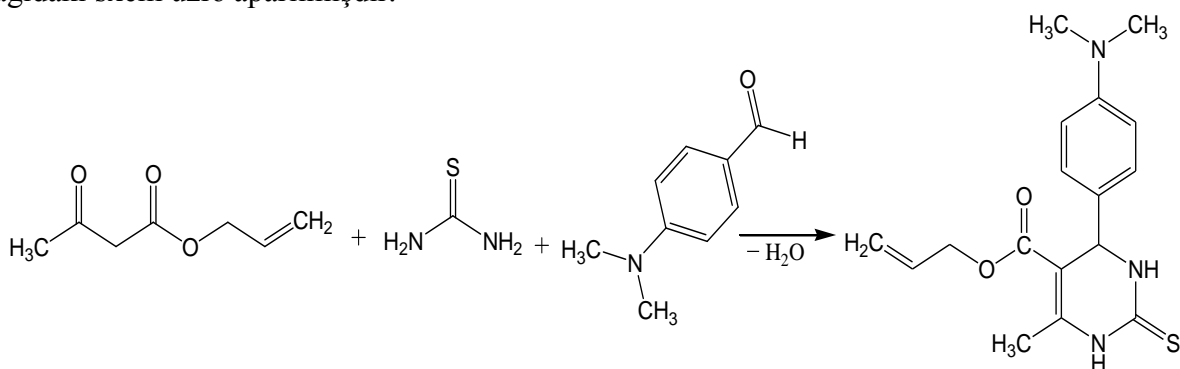
1-akademik, 2-k.e.i., 3-b.e.i.

e-mail: nazarov-nazar@rambler.ru**Açar sözlər:** tiokarbamid, etilasetat, tetrahidropirimidintion, antibakterial, antifunqisid.

Pirimidintionların müxtəlif analogları effektiv antibakterial, antivirus, antifunqisid (göbələklərə qarşı) təsirə malikdirlər. Bioloji aktivliyini nəzərə alaraq tərəfimizdən pirimidintionların yeni törəmələri sintez edilmiş və müxtəlif funksional xassələrinin öyrənilməsi istiqamətində müəyyən qədər elmi-təcrübi araşdırmalar aparılmışdır.

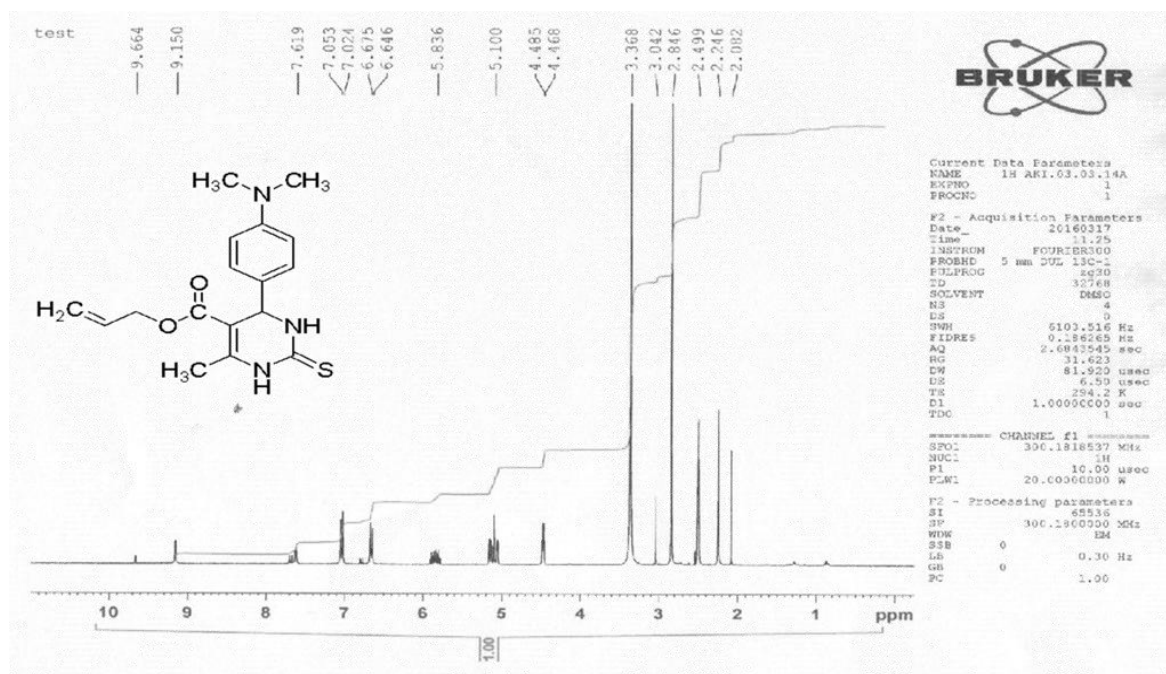
Giriş. Dikarbonilli birləşmələrin müxtəlif aldehidlər və karbamidlə üçkomponentli kondensləşmə reaksiyaları aparılsa da, onların tiokarbamidlə qarşılıqlı təsir reaksiyaları az öyrənilmiş və, demək olar ki, ətraflı tədqiq edilməmişdir. Ən son məlumatlara görə, tiokarbamid və onların müxtəlif törəmələri kükürd üzvi birləşmələrinin alınmasında sərfəli reagent hesab olunur [1,2]. Azot və kükürd tərkibli üzvi maddələrin tibb praktikasında şiş xəstəliyinə, keçici mikroblara qarşı müalicəvi əhəmiyyətə malik maddələr olmasını [3] nəzərə alaraq, tərəfimizdən dünya ədəbiyyat məlumatlarında rast gəlinməyən, geniş təhlilə ehtiyacı olan tiokarbamidin tsiklik törəmələrinin ətrafında müəyyən qədər elmi və praktiki araşdırmalar aparılmışdır [4,5].

Nəticələrin müzakirəsi. Bu nöqteyi-nəzərdən tiokarbamidin dimetilaminobenzaldehyd, aldehidlər və allil asetoasetatla birmərhələli üçkomponentli kondensləşmə reaksiyası mühüm əhəmiyyətə malikdir. Reaksiya nəticəsində tiokarbamidin tsiklik törəməsi olan allil4-(4-(dimetilamino)fenil)-6-metil-2-tioxo-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5-karboksilat alınır. Reaksiya aşağıdakı sxem üzrə aparılmışdır.



Bu reaksiyanın təhlilindən məlum olur ki, tiokarbamid spesifik dəyişikliyə uğrayır. Məlum olduğu kimi, tiokarbamid molekulunda reaksiya qabiliyyətli bir neçə aktiv mərkəz mövcuddur. Belə mərkəzlərdən biri məhz tiokarbamidin yuxarıdakı reaksiya üzrə aldehid və β-ketoefirlərlə qarşılıqlı təsiri zamanı çevrilməyə məruz qalan amin qrupudur. C=S reaksiya mərkəzi fraqment kimi əmələ gələn tetrahidropirimidintionun tərkibinə daxil olur.

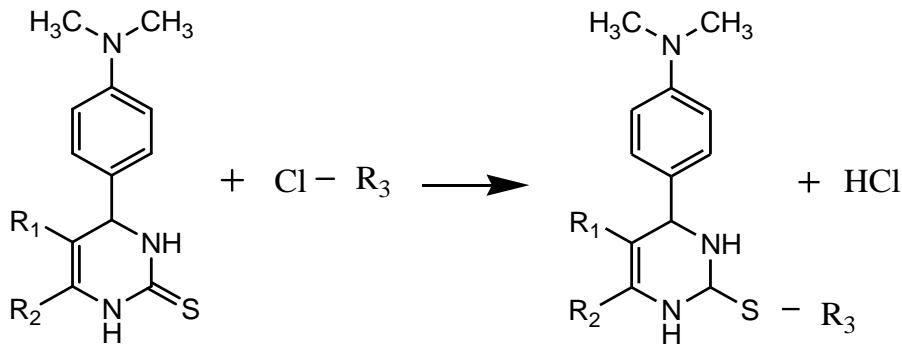
Alınan yeni maddənin quruluşu ^1H və ^{13}C NMR spektroskopiyaya üsulları ilə təsdiq edilmişdir. Allil4-(4-(dimetilamino)fenil)-6-metil-2-tiokso-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5-karboksilatın ^1H NMR spektrindən məlum olur ki, allil qrupunda yerləşən ikiqat rabitəyə birləşmiş metil qrupuna uyğun sinqlet 2.25 m.h-də aşkarlanır. Allil 4-(4-(dimetilamino)fenil)-6-metil-2-tiokso-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5-karboksilatın müvafiq spektrinə təhlili göstərir ki, tsiklik halqaya daxil olan azot atomuna birləşmiş metil qrupuna uyğun iki sinqlet 2.85 m.h-də müşahidə olunur. Allil 4-(4-(dimetilamino)fenil)-6-metil-2-tiokso-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5-karboksilat maddəsinin karboksil qrupunda oksigen atomuna birləşmiş CH_2 -yə uyğun duplet və aromatik halqaya birləşmiş CH qrupuna uyğun dupletin siqnalları 3.37 və 4.47 m.h-də aşkarlanır. Allil fraqmentinin CH qrupuna uyğun dupleti 5.10 m.h-də müşahidə olunsada, allil qrupuna uyğun multipletin siqnalları 5.84 m.h-də aydın nəzərə çarpır. Həmin birləşmənin tsiklik halqaya daxil olan hidrogen siqnalı duplet halında 6.65 və 7.02 m.h-də müşahidə edilir. NH qrupunun hidrogen protonu isə sinqlet şəklində 7.62 və 9.15 m.h-yə uyğun gəlməsi alınmış birləşmənin əmələ gəlməsini və quruluşunun nəzərdə tutulan kimyəvi formula tam uyğun olduğunu təsdiq edir (Şəkil 1).



Şəkil 1. Allil 4-(4-(dimetilamino)fenil)-6-metil-2-tiokso-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5-karboksilatın ^1H NMR spektri.

Pirimidintionların müxtəlif çevrilmə məhsulları da effektiv antibakterial, antivirus, insektisid təsirə malikdir. Bundan əlavə, bir çox kondensasiya olunmuş heterosiklik sistemlər pirimidin halqa ilə birləşdikdə anti-hipertoniya, hərəkət azaldan və iltihaba qarşı dərmanlar, həm də pestisid, herbisid və bitki artımı tənzimləyici kimi vacib rol oynayır. Bu geniş əhatəli bioloji mühümlüyünə görə sintez etdiyimiz tsiklik tiokarbamid törəmələri əsasında tərəfimizdən bir sıra çevrilmələr də aparılmışdır. Belə ki, 4-(4-(dimetilamino)fenil)-6-metil-3,4-dihidropirimidin-2(1H)-tion (1) maddəsinə 3-xloropentan-2,4-dion maddəsi ilə təsir göstərərək 3-((4-(4-(dimetilamino)fenil)-6-metil-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-2-il)tio)pentan-2,4-dion maddəsi tərəfimizdən sintez edilmişdir.

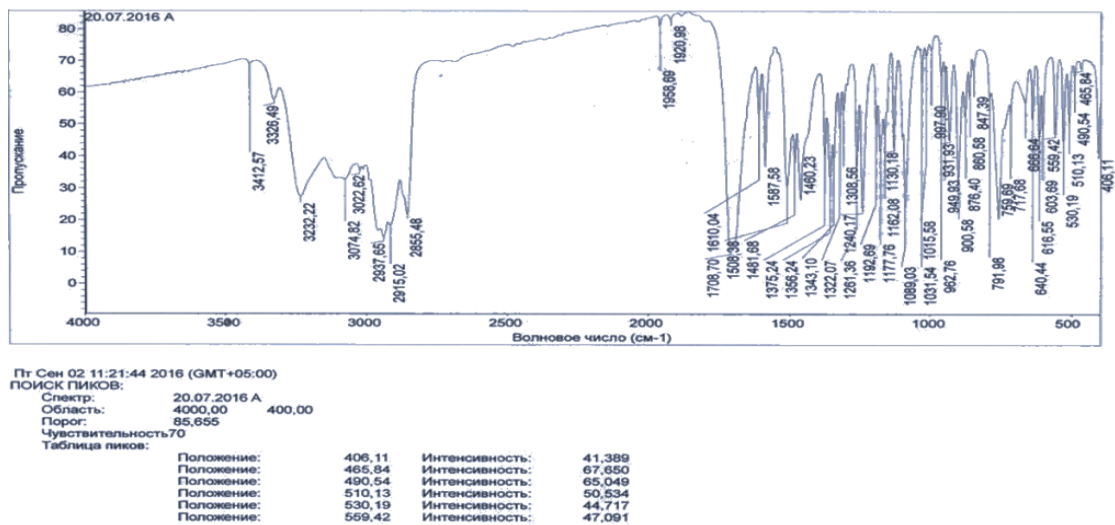
Reaksiya sxemi aşağıda təsvir olunmuşdur:



1. $R_1 = H, R_2 = CH_3, R_3 = CH(COCH_3)_2$
2. $R_1 = COOCH_2CH_3, R_2 = CH_3, R_3 = CH(COCH_3)_2$
3. $R_1 = COCH_3, R_2 = H$

Bu spektrin təhlilinə görə, 1089 sm^{-1} azot və oksigenin udma zolağıdır. $\nu_{CO} = 1708\text{ sm}^{-1}$ tezliyində isə mürəkkəb efir fraqmentində CO rabitələrinin udma zolağı müşahidə olunur.

Sintez edilmiş yeni birləşmə havaya qarşı sabitdir, sirkə turşusunda kristallaşır və suda həll olmur. Yeni maddənin əmələ gəlməsi sərbəst şəkildə ayrılması mümkün olmayan aralıq maddə olan biquanidotiokarbamidin alınması ilə baş verir.



Şəkil 2. 3-((4-(4-(dimetilamino)fenil)-6-metil-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-2-il)tio)pentan-2,4-dion maddəsinin İQ spektri.

Alınan maddənin quruluşu İQ spektroskopiyaya üsulu ilə təsdiq olunmuşdur. $\nu_{CH} = 3074, 82-3022, 62\text{ sm}^{-1}$ - də halqada CH rabitələrinin valent titrəmələrinin udma zolağı aydın görünür. $\nu_{NH}=3412,57\text{ sm}^{-1}, 3326\text{ sm}^{-1}, 3232\text{ sm}^{-1}$ amin və amid qruplarında NH rabitələrinin valent rəqsləridir. 1610 sm^{-1} və $1587,58\text{ sm}^{-1}$ -də ikili aromatik aminlərdə NH rabitələrinin deformasiya titrəmələrinin udma zolağı meydana çıxır. $1508\text{ sm}^{-1}, 1481\text{ sm}^{-1}$ tezliklərində aromatik halqada C-C rabitələrinin udma zolaqları müşahidə olunur. $1015,58\text{ sm}^{-1}, 1031,54\text{ sm}^{-1}, 1130\text{ sm}^{-1}, 1117\text{ sm}^{-1}, 1192\text{ sm}^{-1}$ tezliklərində aromatik halqada CH rabitələrinin müstəvi deformasiya titrəmələrinin udma zolaqları aydınlaşır. $600\text{ sm}^{-1}, 603\text{ sm}^{-1}, 616\text{ sm}^{-1}, 640\text{ sm}^{-1}, 666\text{ sm}^{-1}, 759\text{ sm}^{-1}, 900\text{ sm}^{-1}, 931\text{ sm}^{-1}, 949\text{ sm}^{-1}, 962\text{ sm}^{-1}, 997\text{ sm}^{-1}$ tezliklərində isə aromatik halqada olan

CH rabitələrinin antimüstəvi deformasiya titrəmələrinin udma zolaqları aydınlaşır ki, bu da alınmış maddənin formula uyğun olduğunu göstərir (Şəkil 2).

Aparılmış analiz nəticələrinə əsasən məlum olur ki, tsiklik tiokarbamid törəmələri göbələklərə qarşı daha yüksək effektiv təsirə malikdir. Eyni zamanda tetrahidropirimidintionlar və onların törəmələri bağırsağ çöplərinə, göy-yaşıl irin çöplərinə qarşı yüksək antimikrob fəallıq göstərilir.

Aparığımız tədqiqatlardan məlum olmuşdur ki, öyrənilmiş bu birləşmələr inhibitor kimi yüksək təsir effektivliyi göstərir və kumolun oksidləşməsinin qarşısını effektiv olaraq alır.

Təcrübi hissə. Allil-4-(4-(dimetilamino)fenil)-6-metil-2-tiokso-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5-karboksilatın sintezi. Maqnit qarışdırıcı və termometrlə təchiz olunmuş kolbaya 0.76 q tiokarbamid və 20 ml etil spirti əlavə edib qarışdırıcıyı işə salıraq, tiokarbamid tam həll olduqdan sonra kolbaya 1.37 ml allil asetoasetat və dimetilaminobenzaldehyd əlavə edirik. Qarışığın üzərinə 0,05 ml üçflüorsirkə turşusu əlavə edirik. Sürətli qarışdırmaqla temperatur 50°C - dək qaldırılır. Reaksiya qarışığı 3 saat müddətinə qarışdırılır. Reaksiyanın gedişinə nazik təbəqəli xromotoqrafiya ilə nəzarət edilir. Elyüent kimi heksan: izopropil spirtinin 5:2 nisbəti götürülür. Reaksiyanın başa çatdığı müəyyən olunduqdan sonra qarışıq otaq temperaturuna qədər soyudularaq bir gün saxlanılır. Çökmüş ağ kristallik birləşmə əvvəlcə hidrogen xloridin durulaşdırılmış məhlulu ilə yuyulur. Sonra suda, etil spirtində və, nəhayət, dixlormetanda yenidən kristallaşma metodu ilə təmizlənir. 10.15 q allil-4-(4-(dimetilamino)fenil)-6-metil-2-tiokso-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5karboksilat alınır.

Çıxım 61 % təşkil edir. Ərimə temperaturu $213-216^{\circ}\text{C}$ -dir. $R_f = 0.53$

Tapılmışdır: % C 61.14, H 6.47, N 8.36, O 14.72, S 9.71. $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{N}_3\text{O}_2\text{S}$

Hesablanmışdır: % C 61.26, H 6.30, N 8.40, O 14.41, S 9.60

Allil4-(4-(dimetilamino)fenil)-6-metil-2-tiokso-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5-karboksilatın ^1H NMR spektri (DMSO- d_6 δ): 2.25 (s,3H,CH₃); 2.85 (s,6H,2CH₃N); 3.37 (d,2H,CH₂O); 4.47 (d,1H,CH-Ar); 5.10 (dd,2H,=CH₂); 5.84 (m,1H,=CH); 6.65 (d,2H,2CHAr); 7.02 (d,2H,2CHAr); 7.62 (s,1H,NH); 9.15 (s,1H,NH).

3-((4-(4-(dimetilamino)fenil)-6-metil-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-2-il)tio)pentan-2,4-dion maddəsinin sintezi. Mexaniki qarışdırıcı, termometr və əkssoyuducu ilə təchiz olunmuş yumrudib kolbaya katalizator və reagentlərin 1:1 mol nisbətində aseton və izopropil spirtində məhlulu əlavə edilir. Əvvəlcə tetrahidropirimidintion reagentlərin mol nisbəti 2:1 olan 5-10 ml aseton - izopropil spirti mühitində həll edilir, onun üzərinə xlorlu törəmə əlavə edilərək qarışdırılır. Qarışıq $70-80^{\circ}\text{C}$ temperaturda 4-5 saat qarışdırılır. Reaksiya başa çatdıqdan sonra qarışıq soyudulur, etanolda yenidən kristallaşma metodu ilə təmizlənir və qurudulur.

Çıxım 67 % təşkil edir. Ərimə temperaturu 213°C -dir. $R_f = 0.37$

Tapılmışdır, % C 60.14, H 4.47, N 7.03, O 12.03, S 16.07. $\text{C}_{20}\text{H}_{19}\text{N}_2\text{O}_3\text{S}_2$

Hesablanmışdır, % C 60.15, H 4.30, N 7.01, O 12.04, S 16.04

Nəticə. Tsiklik tiokarbamid törəmələrinin antimikrob xassəsi müqayisəli şəkildə T- 46 yağında sınaqdan keçirilmiş və müəyyənləşdirilmişdir ki, onlar güclü antimikrob xassələrinə malikdir. Səmərəliliyinə görə sənayedə antimikrob aşqar kimi istifadə olunan 8 - oksixinolin və natrium pentaxlorfenolyatdan üstündür. Molekullarında azot ilə yanaşı, kükürd atomlarını birgə saxlayan sintez edilmiş alkil(aril)-2-tiokso-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5-karboksilatların, və onların törəmələrinin karbohidrogenlərin oksidləşməsinin qarşısını alan aşqar kimi tədqiqi aparılmışdır. Onların oksidləşmə prosesinin inhibitorlaşmasının elementar reaksiyalarında iştirakının, yəni antioksidant təsir mexanizminin öyrənilməsi göstərmişdir ki, bu birləşmələrin hamısı peroksid radikallarını dəf etməklə, oksidləşmə zəncirlərini qıraraq əmələ gələn hidroperoksidləri katalitik parçalayaraq yüksək antioksidləşdirici qabiliyyətə malikdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Hayam H. Sayed., Ahmed H. Shamroukh., Aymn E. Rashad. Synthesis and biological evaluation of some pyrimidine, pyrimido(2,1-b)(1,3)thiazine and thiazolo(3,2-a)pyrimidine derivatives. // *Acta Pharm* 56, 2006, p.231-244
2. Kotharkar S.A., Shinde D.B. Titanium (IV) chloride catalyzed one - pot synthesis of 3,4 - dihydropyrimidin - 2(1H)- on -es and thiones // *Mendeleev Commun.*, 2005, № 4, s.150 - 151
3. H.N.Hafez., H.A.Hussein., A.B.A. El-Gazzar. Synthesis of substituted thieno(2,3 - d)pyrimidine - 2,4 - dithiones and their S-Glycoside Analogues as potential antiviral and antibacterial agents // *European Journal of Medicinal Chemistry*, vol. 45, № 9, 2010, p.4026 - 4034.
4. Nəzərov N.M., Sucayev Ə.R., Qəribov E.N. Nikkel (II) xlorid heksohidrat əsasında metil 4-(2-hidroksi(-H)-4-metilfenil(-H))-6-metil-2-tiokso-1,2,3,4-tetrahidropirimidin-5-karboksilatların alınması və onların bioloji fəal maddə kimi təyini. // *The role of multidisciplinary approach in solution of actual problems of fundamental and applied sciences (earth, technical and chemical)*, 2014, №1, s.293-295
5. Nəzərov N.M., Qəribov E.N., Sucayev Ə.R. Tetrahidropirimidin-5-karboksilatların sintezi və bəzi çevrilmələri. // "Kimyanın aktual problemləri" IX Respublika elmi konfransının materialları, Bakı: 2015, s.156.

РЕЗЮМЕ

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ТЕТРАГИДРОПИРИМИДИНТИОНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Фарзалиев В.М., Назаров Н.М., Суджаев А.Р.

Ключевые слова: тиокарбамид, этилацетат, тетрагидропиримидинтион, антибактериальный, антифунгицид

Различные аналоги пиримидинов имеют эффективный антибиотик, противовирус, антифунгицидный эффект. С учетом биологической активности были синтезированы новые производные пиримидина и проведены некоторые научные и экспериментальные исследования для изучения различных функциональных свойств.

SUMMARY

SYNTHESIS AND RESEARCH OF TETRAHYDROPYRIMIDINE DERIVATIVES

Farzaliyev V.M., Nazarov N.M., Sucayev A.R.

Key words: Thiocarbamide, ethyl acetate, tetrahydropyrimidinethione, antibacterial, antifungicide

Different analogues of pyrimidines have an effective antibiotic, antiviral, anti-fungicidal effect. Considering biological activity, new derivatives of the pyrimidine have been synthesized and some scientific and experimental studies have been conducted to study the various functional properties.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	05.05.2017
	Son variant	25.09.2017

УДК 547.37+547.311+547.592

АДДУКТЫ МОНО- И ДИТИОЛОВ С НЕПРЕДЕЛЬНЫМИ ЦИКЛИЧЕСКИМИ АЦЕТАЛЯМИ В КАЧЕСТВЕ ПРИСАДОК К СМАЗОЧНЫМ МАСЛАМ

¹РАМАЗАНОВ ГАФАР АБДУЛАЛИ ОГЛЫ¹ГУЛИЕВ АББАСГУЛУ МАМЕД ОГЛЫ²ГУЛИЕВ ТЕЛМАН ДАДАШ ОГЛЫ³ЮСИФЛИ ФАРИДА ХАЛАДДИН КЫЗЫ

Сумгаитский государственный университет, 1-профессор, 2-доцент, 3-старший лаборант
e-mail: qafar.ramazanov@gmail.com

Ключевые слова: тиофенол, этандитиол, аддукт, циклический ацеталь.

Осуществлена реакция радикального присоединения тиофенола и этандитиола к непредельным циклическим ацетальям. Выявлено, что реакция протекает с одновременным участием двойной связи и диоксоланового кольца с образованием моно- и бис-аддуктов линейной структуры, содержащие в молекулах кетоэфирные группы. Синтезированные аддукты были использованы в качестве присадок к смазочным маслам и выявлено, что введение их в состав смазочных масел в условиях трения заметно улучшают противозадирные, противоизносные и антикаррозионные свойства смазочных композиций.

В последние годы широкое распространение в качестве присадок к маслам нашли соединения, содержащие в своих молекулах одновременно несколько различных гетероатомов или полярных функциональных групп. В настоящее время некоторые из таких соединений уже нашли применение в промышленности. Несмотря на это, все же со стороны специалистов, работающих в области создания высокоэффективных присадок к маслам, уделяется большое внимание в плане поиска и разработки новых видов высокоэффективных смазочных материалов [1]. Наиболее перспективным путем решения данной задачи является легирование смазочных масел различными присадками, добавление которых улучшает эксплуатационные свойства масел [2-3].

Присадки, способствующие улучшению противозадирных и противоизносных свойств смазочных масел, содержат в своем составе ряд трибохимически активных элементов, какими являются фосфор, сера, хлор и др. [4].

В поисках новых высокоэффективных присадок к смазочным маслам представляет несомненный интерес синтез и изучение свойств серосодержащих кетоэфиров с различными фрагментами. В этом плане, полученные в результате реакций присоединения тиофенола (ТФ) и этандитиола (ЭДТ) к непредельным циклическим ацетальям, аддукты являются интересным объектом для исследования их в качестве присадок к смазочным маслам.

Экспериментальная часть

ИК- спектры снимались на приборе UR - 20 в области призм KBr, NaCl, LiF в виде тонких пленок. ПМР - спектры снимались на спектрометре BS 487 В фирмы “Tesla” в растворе CCl₄ внутренний стандарт-гексаметилдисилоксан, δ-шкала. Чистоту синтезированных соединений определяли методом ГЖХ - анализа на хроматографе ЛХМ - 8МД, модель - 3. Неподвижная фаза ХЕ - 60 на хроматоне N- AW- DMCS. Температура 200 °С, газ - носитель - гелий V He= 50 - 60 мл/мин.

Присоединение этандитиола к непредельным циклическим ацеталам.

В ампулу в противотоке инертного газа поместили 0.02 г-моль исходного мономера, 0.5 масс.% ДАК и 0.02 г-моль ТФ (или 0.01 г-моль ЭДТ).

После запаивания ампулы реакцию проводили при 70°C в течение 1.5-2 часов. По окончании реакции ампулу охлаждали и вскрывали, содержимое ампулы 3-4 раза промывали 10%-ным раствором соды. Продукт реакции экстрагировали эфиром, высушивали над Na₂SO₄, после отгонки эфира перегоняли в вакууме.

Синтезированные соединения являются высококипящими слабоокрашенными маслянистыми жидкостями, хорошо растворимыми в базовом масле и имеют ниже приведенные данные (таблица 1).

Структура полученных соединений была установлена нами ранее на основании данных ИК- и ПМР спектроскопии.

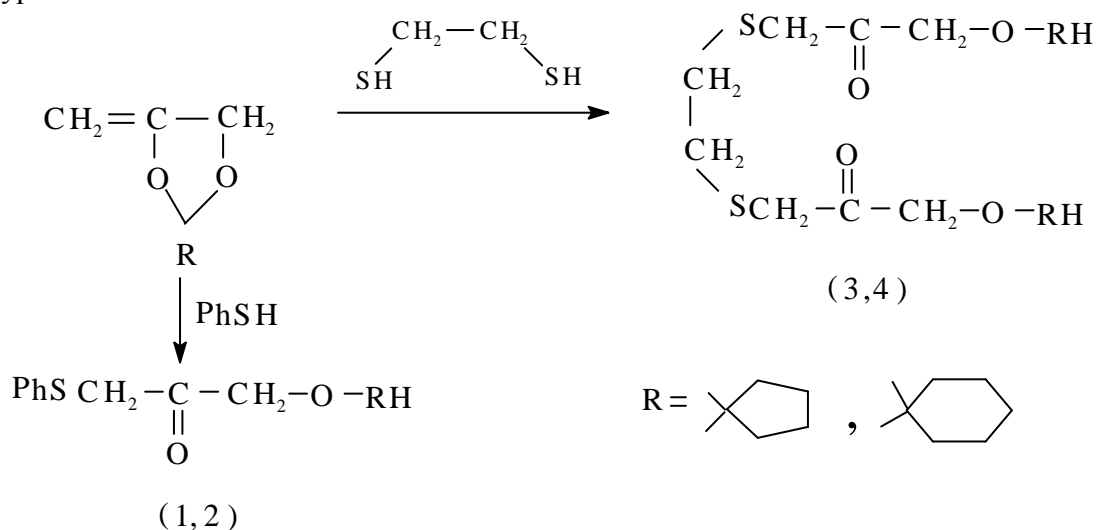
Таблица 1.

Физико-химические константы аддуктов тиофенола (1-2) этандитиола (3-4) с непредельными циклическими ацеталами.

Аддукты	Выход. %	d ₄ ²⁰	n _D ²⁰
1	86	1.4755	1.5160
2	89	1.4775	1.5130
3	92	1.4730	1.5180
4	94	1.4745	1.5165

Эффективность синтезированных аддуктов 1-4 в качестве присадок к смазочным маслам установлена путем испытания их в смеси с дистиллятным маслом высокой очистки марки ВМ-1. Противоизносные и противозадирные свойства аддуктов 1-4 определены на четырехшариковой машине трения марки МТ-4 с использованием шаров диаметром 12.7 мм из стали марки ШХ-15 при скорости скольжения 0.23 м/сек. Испытание состояло из серии опытов.

Обсуждение результатов. Присоединение тиолов к непредельным циклическим ацеталам осуществлено в радикальных условиях в присутствии ДАК при 70°C. На основании данных спектрального анализа установлено, что реакция присоединения протекает с одновременным участием метиленовых групп и диоксоланового кольца с образованием линейных аддуктов, содержащие кетозфирные группы со следующей структурой:



Синтезированные аддукты были использованы в качестве присадок к смазочным маслам. По этой причине были определены следующие показатели: критическая нагрузка заедания шаров, нагрузка сваривания и индекс задира. Одновременно, путем измерения

диаметра пятна износа при постоянной осевой нагрузке 392 Н, скорости вращения верхнего шара 1420 мин⁻¹ и длительности испытания – 60 мин. были определены и противоизносные свойства.

Термоокислительная стабильность определена на приборе ДК-НАМИ при температуре 140°C в течение 20 часов в присутствии медных пластин, при этом одновременно определяли и антикоррозионные свойства масел. Критерием коррозионной стойкости являлась величина потери массы медной пластинки – г/м², а окисленности – повышение вязкости и количества образовавшегося осадка.

В таблице 2 приведены результаты испытаний продуктов в сравнении с результатами, полученными для некоторых непередельных серосодержащих соединений, полученных нами ранее.

Таблица 2

Противоизносные свойства серосодержащих кетозэфиров

Нагрузки на шары, Н	Диаметр пятна износа, мм					
	ВМ-1+ 2 мас.% аддукт-1	ВМ-1+ 2мас.% аддукт-2	ВМ-1+ 2 мас.% аддукт-3	ВМ-1 2 мас.% аддукт-4	ВМ-1 2 мас.% ЛЗ-23К	ВМ-1 без аддукта
715	0.41	0.40	0.38	0.34	0.44	0.43
864	0.43	0.46	0.41	0.38	0.49	0.53
1012	0.45	0.48	0.46	0.42	0.50	τ ₃ = 2 сек
1124	0.46	0.51	0.48	0.44	0.60	
1295	0.51	0.54	0.50	0.48	τ ₃ = 8 сек	
1416	0.54	0.57	0.53	0.49		
1582	0.58	0.60	0.58	0.51		
1724	0.65	0.66	0.62	0.54		
1876			0.67	0.58		
2018	τ ₃ = 4 сек	τ ₃ = 3 сек	0.68	0.62		
2086				0.68		
			τ ₃ = 2 сек	τ ₃ = 2 сек		

Следует подчеркнуть, что все испытанные соединения улучшают смазывающие свойства базового масла. Опыты показали, что выявленная смазывающая способность аддуктов в определенном смысле имеет зависимость от структуры соединений. Согласно данным испытаний (таблица 3) введение аддуктов в базовое масло в количестве 2 масс.% приводит к повышению уровня заедания от 600- до 2000 Н, что характерно для базового масла. При этом износ шаров, как при малых, так и при критических осевых нагрузках для изготовленных композиций меньше, чем у базового масла и находится на уровне значений этого параметра для ныне применяемых промышленных присадок. Особенно в заметной степени это наблюдается при повышении нагрузки заедания в случае бис-аддуктов – 3 и 4, что вероятно, связано с адсорбцией молекул, содержащих удвоенное количество циклических фрагментов и атомов серы в виде сульфидной связи.

Сравнение результатов испытания аддуктов 1-4 показывает, что аддукты 1 и 2 по противоизносным и противоизносным свойствам уступают аддуктам 3 и 4.

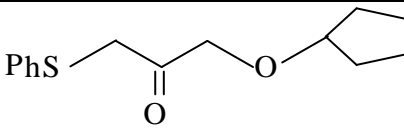
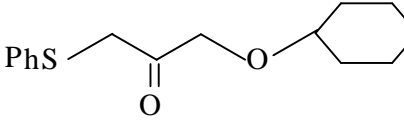
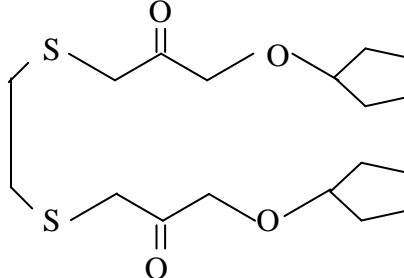
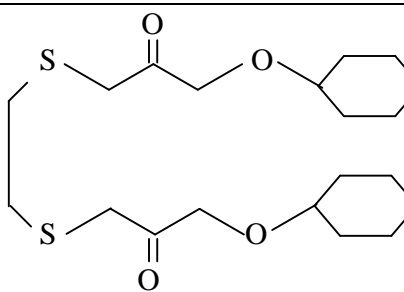
По коррозионной стойкости и по изменениям вязкости композиции с используемыми аддуктами имеют значительно лучшие свойства, чем композиции с известными присадками.

Сравнительные испытания аддуктов 1-4 с полученными ранее серосодержащими (и являющимися модельными) соединениями показали некоторые закономерности влияния химической структуры присадки на ее эффективность. В частности, было установлено, что замена внутренней двойной связи и изолирование кето- и эфирной группы приводит к

увеличению противозадирной эффективности этих соединений. Особенно это становится заметным в повышении нагрузки сваривания и индекса задира. Таким образом, наличие в составе аддуктов 1-4 более полярной карбонильной группы и простой эфирной связи, придает им высокие противоизносные и антикоррозионные свойства.

Таблица 3

Результаты испытания серосодержащих кетоэфиров в качестве присадок к маслам

Соединение	Структурная формула	Концентрация Присадки		Нагрузка заедания Р, Н	Индекс задира И ₃	Время заедания сек
		%	моль/л			
1.		3.0	0.12	1574	96.8	4
2.		3.0	0.11	1645	102.6	4
3.		3.0	0.08	1918	107.7	3
4.		3.0	0.07	1985	112.6	3
5.	ЛЗ-23 К	3.0	-	1176	87.6	5
6.	ВМ-1	3.0	-	882	49.1	5

При сопоставлении противозадирной эффективности аддуктов 1-4, имеющих практически близкие молекулярные массы и элементный состав, было установлено, что аддукты 3 и 4 превосходят аддукты 1 и 2.

Данные, приведенные в таблице 2 свидетельствуют о том, что в изучаемых условиях трения аддукты заметно улучшают противозадирные и противоизносные показатели смазочной композиции. При этом наилучшими показателями по противоизносным свойствам обладают композиции, изготовленные с участием аддуктов – 3 и 4. При концентрации 3.0 мас.%, как следует из данных таблицы 1, диаметр пятна износа

снижается, а индекс задира повышается. По противозадирным и противоизносным свойствам исследуемые аддукты-присадки значительно превосходят известную присадку – ЛЗ-23К.

Термический анализ на дериватографе системы Паулик-Паулик-Эрдей в динамическом режиме нагрева со скоростью 5°С/мин показал, что температурный интервал разложения аддуктов 1 и 4 соответствует 165-305°С. Таким образом, полученные серосодержащие присадки, обладающие высокими противоизносными и противозадирными свойствами и высокой термической стабильностью, могут быть использованы в качестве присадок для создания эффективных смазочных композиций. .

ЛИТЕРАТУРА

1. В.М.Фарзалиев, Н.Д.Исмаилова, М.Э.Мусаева Присадки к смазочным маслам. Баку-«Эльм»-2009, 230 с.
2. Шахназарли Р.З., Гасанова С.С., Гулиев А.М. Хлорсодержащие сульфиды – присадки к смазочным маслам.// Нефтехимия, 2006, 46, №3, с 1-4
3. Рамазанов Г.А., Азимзаде А.А., Гульвердашвили Ц.Д., Гулиев А.М. Легирование смазочных масел присадками на основе функциональнозамещенных винилциклопропанов. // Азерб. Хим.ж., 2001, №3, с. 38-42
4. . Ваппер А.В., Виленкин А.Б., Гайснер Д.А. Зарубежные масла и присадки. М: Химия, 1981, 187 с

XÜLASƏ

DOYMAMIŞ TSİKLİK ASETALLARIN TİOLLARLA ADDUKTLARININ SÜRTGÜ YAĞLARINA AŞQAR KİMİ İSTİFADƏSİ

Yusifli F.X., Quliyev T.D., Ramazanov Q.Ə., Quliyev A.M.

Açar sözlər: *tiopenol, etanditiol, addukt, tsiklik asetal.*

Tiopenolun və etanditiolun doymamış tsiklik asetallara radikal birləşmə reaksiyası aparılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, reaksiya ikiqat rabitə və dioksolan həlqəsinin birgə iştirakı ilə xətti ketoefir fraqmentli mono və bis adduktların alınması ilə gedir.

Sintez edilmiş adduktlar sürtgü yağlarına aşqar kimi istifadə edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, onların sürtgü yağlarının tərkibinə daxil edilməsi sürtünmə zamanı sürtgü kompozisiyalarının siyirmə, yeyilmə və korroziyaya qarşı göstəricilərini nəzərə çarpacaq dərəcədə yaxşılaşdırır.

SUMMARY

THE USE OF UNSATURATED CYCLIC ACETALS WITH TIOLS AS ADDITIVES TO LUBRICANTS OF ADDUCTS.

Yusifli F.X., Guliev T.D., Ramazanov G.A., Guliev A.M.

Key words: *tiophenol, ethanedithiol, adduct, cyclic acetal.*

Radical merger reaction of tiophenol and ethanedithiol to unsaturated cyclic acetals was held. It was defined that, the reaction goes with the obtaining of mono and bis adducts with linear ketoether fragment with the joint presence of double bond and dioxalane ring.

The synthesized adducts were used as additives to lubricants and it was determined that, their inclusion to the composition of lucricants improves the indications of lubricating compositions against antiwear, deterioration and corrosion.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	20.04.2017
	Son variant	25.09.2017

УДК 547-38

ИЗВЛЕЧЕНИЕ Cu^{2+} ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ АММОНИЕВОЙ СОЛЮ ТРОЙНОГО СОПОЛИМЕРА МАЛЕИНОВАЯ КИСЛОТА-АЛЛИЛ-ПРОПИОНАТСТИРОЛ

¹АКПЕРОВ ЭЛЬЧИН ОКТАЙ ОГЛЫ²ШИРИНОВА ЭЛЬНАРА АЛАДДИН КЫЗЫ¹АКПЕРОВ ОКТАЙ ГУММАТ ОГЛЫ³КАФАРОВА САБАХИЯ РАМАЗАН КЫЗЫ

Бакинский государственный университет, 1-профессор, 2-докторант, 3-старший лаборант
e-mail: oakperov@mail.ru

Ключевые слова: сорбция, изотерм, кинетика, термодинамика

Изучены влияние контактного времени, исходная концентрация ионов меди и количество сорбента на степень извлечения меди из водных растворов аммониевой солью тройного сополимера малеиновая кислота-аллилпропионат-стирол. Экспериментальные данные были обработаны в координатах уравнений Ленгмюра, Фрейндлиха, Дубинина-Радушкевича, Темкина и определены значения максимальной сорбционной емкости (1.258 г г^{-1}), теплоты сорбции ($0.0041 \text{ кДж моль}^{-1}$) свободной энергии сорбции ($7.538 \text{ кДж моль}^{-1}$). Установлено, что процесс извлечения ионов меди лучше описывается уравнением реакции псевдо второго порядка. По полученным значениям ΔH° ($-10.697 \text{ кДж моль}^{-1}$) и ΔS° ($-0.0342 \text{ кДж моль}^{-1}$) можно сказать, что процесс извлечения Cu^{2+} из водного раствора аммониевой солью тройного сополимера малеиновая кислота-аллил-пропионатстирол имеет экзотермический характер и протекает с уменьшением беспорядочности системы.

Введение. Для извлечения ионов тяжелых металлов из водных растворов используются различные природные и синтетические сорбенты, содержащие активные функциональные группы. Большое практическое значение имеет адсорбция ионов тяжелых металлов из водных сред полимерными сорбентами с различными реакционноспособными группами атомов. В литературе последних 10-15 лет появилось достаточно много работ, посвященных этой проблеме. Так, для концентрирования и удаления ионов тяжелых металлов были использованы привитые сополимеры с амидооксильными группами [1]. Данные обрабатывались по моделям Ленгмюра и Фрейндлиха. Гидрогель карбоксиметилцеллюлозы с хитосаном [2] и хитосан, покрытый хлопковым волокном [3], были использованы в качестве сорбента для извлечения ионов меди (II) из водных растворов. Установлено, что адсорбционный процесс хорошо описывается изотермами Ленгмюра и Фрейндлиха. Полимер-сорбенты содержали аминную, карбоксильную, фосфонильную и другие функциональные группы, способные к взаимодействию с ионами металлов. Новые хелатообразующие сополимеры малеинового ангидрида и малеиновой кислоты с различными сомономерами были использованы для извлечения ионов меди (II) и других тяжелых металлов из водных растворов [4-8]. Модифицированный 3-аминобензойной кислотой поли (стирол-*alt*-малеиновый ангидрид) был использован в качестве сорбента для извлечения ионов Fe(II), Cu(II), Zn(II) и Pb(II) из водных растворов [4]. 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 сшитый сорбент, полученный сополимеризацией стирола и

малеиновой кислоты в присутствии дивинилбензола, проявлял высокую сорбционную способность по отношению к ионам хрома, железа, никеля, меди и свинца [5]. Сорбционная ёмкость сорбента по отношению ионов 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 [6]. Авторами представленной работы был исследован процесс извлечения ионов меди (II) из водных растворов натриевой солью сополимера малеиновая кислота-стирол-аллилпропионат [8]. Было изучено влияние времени контакта, массы сорбента, исходной концентрации ионов меди и pH среды на сорбционную ёмкость и степень сорбции. Экспериментальные данные были обработаны в координатах уравнения Ленгмюра и Фрейндлиха. Определены также кинетические и термодинамические параметры процесса извлечения ионов меди (II) из водного раствора. В данной работе обсуждаются результаты по изучению извлечения Cu^{2+} из водных растворов аммониевой солью тройного сополимера малеиновая кислота-аллилпропионат-стирол.

Экспериментальная часть . Аммониевая соль тройного сополимера была получена в результате реакции сополимера малеиновый ангидрид-аллилпропионат-стирол с 5%-ным раствором NH_4OH . Полученная соль несколько раз промывалась ацетоном и высушивалась в вакуум-сушильном шкафу. Исходный тройной сополимер был синтезирован по известной методике [9]. Для изучения сорбционной способности синтезированной соли был использован водный раствор Cu^{2+} различной концентрации (0,01-0,1 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 $\lambda=490$ нм. Степень сорбции вычислялась по формуле

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

а сорбционная ёмкость по формуле

$$C_e = \frac{(C_0 - C_e) \cdot V}{g} \text{ моль} \cdot \text{г}^{-1}$$

где C_0 и C_e – исходная и равновесная концентрации ионов меди (моль·л⁻¹), соответственно, V -объём раствора CuSO_4 , взятого для сорбции, (л), g -масса сорбента (г).

Результаты и обсуждение. При исследовании сорбции ионов меди из водного раствора синтезированной аммониевой солью тройного сополимера малеиновая кислота-аллилпропионат-стирол (АМАС), было изучено влияние контактного времени, массы АСМП и исходной концентрации ионов меди. Фотометрическое определение меди проводилось при pH=6, т.к. комплексообразование ионов меди (II) с ксиленол-оранжевым происходит при pH=6 [10].

Таблица 1.

*Зависимость степени сорбции (R) от времени контакта
($C_0=1.6 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$, $g=2.0 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$, $V=0.04 \text{ л}$ 20 °С)*

Время, мин.	15	30	60	90	120	150	180	210
Степень сорбции, R,%	18.6	29.3	43.5	55.8	65.1	69.9	72.8	74.3

В таблице 1 приведены данные по зависимости степени извлечения ионов меди от времени контакта. Как видно из таблицы, при выбранных условиях сорбция практически завершается за 90 мин. И степень извлечения ионов меди при этом составляет 73.7%. Это указывает на достаточно высокую эффективность синтезированного сорбента для извлечения ионов меди (II) из водных растворов.

Зависимость степени извлечения ионов меди от массы АСМД представлена в таблице 2. Видно, что при выбранных условиях сорбции увеличение массы сорбента приводит к увеличению степени сорбции. Это продолжается до 1.25 г л^{-1} и дальнейшее увеличение массы сорбента практически не сказывается на степени извлечения ионов меди. Это, видимо, связано с насыщением активных реакционных центров при выбранной исходной концентрации ионов меди. Не исключено, также, что этот эффект связан с уменьшением концентрации ионов меди в ходе сорбции.

Таблица 2.

Зависимость степени извлечения ионов меди (R) от массы АСМД (g)

($C_0=1.6 \text{ г л}^{-1}$, 20°C , $\tau=180 \text{ мин}$; $V=0.04\text{л}$)

$g, \text{ г л}^{-1}$	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.5	3.0
R (%)	17.2	40.2	55.3	64.2	72.8	74.6	76.1

На рис.1 иллюстрируется зависимость степени сорбции от исходной концентрации ионов меди. Как видно из рис.1 с увеличением концентрации ионов меди уменьшается степень извлечения, что связано, по-видимому, с уменьшением реакционных центров, способных к взаимодействию с ионами меди по мере увеличения концентрации ионов металла.

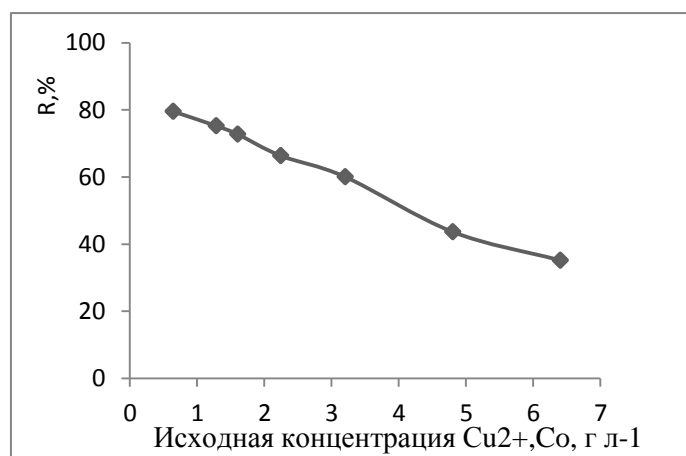


Рис.1. Зависимость степени сорбции от исходной концентрации ионов меди.

($g=2.0 \text{ г л}^{-1}$, 20°C ; $V_{\text{расч}}=0.04 \text{ л}$, $\tau=180 \text{ мин}$.)

Была построена изотерма сорбции (рис.2), по которой была определена экспериментальная равновесная сорбционная ёмкость. Видно, что при выбранных условиях экспериментальная равновесная сорбционная ёмкость АСМД по отношению к ионам меди (II) составляет 1.125 г л^{-1} .

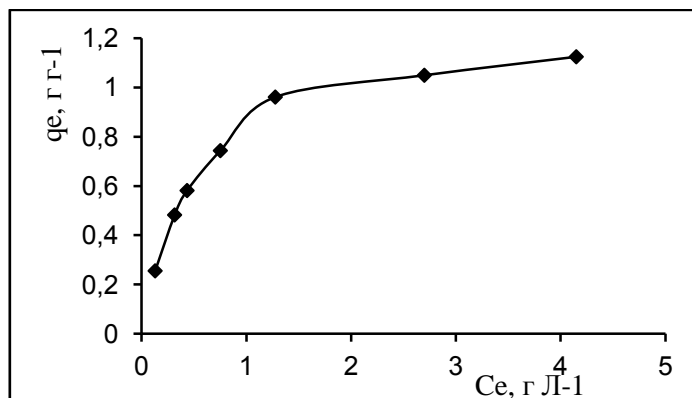


Рис.2. Изотерма сорбции ионов меди из водного раствора АСМП
($g = 2.0 \text{ г л}^{-1}$, $20 \text{ }^\circ\text{C}$; $V=0.04 \text{ л}$, $\tau = 180 \text{ мин}$).

Полученные экспериментальные данные были обработаны в координатах уравнений Ленгмюра, Фрейндлиха, Дубинина-Радускевича(Д-Р) и Тёмкина:

$$\frac{C_e}{q_c} = \frac{1}{K_L q_{\max}} + \frac{1}{q_{\max}} C_e \quad (\text{уравнение Ленгмюра})$$

$$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e \quad (\text{уравнение Фрейндлиха})$$

$$\ln q_e = K_D \varepsilon^2 = \ln B_{DR} \quad (\text{уравнение Д-Р})$$

$$q_e = B \ln A_T + B \ln C_e \quad (\text{уравнение Тёмкина})$$

где: C_e - равновесная концентрация ионов меди (моль л^{-1}), q_e - равновесная сорбционная ёмкость сорбента (моль г^{-1}), K_L - константа уравнения Ленгмюра (л моль^{-1}), K_F - константа Фрейндлиха, K_D - Д-Р констант ($\text{кДж}^2 \text{ моль}^{-1}$), B_{DR} - максимальная ёмкость сорбента при полном насыщении активных реакционных центров, ε - константа Полани, определяемая следующим уравнением

$$\varepsilon = RT \ln\left(1 + \frac{1}{C_e}\right)$$

B - параметр, определяющий теплоту сорбции, связанную энергией химической связи (кДж моль^{-1}), A_T - равновесная константа связи изотермы Тёмкина.

В уравнении Д-Р константа K_D связана со свободной энергией адсорбции следующим образом.

$$E = \frac{1}{\sqrt{2K_D}} \text{ кДж моль}^{-1}$$

На рис. 4, 5 приведены графики обработки экспериментальных данных в координатах уравнений Ленгмюра и Фрейндлиха. Видно, что процесс сорбции ионов меди (II) полимерной солью хорошо описывается моделями Ленгмюра ($R^2=0.999$) и Фрейндлиха ($R^2=0.9242$).

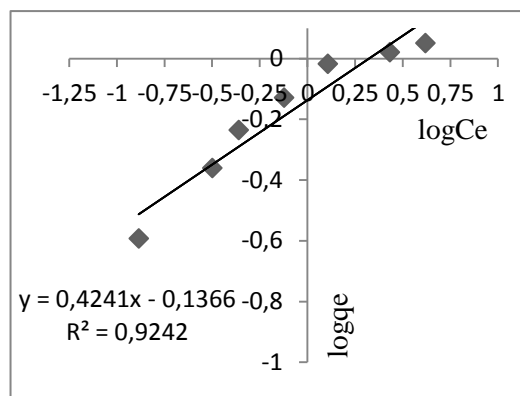
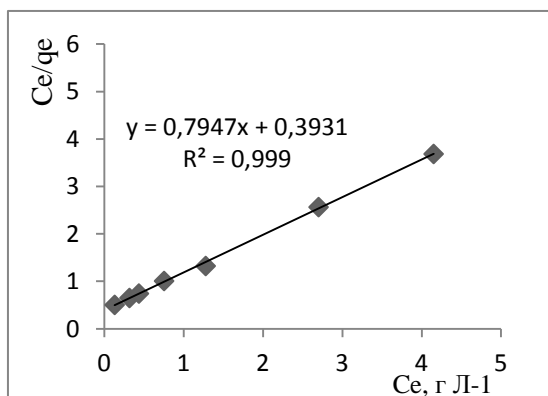


Рис. 3. График зависимости $C_e/q_e=f(C_e)$ Рис.4. График зависимости $\log q_e=f(\log C_e)$

Из графических зависимостей были вычислены параметры этих уравнений, которые представлены в таблице 2.

Таблица 3.

Параметры уравнений Ленгмюра и Фрейндлиха

Уравнение Ленгмюра			Уравнение Фрейндлиха			
$q_{max}, г з^{-1}$	$K_L, л з^{-1}$	R^2	$1/n$	n	K_F	R^2
1.258	2.02	0.999	0.4241	2.358	0.73	0.9242

Как видно из таблицы 3, максимальная сорбционная ёмкость АСМП равна $1.258 г з^{-1}$, что хорошо согласуется с экспериментально найденным значением равновесной сорбционной ёмкости сорбента ($1.125 г з^{-1}$, рис.2) и указывает на достаточно высокую эффективность синтезированной полимерной соли при извлечении ионов меди (II) из водных растворов. По значению фактора $1/n$ в уравнении Фрейндлиха можно судить о характере сорбции, т.к. если $0 < (1/n) < 1$, то сорбция представляет собой хемосорбцию [11]. Из таблицы видно, что $(1/n) = 0.4241$, это говорит о том, что извлечение ионов меди (II) сорбентом носит химический характер.

Полученные экспериментальные данные были обработаны также в координатах уравнений моделей Д-Р и Тёмкина. Графики этих уравнений представлены на рис. 5 и 6. Изотерма, построенная по уравнению Д-Р, позволяет определить химический или физический характер адсорбции. Так, если значение свободной энергии адсорбции E_D находится между 8 и 16 $кДж моль^{-1}$, то можно говорить о химическом характере адсорбции, а при $E_D < 8 кДж моль^{-1}$, адсорбция связана с физическим взаимодействием между адсорбентом и адсорбатом [12]. Из рис.5 видно, что полученные экспериментальные данные хорошо описываются моделью Д-Р ($R^2=0.9728$). Для E_D получено $7.874 кДж моль^{-1}$, что указывает на химическое взаимодействие аммониевой соли с ионами меди (II) при извлечении последних из водных растворов. Константа B в уравнении Тёмкина характеризует теплоту процесса адсорбции, имеет значение $0.0041 кДж моль^{-1}$. Сорбционные показатели, которые были определены по графикам уравнений изотерм Д-Р и Тёмкина, представлены в таблице 3. При исследовании процесса извлечения ионов меди из водных растворов полимерной солью были определены некоторые кинетические и термодинамические показатели.

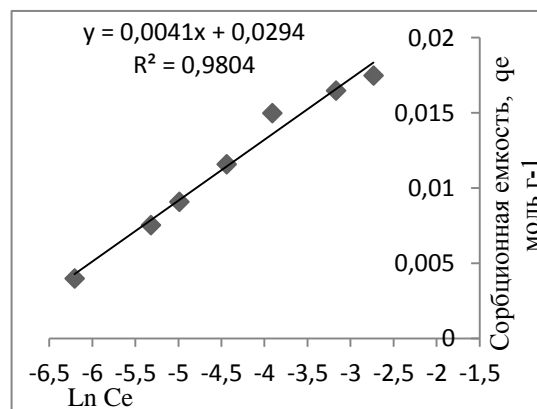
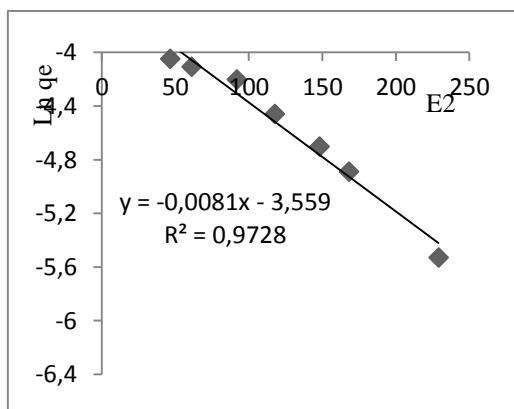


Рис. 5. График зависимости $\ln q_e = f(E_2)$ Рис. 6. График зависимости $\ln C_e = f(q_e)$.

Таблица 4.

Параметры уравнений изотерм D-P и Тёмкина

Уравнение Д-Р				Уравнение Тёмкина			
$K_D,$ $\text{кДж}^2 \text{ моль}^{-1}$	$B_{DR},$ $\text{моль} \text{ г}^{-1}$	$E_D,$ кДж моль^{-1}	R^2	$A_T,$ л моль^{-1}	$B,$ кДж моль^{-1}	$b_T,$ Дж моль^{-1}	R^2
0.0081	0.0285	7.874	0.9728	1800	0.0041	5.94×10^6	0.9804

Данные по зависимости степени сорбции от контактного времени были обработаны в координатах уравнений Лагергрена псевдо первого и псевдвторого порядка [13].

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - 0,434k_1 t$$

$$t/q_t = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e}$$

где k_1 и k_2 – константы псевдопервого и псевдвторого порядка реакций, соответственно, q_e – равновесная сорбционная ёмкость, q_t – сорбционная ёмкость за t времени.

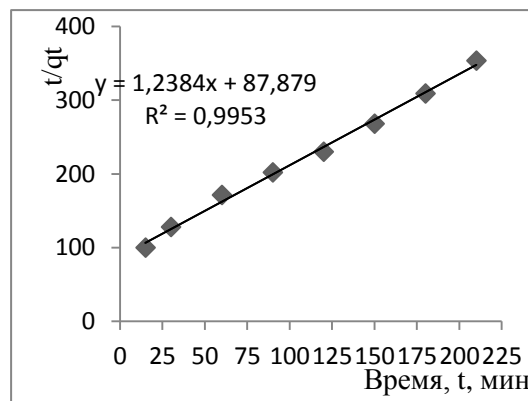
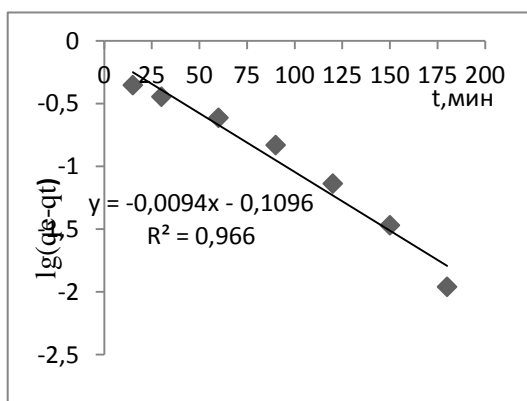


Рис. 7. График зависимости $\log(q_e - q_t) = f(t)$ Рис. 8. График зависимости $t/q_t = f(t)$

Графики приведённых уравнений иллюстрированы на рис.7 и 8, а полученные показатели помещены в табл.5. Видно, что процесс лучше описывается уравнением псевдвторого порядка ($R^2=0.9953$), что указывает на химическое взаимодействие ионов меди с сорбентом.

Таблица 5.

Параметры уравнений кинетических моделей

Кинетическая модель	$q_e, \text{г г}^{-1}$	$K_1 \times 10^3, \text{мин}^{-1}$	$K_2 \times 10^2, \text{л} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$	R^2
Псевдопервый порядок	0.9786	2.525	—	0.966
Псевдвторой порядок	0.807	—	1.75	0.9953

По данным сорбции при температурах 293, 303 и 313K были определены значения изменений энтальпии (ΔH°) и энтропии (ΔS°), построив график зависимости $\Delta G^\circ = f(T)$ по уравнению

$$\Delta G^\circ = \Delta H - T\Delta S$$

Значения ΔG° при различных температурах были вычислены из выражения

$$\Delta G^\circ = -2.303 R \log K_d$$

где R —универсальная газовая постоянная ($8.314 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ K}^{-1}$), K_d —константа сорбции, определяемая соотношением q_e / C_e . На рис. 9 иллюстрирован график зависимости $\Delta G^\circ = f(T)$ и вычисленные из графика данные приведены в таблице 6.

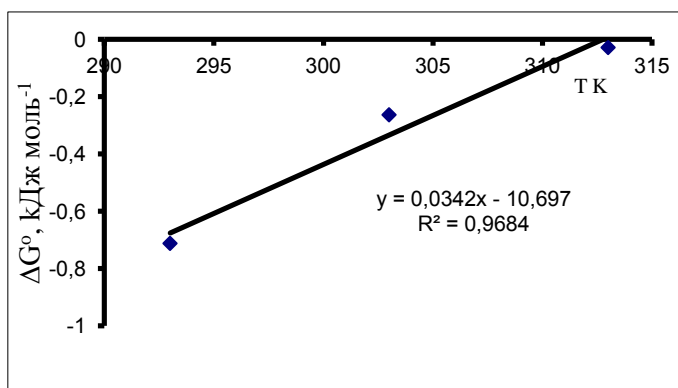


Рис. 9. График зависимости $\Delta G^\circ = f(T)$

Таблица 6.

Термодинамические параметры сорбции

Temp., K	$\Delta G^\circ, \text{кДж моль}^{-1}$	$\Delta H^\circ, \text{кДж моль}^{-1}$	$\Delta S^\circ, \text{кДж моль}^{-1} \text{ K}^{-1}$
293	-0.713	-10.697	-0.0342
303	-0.283		
313	-0.028		

Отрицательное значение ΔH° ($-10.697 \text{ кДж моль}^{-1}$) указывает на экзотермический характер взаимодействия ионов меди (II) с сорбентом, а отрицательное значение ΔS° ($-0.0342 \text{ кДж моль}^{-1} \text{ K}^{-1}$) указывает на уменьшение беспорядочности системы во время сорбции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kavakli P.A., Guven O. Removal of concentrated heavy metal ions from aqueous solutions using polymers with enriched amidoxime groups.// *J. Appl. Polym. Sci.*, 93, 2004, p.1705-1710.
2. Long Zhao, Hitroshi Mifomo Adsorption of heavy metal ions from aqueous solutions by chitosan entrapped CM-cellulose hydrogels synthesized by irradiation.// *J. Appl. Polym.Sci.*, 110, № 3, 2008, p.1388-1395.
3. Guo Yuan Zhang, Qu R., Chaugmel S. et al. Adsorption for metal ions of chitosan coated cotton fiber. // *J.Appl. Polym. Sci.*, 110, № 4, 2008, pp.2321-2332.
4. Reza Hasanzadeh, Peyman Najafi Moghadam, Nacer Samadi. Synthesis and application of modified poly (styrene-*alt*-maleic anhydride) networks as a nano chelate ing resin for uptake of heavy metals ions. // *Polymers for Advanced Technologies*, 2013, 24, DOI: 10.1002/pat.3046.
5. Prasun Roy, Rawat A.S., 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, p.1771-1779.
6. Mahmoud Abd El-Gaffar, Noha El-Hal. Synthesis and characterization of some chelating polymers bearing maleic acid and/ or sodium maleate moities for removal of some toxic heavy metal ions.// *Clean Technologies and Environmental Policy*, 2013, 15 (6), DOI: 10.1007/s 10098-013-0579-5
7. Rivas, Bernable L., Seguel G.V., Geckeler Kurt E. Poly (styrene-*alt*-maleic acid) –metal complexes with divalent metal ions. // *J.Appl. Polym.Sci.* 2001, 81, p.1310-1315.
8. Akberov E.O., Akberov O.H., Jafarova E.A., Gafarova S.R. // Removal of copper ions from water solution by sodium salt of the maleic acid-allylpropionate-styrene terpolymer. // *Water Science and Technology*, 2016, vol.74, 6, pp.1484-1491.
9. Akberov O.G., Akberov E.O., Mamedova R.E. The radical terpolymerization of Heptene-1 with Maleic Anhydride and Styrene.// *Materials Research Innovations*, 2008, v.12, № 4, pp.210-212.
10. Лурье Ю.Ю. *Справочник по аналитической химии*. М. Химия, 1974, 210 с..
11. Sunday A. Akolo, Abulsalai S.Kovo. Comparative study of Adsorption of Copper ion onto Locally Developed and Commercial Chitosan. // *J. Encapsulation and Adsorption Science*, 2015, v. 5, pp.21-37
12. Monika J., Gard V., Kadirvelic K. Chromium (VI) removal from aqueous solution, using sunflower stem waste. // *J. Hazard. Mater.*, 2009, 162, 365-372.
13. Bagherifam S., Lakzian A., Ahmadi S., Rahmani M., Halajinia A. Uranium removal from aqueous solutions by wood powder and wheat straw.// *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 2010, pp.283, 289-296.

XÜLASƏ

MALEİN TURŞUSU-ALLİLPROPİONAT- STİROL ÜÇLÜ BİRGƏPOLİMERİNİN AMMONİUM DÜZÜ İLƏ $Cu(II)$ İONLARININ SULU MƏHLULDAN ÇIXARILMASI *Əkbərov E.O., Şirinova E.A., Əkbərov O.H., Qafarova S.R.*

Açar sözlər: sorbsiya, izoterm, kinetika, termodinamika.

Malein turşusu-allilpropionat-stirol üçlü birgəpolimerinin ammonium duzu ilə $Cu(II)$ ionlarının sulu məhluldan çıxarılma dərəcəsinə kontakt müddətinin, mis ionlarının ilkin qatılığının və sorbentin miqdarının təsiri öyrənilmişdir. Təcrübi nəticələr Lenqümir, Freyndlix, Dubinin- Raduşkeviç və Temkin tənliklərinin koordinatlarında işlənərək maksimum sorbsiya tutumu 1.258 g g^{-1} , sorbsiya istiliyi ($0.0041 \text{ kC mol}^{-1}$), sərbəst sorbsiya enerjisi ($7.874 \text{ kC mol}^{-1}$) təyin edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, sorbsiya prosesi psevdokinci tərtib reaksiya tənliyinə tabe olur. $\Delta H(-10.697 \text{ kC mol}^{-1})$ və $\Delta S^{\circ}(-0.0342 \text{ kC mol}^{-1}\text{K}^{-1})$ funksiyalarının mənfi qiymətlərinə görə demək olar ki, malein turşusu-allilpropionat-stirol üçlü

birgəpolimerinin ammonium duzu ilə Cu(II) ionlarının sulu məhluldan çıxarılması ekzotermik proses olub sistemin nizamsızlığının azalması ilə müşayət olunur.

SUMMARY

REMOVAL OF THE COPPER (II) IONS FROM WATER SOLUTIONS BY AMMONIUM SALT OF THE MALEIC ACID- ALLYLPROPIONATE-STYRENE TERPOLYMER

Akbarov E.O., Shirinova E.A., Akbarov O.G., Qafarova S.R.

Key words: Sorption, isotherms, kinetics, thermodynamic

Influence of the contact time, copper ions' initial concentration and sorbent amount on copper ions removal degree from water solution by ammonium salt of the maleic acid-allylpropionate-styrene terpolymer have been studied. Experimental results have been examined with Langmuir, Freundlich, Dubinin-Radushkevich, Temkin equations and values of the maximum sorption capacity 1.258 g g^{-1} sorption heat ($0.0041 \text{ kJ mol}^{-1}$) and sorption free energy ($7.874 \text{ kJ mol}^{-1}$) are defined. It is determined that the copper ions removal data has been better described by the pseudo-second-order equation. On the obtained negative values ΔH° ($-10.697 \text{ kJ mol}^{-1}$) and ΔS° ($-0.0342 \text{ kJ mol}^{-1}$), it is possible to conclude that, removal process of copper ions from water solution with ammonium salt of the maleic acid allylpropionate-styrene terpolymer is the exothermic character in nature with decreases of the disorder of the system.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	31.05.2017
	Son variant	25.09.2017

UOT 678.01

HİDROLİTİK DESTRUKSIYA ƏSASINDA SELLÜLOZANIN AKTİVLƏŞDİRİLMƏSİ VƏ SOPOLİMERLƏRİNİN ALINMASI

¹ŞAHGƏLDİYEV FİZULİ XANƏLİ oğlu

²ADİLOVA LƏMAN İSMİ qızı

³SƏFƏROVA GÜLGÜN MEHMAN qızı

²QULİYEVA SƏKİNƏXANIM AĞASƏLİM qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1- elmi işçi, 2- kiçik elmi işçi, 3- baş laborant

e-mail: adilovalaman@mail.ru

Açar sözlər: sellüloza, destruksiya, üyütmə, aktivləşdirmə, sopolimerləşdirilmə.

Müasir dövrdə ekologiyanın qorunması zamanın ən vacib məsələlərindən biridir.

Kimya sənayesində ekoloji məsələlərin həlli mütəxəssislər tərəfindən müxtəlif üsullarla aradan qaldırılır. Bu üsullardan bir də tullantılardan səmərəli istifadə edilərək təkrar emalla yenidən prosesə qaytarılması, ilkin xammala və təbii sərvətlərə qənaət olunmasıdır.

Məlum ənənəvi texnologiya ilə sellülozanın aktivləşdirilməsi zamanı molekullararası əlaqələrin zəifləməsi və tamamilə dağılması sellülozanın kristallik haldan elastik hala keçməsinə təmin edir. Proses zamanı böyük miqdarda çirkab sular alınır, kimyəvi reagentlər və elektrik enerjisi həddən artıq istifadə olunur.

Dünya texnologiyasında sellülozadan toz halında aktivləşdirilmiş sellülozanın alınması üçün destruksiya (oksidləşdirici, termiki və hidrolitik) prosesindən istifadə olunur. Sellülozanın oksidləşdiricilərlə destruksiyası ona oksigen, ozon, hidrogen peroksid və peroksi birləşmələrlə təsiri zamanı baş verir. Sellülozanın hidrolitik destruksiyası isə ona su və turşuların, qələvi və duzların sulu məhlullarının təsiri nəticəsində qırılan rabitə yerinə su molekulunun birləşməsi ilə müşayiət olunur.

Sellülozun mexaniki-kimyəvi destruksiyası zamanı iki tip sərbəst radikalların əmələ gəlməsi də bizə məlumdur:

- 1) oksigenlə qarşılıqlı əlaqədə olmayan və hətta 150⁰C temperatura qədər qızdırdıqda strukturu dəyişməyən sabit radikallar;
- 2) hətta 100⁰C temperaturda oksigen və monomerlərlə reaksiyaya girən reaksiyayagirmə qabiliyyətli radikallar.

Bu radikalların əmələ gəlməsi isə sellülozu üyüdərək onun peyvənd və calaq sopolimerlərinin alınmasına şərait yaradır.

Bizim təklif etdiyimiz sellülozanın aktivləşdirilməsi prosesində isə ənənəvi texnologiyalardan fərqli olaraq, kimyəvi reagentlərin və enerjinin istifadəsinə qənaət olunur, proses qısa müddət ərzində optimal rejimdə aparılır, ən əsası isə, proses zamanı çirkab sular alınmır, ətraf mühitə zərərli maddələr atılmır. Bu metodda sellülozanın makromolekulyar quruluşunun kövrəkliyi maksimum artırılır. Sellülozatərkibli ilkin materialı üyütməzdən əvvəl müxtəlif üzvi və qeyri-üzvi reagentlərlə emal edirik, süzürük, quruduruq və üyüdürük. Üyütmə zamanı sellülozanın makromolekulyar və kristal strukturu dağıldığına görə yüksək reaksiyaqabiliyyətli səpələnə xüsusiyyətli aktivləşdirilmiş sellüloza tozu alınır. Alınmış aktivləşdirilmiş sellüloza tozundan doymamış monomerlərlə sopolimerləşmədə istifadə olunur [1, 2, 3].

Təcrübi hissə. Qarışdırıcı ilə təchiz olunmuş və həcmi 1 litr olan stəkana distillə suyu, natrium dihidrofosfat əlavə edirlər, qarışdırıcı işə qoşulur, natrium dihidrofosfat həll olduqdan sonra stəkana doğranmış sellüloza əlavə olunur və onun emalı 30÷60 dəqiqə müddətində aparılır.

Reagentlər: su : natrium dihidrofosfat : sellüloza molyar nisbətdə, müvafiq olaraq 15.6÷16.4 : 0.0378÷0.1513 : 0.01697÷0.0216 götürülür, süzülür, 100÷105⁰C temperaturda 90 dəqiqə qurudulur və 3÷6 dəqiqə üyüdülmür. Alınmış səpələnmiş xassəli sellüloza tozu yüksək reaksiyaya girmə qabiliyyətinə malik olur və çıxım 97.78 çək% təşkil edir (Cədvəl).

Cədvəl

Sıra №	Komponentlərin adları		Təcrübələrin sıra nömrələri və nəticələri				
			1	2	3	4	5
Götürülür							
1	Natrium dihidrofosfatın sulu məhlulu, o cümlədən natrium dihidrofosfat	q	300	300	300	300	300
		q	4.5	6.0	9.0	12.0	18.0
2	Sellüloza	q	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76
3	Sellülozanın emal vaxtı	dəq.	60	60	60	60	60
4	Sellülozanın 100-105 ⁰ C-də qurudulması	dəq.	90	90	90	90	90
5	Sellülozanın üyüdülməsi	dəq.	6	6	6	6	6
Alınır							
6	Üyüdülmüş sellüloza tozu	q	2.67	3.0	2.25	2.25	2.85
7	Fraksiya tərkibi	%					
	630 mkm		7.49	3.43	11.11	2.22	3.52
	320 mkm		45.69	34.31	31.11	40.00	29.82
	200 mkm		20.60	26.96	28.89	22.22	24.56
	100 mkm		18.73	24.52	22.22	22.22	28.07
	10 mkm		7.49	10.78	6.67	13.34	14.03
8	Sellüloza tozunun sulu dispersiyası, pH	əd	9.2	9.5	6.8	9.8	10.0
9	Sellüloza tozunun çıxımı	%	92.51	96.57	88.89	97.78	96.48

Alınan sellüloza tozunun su mühitində metakril turşusu və stirolla birgə sopolimerini aşağı temperaturda yumşaq şəraitdə alırlar.

Qarışdırıcı, su hamamı, əks-soyuducu və kontakt termometrə təchiz olunan üçboğazlı reaktora distillə suyu, laurilsulfat natrium emulqatoru, hissəciklərinin ölçüləri 10÷320 mkm olan sellüloza tozu, metakril turşusu və stirool əlavə edirlər. Sopolimerləşmə prosesi 80⁰C-də aparılır və reaksiya vaxtı 90 dəqiqə təşkil edir.

Reagentlər – su : sellüloza : metakril turşusu : stirool molyar nisbətə və laurilsulfat natrium emulqatoru: kalium persulfat inisiatoru küt.% nisbətində müvafiq olaraq 3.16÷3.33 : 0.00432÷0.00802 : 0.1395÷0.1512 : 0.0769÷0.0865 : 11.59 : 1.44 götürülür.

Bizim təklif etdiyimiz metodla aparılan aktivləşdirmə prosesindən alınan aktivləşmiş sellüloza tozunun müxtəlif doymamış monomerlərlə alınan sopolimerlərindən kimya sənayesində lak, boya və yarışqan istehsalında istifadə etmək mümkündür [4]. Alınan sopolimerlərə fosforlu birləşmələr əlavə etməklə odadavamlı materiallar alınır [5].

ƏDƏBİYYAT

1. Пат. 015856, Евразийский патент, 2011 г.
2. Мамедов Д.В., Гахраманов Н.Ф., Гусейнов Я.Ю., Шахгелдиев Ф.Х., Гулиев Т.Д. Экологически чистый метод активации и сополимеризации целлюлозы // Журнал процессы нефтехимии и нефтепереработки. 2012 г. с. 400-405.
3. Пат. 019859, Евразийский патент, 2014 г.
4. Мəммədov C.V., Abbasov Q.S., İdrisova S.Ş., Babayev S.B., Əhmədov E.N. Kağız halında olan sellülozanın doymamış rabitələri olan kimyəvi reagentlər vasitəsilə aktivləşdirilməsi və onun sopolimerinin alınması. // Elmi xəbərlər, cild 11, № 4, Sumqayıt: 2011, s.36-40.
5. Пат. 2254341, Россия, 2005 г.

РЕЗЮМЕ
АКТИВАЦИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА ОСНОВЕ ГИДРОЛИТИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ И
ПОЛУЧЕНИЕ ЕЁ СОПОЛИМЕРОВ

Шахгельдиев Ф. Х., Адилова Л.И., Сафарова Г.М., Гулиева С.А.

Ключевые слова: *целлюлоза, деструкция, помол, активация, сополимеризация.*

В представленной исследовательской работе была проведена активация целлюлозы на основе гидролитической деструкции и получены её сополимеры с ненасыщенными мономерами. При этом максимально повышается кристалличность и хрупкость целлюлозы с разрушением макромолекулярной и волокнистой структуры, в результате чего получается активированный мономер целлюлозы в виде сыпучего порошка с высокой реакционной способностью.

SUMMARY
ACTIVATION OF CELLULOSE ON THE BASIS OF HYDROLYTIC DESTRUCTION AND
OBTAINING ITS COPOLYMERS

Shahgeldiyev F.Kh., Adilova L.I., Safarova G.M., Guliyeva S.A.

Key words: *cellulose, destruction, grinding, activation, copolymerization.*

In this research work the activation of cellulose on the basis of hydrolytic destruction has been carried out and its copolymers with unsaturated monomers were obtained. As macromolecular and fibrous structure of cellulose disintegrate during the process, its crystallinity and fragility rise at maximum level. Consequently, activated cellulose monomer has been obtained which is able to scatter and react. Obtaining of copolymers together with unsaturated monomers is carried out by gained monomers which is highly reactive.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	08.09.2017
	Son variant	25.09.2017

UOT-612,1/8

İNSANDA SİNİR SİSTEMİNİN ONTOGENEZİ

¹BAXŞALIYEV ARZU YELMAR oğlu

¹SULTANOVA NATELLA HƏSƏNXAN qızı

²AXUNDOVA SEVİL MƏHƏRRƏM qızı

³ƏLİZADƏ KƏMALƏ SEYFƏDDİN qızı

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

e-mail: Baxşaliyev-Arzu@mail.ru

Açar sözlər: ontogenez, kranial, kaudal, embrion, ektoderma.

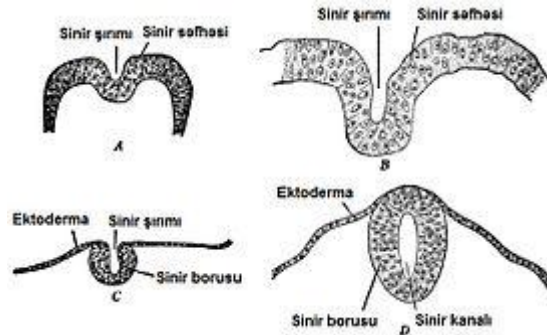
İnsan embrionunda sinir sistemi xarici rüşeym vərəqəsindən – ektodermadan başlanğıc götürür. Əmələ gələn sinir borusunun kranial hissəsindən beyin, kaudal hissəsindən onurğa beyin inkişaf edir. Kranial hissə iki daralma nəticəsində ön, orta və arxa yaxud rombabənzər beyin qovuqlarına bölünür. Sonra ön beyin qovuğundan uc beyin və ara beyin, rombabənzər beyin qovuğundan arxa və əlavə beyin inkişaf edir.

Canlı aləmin tarixi inkişaf dəyişiklikləri yalnız yeni canlı varlıqların yaranması, yaxud onların məhvi ilə deyil, eyni zamanda ontogenetik inkişafın yenidən qurulması ilə bağlıdır. Hər bir canlı varlığın arxasında böyük bir tarixi keçmiş, uzun dövr vardır. Canlı varlıqların ontogenezi sabit qalmış olsaydı, onda filogenezi təsəvvür etmək çox böyük şübhə doğurardı. Nəticədə, ontogenez baş vermədən həyatın təkamülü mənasız olardı. Deməli, ontogenez yalnız filogenezin nəticəsi deyil, o həm də onun zəruri şərtidir [3].

İbtidaidən aliyə doğru inkişaf edən canlı varlıqlarda bir sıra sistemlər yaranır və formalaşır. Həmin sistemlər orqanizmin həyat fəaliyyətini davam etdirməsində özünəməxsus funksiyaları yerinə yetirir. Bu baxımdan canlı varlıqların ən alisi olan insanda sinir sistemi özünəməxsus yer tutur.

Orqanizmin ontogenezində əvvəlcə mayalanmış yumurta hüceyrə – ziqota ardıcıl olaraq bölünmələrə məruz qalıb rüşeym qovuquğunu əmələ gətirir [1]. İnsan embrionunda sinir sistemi xarici rüşeym vərəqəsindən – ektodermadan inkişaf edir. Rüşeymin inkişafının üçüncü həftəsində ektoderma iki hissəyə diferensiasiya edərək dəri və sinir ektodermasını əmələ gətirir. Buynuz yaxud dəri ektodermasının qalan hissəsi buynuz və ya dəri səfhəsi adlanaraq dərinin epidermis qatını və duyğu üzvlərinin qəbuledici törəmələrini əmələ gətirir.

Embrionun arxa səhində kranio-kaudal istiqamətdə bir qalınlaşma əmələ gəlir. Bu qalınlaşmaya sinir və ya beyin səfhəsi deyilir. Sinir səfhəsi inkişaf edərək yavaş-yavaş dərinləşir və rüşeymin ölçüsü 1,5 mm olarkən sinir şırımı – sulcus nervosus meydana çıxarır. Bu şırımın kənarları (sinir yastıqları) qatlanaraq getdikcə hündürləşir və orta xəttə çataraq bir-birilə bitişir. Nəticədə, sinir şırımı sinir borusuna çevrilir. Sinir şırımının sinir borusuna çevrilməsi, yəni sinir şırımı kənarının bitməsi ortadan başlayıb uclara doğru davam edir. Sinir borusu əmələ gəldikdən sonra yavaş-yavaş buynuz yaxud dəri səfhəsindən uzaqlaşır (şək. 1). Uzaqlaşma zamanı onlar arasına mezoderma elementləri daxil olur. Sinir borusunun divarları ilk dəfə bir növlü hüceyrələrdən təşkil olunur. İnkişafın sonarkı mərhələsində onlardan müxtəlif növ sinir hüceyrələri əmələ gəlir. Sinir borusu beyin və onurğa beynin mayasını təşkil etməklə bərabər, həmçinin ucqar sinir sisteminin mayasını da əmələ gətirir. Bütün bunlar deməyə əsas verir ki, sinir borusunun bütün sinir sisteminin mayasını təşkil edir.

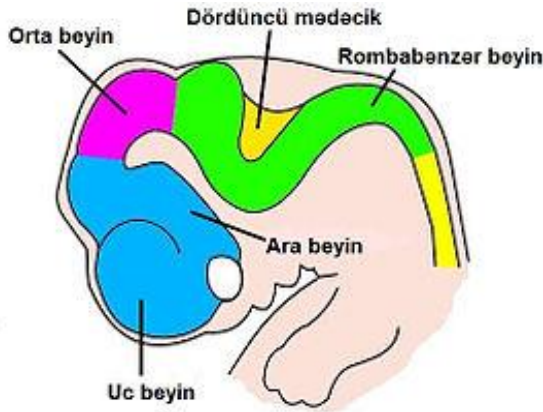


Şəkil 1. Sinir sisteminin inkişaf dövrləri (Şimalhauzenə görə):

A. Sinir səfhəsi. B. Sinir şırımı. C. Sinir borusu.

D. Sinir borusunun dəri səfhəsindən uzaqlaşması

Sinir borunun kranial hissəsindən beyin, kaudal hissəsindən onurğa beyni inkişaf edir. Kranial hissə iki daralma nəticəsində üç qovuğa (ön beyin qovuğu, orta beyin qovuğu və arxa yaxud rombabənzər beyin qovuğu) bölünür. Sonra ön beyin qovuğundan uc beyin, rombabənzər beyin qovuğundan arxa və əlavə beyin inkişaf edir (Şək. 2).



Şəkil 2. 6 həftəlik embrionda beyin qovuqlarının diferensiasiyası

Sonradan inkişaf prosesi nəticəsində onlardan müxtəlif növ sinir hüceyrələri meydana çıxır. Bu hüceyrələrin hüceyrə cisimlərindən boz maddə və onların çıxıntılarında ağ maddə əmələ gəlir [2]. Sinir borusunun daxilində mənfəz – dar bir kanal qalır. Sinir yastıqlarına gəldikdə, onlardan ayrılan bir sıra qanqlioz sinir hüceyrələri sinir borusunun arxa səthində həmin boruya paralel bir cüt zolaq – sağ və sol sinir düyünü zolağı (qanqlioz zolaq) əmələ gətirir. Bunlar ektoderma ilə sinir borusunun arasında yerləşərək onurğa beyni və simpatik kötük qanqlionlarının mayalarını təşkil edir. Sinir borusu mərkəzi sinir sisteminin mayasını təşkil etməklə bərabər, eyni zamanda ucqar sinir sisteminin mayasını da əmələ gətirir.

Ontogenezin ilk mərhələsində divarları bir növ hüceyrələrdən təşkil olunmuş sinir borusunun hüceyrələri iki istiqamətdə diferensiasiya edir. Artıq insan rüşeyminin 5 həftəliyində sponqiyoblastlar və neyrobblastlar olmaqla iki cür hüceyrələr əmələ gəlir. Sponqiyoblastlardan neyroqliya, neyrobblastlardan sinir hüceyrələri – neyronlar inkişaf edir. Bir yaşına qədər çoxalması davam edən neyrobblastlardan hissi, hərəki və ara neyronlar inkişaf edir. Neyronların cismi və xırda çıxıntıları boz maddəni, uzun çıxıntıları ağ maddəni əmələ gətirir. Boz maddə onurğa beyni kanalını əhatə edir, ağ maddə isə aparıcı yolları əmələ gətirərək boz maddəni xarıcdən örtür. Topoqrafik baxımdan onurğa beyni boyun, döş, bel oma və büzdüm seqmentlərinə diferensiasiya edir. Daha sonra ön və arxa buynuzlar inkişaf edir. Tədqiqatlar zamanı bəzi hallarda özünü tam doğrultmayan Bell-Mojandi qanununa əsasən ön buynuzlar hərəki, arxa buynuzlar hissi olur. Onurğa beynində hər bir cüt sinirə müvafiq bir seqment – 8 boyun, 12 döş, 5 bel, 5 oma və 1 büzdüm seqmenti əmələ gəlir.

Sinir borusundan baş beyin və onurğa beynindən başqa, periferik sinir sisteminin hərəki hissəsi inkişaf edir. Sinir sisteminin digər hissələri olan hissi qanqlionlar, hissi sinirlər və vegetativ sinir sistemi qanqlion lövhədən inkişaf edir. Sinir borusu əmələ gələn zaman, bir qrup hüceyrələr ektodermadan ayrılaraq sinir borusu ilə ektoderma arasında bütöv bir qat – qanqlioz lövhə əmələ gətirir. Sonra qanqlioz lövhənin hüceyrələri miqrasiya etməklə sinir borusunun yan

tərəflərində qanqlioz yastıqlar şəklində yerləşir. Bu yastıqlar seqmentlərə bölünərək kəllə-onurğa beyni qanqlionlarını əmələ gətirir.

Vegetativ sinir sistemi simpatik və parasimpatik şöbələrə diferensiasiya edir. Daha sonra həmin şöbələrin mərkəzləri yaranır. Neyron sinir toxumasının əsas quruluş və funksional vahididir. Neyronun cismi sitoplazma, nüvə, ümumi və xüsusi orqanoidlərdən təşkil olunmuşdur. Neyronun sitoplazması neyroplazma neyronun həm cisminə, həm də çıxıntılarında paylanmışdır. Neyronun cisminə o, perikarion, aksonun plazmasında aksoplazma və dendritdə isə dendroplazma adlanır. Neyroplazma orqanoidlərlə çox zəngindir. Burada həm ümumi orqanoidlər – endoplazmatik şəbəkə, ribosomlar, mitoxondrilər, Holci kompleksi, hüceyrə mərkəzi, lizosomlar, həm də xüsusi orqanoidlər – neyrofibrillər və bazofil maddə vardır. Orqanoidlər neyroplazmanın müxtəlif yerlərində quruluşuna və miqdarına görə fərqlənir [4].

ƏDƏBİYYAT

1. Əliyev Ə.H., Əliyeva F.Ə., Mədətova V.M. İnsan və heyvan fiziologiyası. I hissə. Bakı: Bakı Universiteti, 2012, 151-156 s.
2. Hacıyev G.Ş., Şadlinski V.B., Vəliyev Ş.Q., Allahverdiyev M.Q. və s. İnsan anatomiyası. Bakı: TƏKNUR MMC-nin mətbəəsi, 2004, 320 s.
3. Quliyev R.Ə., M.Ş.Babayev, E.M.Axundova Təkamül təlimi. Bakı: Çayıoğlu, 2012, 283 s.
4. Səmədov Ə.Ə. Ümumi histologiya. Bakı: Tİ-MEDIA şirkətinin mətbəəsi, 2012, 278, 284 s.

РЕЗЮМЕ

ОНТОГЕНЕЗ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Бахшалиев А.Е., Султанова Н.Г., Ахундова С.М., Ализаде К.С.

Ключевые слова: онтогенез, краниальная, каудальная, эмбрион, эктодерма.

Нервная система эмбриона человека берет начало с ее внешнего листа – эктодерма. При этом мозг, образованный из краниальной части нервной труты, и позвоночный мозг, образованный из каудальной части, развиваются. В результате двух сокращений краниальная часть делится на передний, средний и задний, или же на ромбоподобные мозговые пузыри. Затем происходит развитие крайнего и промежуточного мозгов – от переднего мозгового пузыря, а от ромбоподобного мозгового пузыря – заднего и добавочного мозгов.

SUMMARY

ONTOGENESIS OF NERVOUS SYSTEM OF HUMAN BEING

Bakhshaliev A.E., Sultanova N.H., Akhundova S.M., Alizade K.S.

Key words: Ontogenesis, cranial, caudal, embryo, ectoderm

The nervous system of human embryo takes its beginning from the external embryo sheet, namely from ectoderm. Cranial part of the formed neural tube develops the brain and the other caudal part develops the spinal cord. The cranial part is divided into front, middle and rear or rhomboid bubbles. Hereinafter the top and mid brains are developed by the bubble of front brain and the rear and extra brains are developed by the rhomboid brain.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	23.01.2017
	Son variant	25.09.2017

UOT 519.8.

QEYRİ-XƏTTİ OPTİMAL TƏQVİM PLANLAŞDIRMA MƏSƏLƏLƏRİNİN HƏLLİNİN SONUNCU YAXINLAŞMA ŞƏRTLƏRİNDƏN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ SÜRƏTLƏNDİRİLMƏSİ

MİRZƏYEV GƏNCƏLİ ABASƏLİ oğlu
SALMANOVA MƏLAHƏT NƏSİMAN qızı
CAVADOVA SEVİNC RƏHMƏTULLAH qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-dosent, 2-baş müəllim, 3- assistent
e-mail: mirzoyevga@mail.ru

Açar sözlər: təqvim planlaşdırma, kvadratik məqsəd funksiyası, Zoytendeyk üsulu

Planlaşdırma və idarəetmə məsələləri istehsal prosesində nə qədər vacibdirsə, onların optimallaşdırma üsulları ilə həll edilməsi daha mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu məsələlərin riyazi modelləri dinamik təqvim planlaşdırma məsələlərinə gətirildikdə, xüsusilə, qeyri-xətti halında hesablama prosesində müəyyən çətinliklər yaranır. Məlum parçalama üsulları, qismən də olsa, bu çətinliyi aradan qaldırsa da, belə vəziyyət kompüter resurslarına tələbatı lazımı qədər aradan qaldıra bilmir.

Parçalama üsulunda böyükölçülü ilkin məsələ, ardıcıl həll edilən bir nizamlayıcı məsələyə və bir neçə bu məsələ ilə ardıcıl əlaqəli məsələlərin, çoxaddımlı, iterasiyalı, qarşılıqlı əlaqəli həllinə gətirir ki, bu da məsələ həllinin yerinə yetirilməsi vaxtını artırır və həllin operativlik keyfiyyətini aşağı salır. Kiçikölçülü alt məsələlərin həllinə yenidən parçalama üsullunun tətbiq edilməsi və yenidən bir nizamlayıcı məsələ və bir neçə kiçikhəcmli alt məsələlərin həlli, çoxsəviyyəli, iyerarxiya tabeliyində olan qarşılıqlı məsələlərin həllinə gətirir. Belə qaydanın tətbiqi böyük ölçülü məsələləri, qarşılıqlı əlaqəli kiçik məsələlərə gətirsə də, bu yalnız cari yaddaşa olan tələbatı azaldır. Lakin bu ardıcıl həll prosesi iterasiyalı olduğundan həll vaxtının azaldılması probleminin həlli üçün yeni səmərəli üsul seçilməsi aktual və vacibdir.

Çoxsəviyyəli riyazi modelə, hər səviyyə modeli üçün optimallaşdırma məqsəd funksiyası, xammal məsrəfləri üçün məhdudiyyətlər, məsrəflərə qoyulan limit məhdudiyyətləri, enerji məhdudiyyətləri və istehsal olunan məhsullara qoyulan məhdudiyyətlər daxildir. Bu şərtlərdən əlavə olaraq modelə əsas və köməkçi dəyişənlər arasında qoyulan balans tənlikləri, anbarlarda olan ehtiyatlar və onların dəyişmə qiymətlərinə qoyulan məhdudiyyətlər, ayrı-ayrı blokların istehsal gücünə qoyulan məhdudiyyətlər, yuxarı səviyyənin verdiyi plan məhdudiyyətləri daxildir.

Belə modellərə daxil olan dəyişənlərin sayı orta səviyyəli neft emalı, neft-kimya kompleksləri üçün minlərlə ölçülür. Məsələnin operativliyi onun həll vaxtının kompüterdə, xüsusilə, operativ məsələlər üçün ani olmasını tələb edir. Belə tələbin ortaya çıxması operativ məsələlərin həlli effektlərini aşağı salır. Həll edilən praktik məsələlərin quruluş xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla təqvim-planlaşdırma məsələlərinin alt məsələsində məhdudiyyət xüsusiyyətlərini məsələnin həllinə sərf olunan vaxtı, aşağıdakı halları nəzərə almaqla lazımı qədər azaltmaq olar:

- Dəyişənlər və funksional məhdudiyyətlər ikitərəfli olduqda
- Məsələdə əsas və köməkçi dəyişənlər arasında balans tənlikləri olduqda.

Məsələlərin həlli vaxtının azaldılması, çoxsəviyyəli təqvim planlaşdırma məsələləri üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu isə öz növbəsində çoxsəviyyəli təqvim planlaşdırma məsələsinin alt məsələlərinin də həll edilmə vaxtının azaldılmasını vacib edir.

Məsələnin məqsəd funksiyası qeyri-xətti olduqda həll üçün Zoytendeyk üsulunun seçilməsi, məhdudiyyətlərin xətti olduğu halda [1] üsulunun seçilməsi, istər bütün məsələ, istərsə də alt məsələlərin həlli üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Qeyd olunanları nəzərə alaraq, qeyri-xətti məqsəd funksiyası ilə xətti məhdudiyyətlər şərti daxilində Zoytendeyk üsulunun bəzi xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla həll vaxtını kifayət qədər azaltmaq olar.

Məlum olduğu kimi, Zoytendeyk üsulunun tətbiqi ilə həll prosesindəki hesablamaların sayını azaltmaq məqsədilə qoşmalıq şərtini birinci köməkçi məsələyə əlavə etdikdən sonra, ikinci köməkçi məsələni həll edərkən, iterasiyalarda [2]-də göstərilən üsulun tətbiq edilməsi həll keyfiyyətini daha da artırır. Burada birinci yaxınlaşmadan sonra başlanğıc yaxınlaşma şərtində, Zoytendeyk üsulundan fərqli olaraq, başqa ardıcılıq, yəni birinci köməkçi məsələnin son iterasiyasının nəticələri istifadə olunur.

Hər bir qeyri-xətti məqsəd funksiyalı alt məsələni

$$q = xd + xCx^l \rightarrow \max (\min) \quad (1)$$

$$a_{ij}x_j \leq (\geq)b_i \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad (2)$$

$$x_i \geq 0; \quad i = 1, 2, \dots \quad (3)$$

kimi yazmaq olar. Burada q qeyri-xətti məqsəd funksiyası, d – əmsallardan ibarət vektor-sütun; C – müsbət elementli kvadratik matris; x – elementləri axtarılan dəyişənlər olub sətir vektordur; a_{ij} – elementləri x_j dəyişənlərinin riyazi modeldəki əmsalları; b_i – elementləri isə i -cu sətirin məhdudiyyətləridir.

Bu qoyuluşda məsələni həll etmək üçün köməkçi məsələnin həlli zamanı Zoytendeykin beşinci normallaşdırma şərtində tətbiq olunan alqoritm istifadə olunur.

(1)-(3) məsələsinin həlli üçün təklif olunan alqoritmın mahiyyəti aşağıda göstərilən mərhələlərdən ibarətdir:

1. İlk götürülmüş x_0 nöqtəsi üçün $x = x^0$ qəbul edərək q -nün $x = x^0$ -da hesablanır:

$$q^0 = dx_0 + 2x_0Cx_0^l \quad (4)$$

2. Optimal həll istiqamətindəki (l ilk yaxınlaşmadan sonra $l \geq 1$ l -iterasiyaların sayı) şüanın s - istiqamətini təyin etmək üçün köməkçi məsələsinin

$$\bar{q}^l s \rightarrow \max (\min) \quad (5)$$

$$\bar{a}_{ij}^l s \leq (\geq)b_j^l \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad (6)$$

$$s_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, n}) \quad (7)$$

şərtləri daxilində həlli tapılır. Burada $q^l = q$ qəbul etsək, onda $q_0^l = q^l|_{x=x_0}$; $\bar{a}_j^l = a_j^l$ və, nəticədə, birinci köməkçi məsələnin s^l həlli tapılır.

3. Normallaşdırıcı λ^l vuruğu

$$\lambda^l = \frac{q_0^l s^l}{2} (s^l)' C s^l \quad (8)$$

şəklində hesablanır. Burada l ($l \geq 1$) Zoytendeyk üsulundakı iterasiyaların sayıdır.

4. Növbəti $x^{l+1} = x^l + \lambda^l s^l$ hesablanır.

5. $s = s^l$ qəbul edib (5) hesablanır.

6. $\lambda^l \geq 1$ şərti ödənərsə, onda ikinci köməkçi məsələnin formalaşdırılması üçün qoşmalıq şərti nəzərə alınmadan 8-ci bəndə keçilir. Əgər $\lambda^l < 1$ şərti ödənərsə, onda (5) - (8) şərtinə

$$s^l C s^l = 0 \quad (9)$$

qoşmalıq şərti əlavə olunur.

7. s^l -i t ilə əvəz edərək və (9) şərtini $t^l C t^l = 0$ ilə əvəz edərək ikinci (5) - (8) şəklində köməkçi məsələ həll edilir (birinci köməkçi məsələnin son iterasiyasının bazis dəyişənlərini qalan dəyişənlərlə əvəz edilməsi şərti ilə).

Bu zaman həm də

$$\bar{q}^l = (q^l)'; \quad \bar{a}_j^l = (a_j^l)_l^k; \quad b_j = (b_j)_l^k; \quad (10)$$

$$t^l C t = 0 \quad (11)$$

şərtləri qəbul edilərək (5) - (8) məsələsi həll edilir.

Burada k-birinci köməkçi məsələnin sonuncu iterasiyasının nömrəsi, $(a_j^l)_l^k; (b_j)_l^k$ -isə k-cı iterasiyada birinci köməkçi məsələnin elementləridir.

8. t^l təyin olunandan sonra, (10) nəzərə alınmadan 7-ci bənddəki məsələ həll edilir. $s^l = t^l - x^l$ təyin edilir və $s^l = \{0\}$ şərti yoxlanılır. Əgər şərt ödənirsə, onda x^l həlli (1)-(3) məsələsinin həlli kimi qəbul olunur, əks halda (1)-(3) məsələsinin həlli prosesini davam etdirmək üçün 3-cü bəndə keçid edilir.

Müqayisə üçün qeyd edək ki, praktiki çox səviyyəli təqvim-planlaşdırma məsələləri üçün qarşılıqlı əlaqələri və razılaşdırılmış çoxiterasiyalı həlli almaq üçün belə üsulun vacibliyi aydın görünür. Belə yanaşma həm də Zoytendeyk üsulunun praktik məsələlər üçün tətbiq sahəsini genişləndirir, praktik məsələlərin həlli zamanı özünün yüksək praktik xüsusiyyətlərini göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. Кюнци Г., Крелле В. Нелинейное программирование М.: Советское радио, 1965, с.149-164.
2. Мирзоев Г.А. Исследование чувствительности решения подзадач к изменению объективно обусловленных оценок условий линейного модели при двухуровневом планировании. Изв.АН Аз.ССР, серия Экономика, Баку: 1983, №1, с.80-84.

РЕЗЮМЕ

РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ С УЧЕТОМ РЕЗУЛЬТАТА ПОСЛЕДНИХ ИТЕРАЦИЙ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Мирзоев Г.А., Салманова М.Н., Джавадова С.Р.

Ключевые слова: календарное планирование, квадратичная целевая функция, метод Зойтендейка

В статье рассматривается метод для ускорения решения многоуровневой задачи оптимизации с использованием метода Зойтендейка, которая позволяет решения задачи КП большой размерности, особенно в условиях создания АСУ. Постановка и решения такой задачи позволяет повысить эффективность плановых решений задачи КП.

SUMMARY

SOLUTION OF THE NONLINEAR OPTIMIZATION PROBLEM, TAKING INTO ACCOUNT THE RESULTS OF THE LATEST ITERATION OF ITS ACCELERATION SOLUTIONS

Mirzoyev G.A., Salmanova M.N., Javadova S.R.

Key words: calendar planning, quadratic objective function, method Zoytendeyk

The modified of many tier optimized problems with Zoytendeyk method was captured in the article. Putting forward problems and their solutions make planned decision of CP task increase their efficiency.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	09.01.2017
	Son variant	25.09.2017

UOT 621.316

KRİSTAL QƏFƏS RƏQSLƏRİNİN ELEKTRİK ANALOQU**MƏNSUROV QADİR MƏMMƏD oğlu***Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent**e.mail: dr.ing.mansurov@mail.ru**Açar sözlər: Spektr, kristal qəfəs, fonon, aktiv süzgəc, uyğunluq prinsipi.*

Optik materialların spektral parametrlərinin qiymətləndirilməsi və bu parametrlərin xarici təsirlər vasitəsi ilə dəyişdirilməsinin idarə olunmasının mümkünüyü materialşünaslığın əsas istiqamətlərindən biri sayılır. Belə materiallar optika və elektron sənayesində, cihazqayırmanın texnologiyasında tətbiq sahəsinə malikdirlər. Optik materiallar əsasında sintez olunan sistemlərdən informasiyanın mübadilə olunmasını təmin etmək üçün maddə quruluşu haqqında müasir təsəvvürlərə əsaslanan modellərdən də tədqiqat işlərində geniş istifadə olunur [1-3].

Optik spektrləri təsvir etmək və maddə quruluşu ilə əlaqələndirmək üçün bir çox riyazi modellər təklif olunmuşdur [1]. Harmonik ossilyatorlar modelində spektrləri yaradan mənbə qarşılıqlı təsirdə olan harmonik rəqslər mənbəyi kimi təsvir olunur və təcrübə nəticələrindən kənara çıxmalar rəqsin anharmonik olması ilə izah olunur. Tədqiqatlarda rəqsin anharmonik olmasının səbəbləri üzrə digər adekvat modellər qurulur və uyğun parametrlərlə qiymətləndirilir [2]. Belə modellərin qurulmasında əsas məqsəd nəzəriyyə və təcrübənin vəhdətini təmin etmək və adekvat nəticələrin əldə olunmasıdır.

Qeyd olunanlara əsaslanaraq, spektrlərin qiymətləndirilməsi və onu yaradan mənbəyin strukturu ilə əlaqələndirilməsi məqsədi ilə digər modellərdən, məsələn elektrik analoqu modellərindən də istifadə etmək olar. Belə modellərdən biri kimi, reaktiv müqavimətli elektrik dövrələrinin modelləşdirilməsi və sintezi məqsədi ilə istifadə olunan aktiv süzgəc modelini götürmək olar [4]. Aktiv süzgəc modellərinin optik spektrlər üçün elektrik analoqu kimi qəbul olunması və bu əsasda tədqiqatların aparılması praktik əhəmiyyətə malik ola bilər.

Təqdim olunan işin məqsədi, bərk cismin kristal qəfəs rəqslərinin spektrinin aktiv süzgəc dövrələri vasitəsi ilə modelləşdirilməsinin mümkünliyünü analiz etməkdən ibarətdir.

Aktiv süzgəc aktiv RC-dövrələr əsasında sintez olunan elektron qurğusudur. Aktiv RC-dövrələr elektron qurğuların sintezi zamanı istifadə olunan əsas vasitələrdən biri hesab olunur. Belə dövrələr həm siqnal çevirici, həm də tezlik seçici xassələrə malik olurlar. Geniş tezlik diapazonunda ($10^{-1} - 10^7$) Hz elektrik siqnallarının seleksiyası, korreksiyası və çevirdilməsində aktiv RC-dövrələrdən istifadənin imkanları nəzəri əsaslandırılmış və təcrübələrlə sübuta yetirilmişdir [4-7].

Aktiv RC-dövrələrin sintezində iki üsuldan istifadə olunur. Bunlardan biri, RLC-dövrələrin sintezinin klassik metodlarına əsaslanır. Bu üsulda induktiv element onun sxem ekvivalenti olan giratorla əvəz olunur. Bu üsul mürəkkəbdir və aktiv RC-dövrəsinin yaradılmasında çoxlu sayda elementlərdən istifadə ilə reallaşdırılır. Digər üsul induktiv elementsiz aktiv RC-dövrəsinin sintezinə əsaslanır, daha kompakt mikrosxem texnologiyası ilə qurğu yaratmağa imkan verdiyindən geniş tətbiq olunur.

Süzgəcin quruluş sxeminin işlənilməsi üsulları çoxdur və bu üsulların geniş istifadə olunanlarından biri ötürmə funksiyasını i-sayda bir tərtibli və j-sayda ikitərtibli polinomlar nisbətinin hasili kimi göstərilməsinə əsaslanır:

$$G(S) = \prod_i \frac{a_{1i} \cdot S + a_{0i}}{S + b_{0i}} \cdot \prod_j \frac{a_{2j} \cdot S^2 + a_{1j} \cdot S + a_{0j}}{S^2 + b_{1j} \cdot S + b_{0j}}, \quad (1)$$

Burada, $S = i\nu$ -kompleks tezlik, a_i - və b_j -həqiqi sabitlərdir. Ötürmə funksiyasının ifadəsi əsasında çox kaskadlı quruluş sxemi yaradılır. Bu halda süzgəc ardıcıl birləşdirilmiş manqalardan təşkil olunur. Bu manqallar bir-birinə təsir göstərərək süzgəcin məxsusi ötürmə funksiyasını dəyişdirmirsə, ümumi sxem n tərtibli süzgəc funksiyasını yerinə yetirir.

Aktiv RC-dövrələrin modelləşdirilməsi və sintezi üzrə yuxarıda qeyd olunanların nə dərəcədə kristal qəfəs rəqslərinin spektrlərinin təhlil edilməsi üzrə elektrik analoqu olması məsələsi üzərində dayanacaq.

Kristal qəfəs rəqsləri kristal düyünlərdə yerləşən atom və ya ionların tarazlıq vəziyyəti ətrafında rəqsləridir. Kristala periodik dəyişən hər hansı xarici təsir olduqda qaçan və durğun dalğa şəklində belə rəqslər mövcud olur. Xarici təsir olmadıqda ətraf mühitlə istilik tarazlığında olan kristal daxilində bu rəqslər qərarlaşmış dinamik tarazlıq halında olur. Rəqsin xarakteri çoxlu sayda faktordan asılıdır. Belə faktorlara kristalın simmetriyasını, kristal qəfəsdə atomların sayını, kimyəvi rəbitənin növünü, müxtəlif növ qəfəs pozuntularını (dislokasiyalar, sürüşmələr və s.) və digərlərini göstərmək olar. Rəqslər o zaman harmonik hesab edilir ki, kristalda defektlər olmasın, kristal düyünlərdə yerləşən atomlar elastiki qüvvələrlə qarşılıqlı əlaqədə olsunlar. Belə kristal və qəfəsi ideal adlanır. Lakin, təcrübələrdə və tədqiqatlarda istifadə olunan nümunələr heç vaxt ideal olmurlar. Hətta, kristalın həcmi ideal qəbul etsək də, onun səthində atomların koordinasiyası pozulduğuna görə ideallıq və ona uyğun harmonik təsvir nümunə üçün adekvat olmayacaq. Amorf cisimlər üçün isə ideal kristal quruluşun olmamağı onun təbiəti ilə bağlıdır.

Kristal qəfəs rəqslərinin spektrlərinin təhlili üzrə çoxlu sayda tədqiqatlar üç parametrlili Lorens ossilyatoru modeli üzrə aparılmışdır. Mühitin optik şüalanmaya (elektromaqnit dalğasına) reaksiyası dielektrik nüfuzluğu adlanan parametrlə xarakterizə olunur. Üç parametrlili ossilyator modeli üzrə dielektrik nüfuzluğunun tezlikdən asılılığı (mühitin dispersiyası) belə qiymətləndirilir:

$$\varepsilon(\nu) = \varepsilon_\infty + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\varepsilon_i \nu_i^2}{\nu_i^2 - \nu^2 + i\nu\gamma_i}, \quad (2)$$

Burada, n -ossilyatorların sayı, ν_i, γ_i - i -ci ossilyatorun məxsusi tezliyi və sönmə əmsalı, $\Delta\varepsilon_i$ - aktiv modun əlavəsi, ε_∞ - yüksək tezlik oblastda dielektrik nüfuzluğudur.

Üç parametrlili model ossilyatorların asılı olmamağı halını təsvir etdirir. Bu səbəbdən, təcrübə ilə uyğunluq təşkil edən nəticələr bərk cisimlər üçün deyil, qaz hala uyğun molekulyar spektrlər üçün adekvat olur.

Ədəbiyyatlarda qeyd olunur ki, qəfəs rəqsləri üçün əlverişli model dörd parametrlili ossilyator modelidir [1-3]. Dörd parametrlili modeldə ossilyatorların qarşılıqlı təsiri də nəzərə alınır. Bu model üçün dielektrik nüfuzluğunun dispersiyası üçün ifadə aşağıdakı kimidir:

$$\varepsilon(\nu) = \varepsilon_\infty \prod_j \frac{\nu_{jLO}^2 - \nu^2 + i\nu\gamma_{jLO}}{\nu_{jTO}^2 - \nu^2 + i\nu\gamma_{jTO}}, \quad (3)$$

Burada, ν_{jLO} və ν_{jTO} - uyğun olaraq eninə və uzununa optik fononlara uyğun məxsusi tezliklər, γ_{jLO} və γ_{jTO} - bu tezliklərə uyğun sönmə əmsallarıdır.

Göründüyü kimi, kristal qəfəsin optik rəqsləri üçün istifadə olunan (3) ifadəsi ilə aktiv süzgəc sxemlərinin sintezi üzrə istifadə olunan (1) ifadəsi modelləşdirmə üzrə uyğunluq təşkil edir. Aktiv süzgəc üzrə sintez olunan birinci tərtib manqalar yüksək tezlik oblastında dielektrik nüfuzluğuna, ikinci tərtib manqalar isə optik fononların parametrləri ilə uyğunluq təşkil edir. Aktiv süzgəc dövrləri kristal qəfəs rəqslərinin modelləşdirilməsi üzrə elektrik analoq dövrləri ola bilər.

Modellər üzrə uyğunluğun adekvat olmasını yoxlamaq üçün spektrin infraqırmızı oblastında α – kvarsın kristal qəfəs rəqslərinin məxsusi parametrlərinin qiymətlərindən istifadə olunub [8]. Uyğun aktiv süzgəc elektrik dövrə modeli layihələndirilib və modelin kompüter simulyasiyası aparılıb. α – kvarsın spektri ilə onun elektrik analoqunun tezlik xarakteristikasının adekvatlığı təsdiqini tapıb. Qəfəs rəqslərinə həssas spektral oblastlar müəyyən olunub.

ƏDƏBİYYAT

1. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. М.: Эдиториал УРСС, 2001, 896 с.
2. Командин Г.А., Породинков О.Е., Спектор И.Е., Волков А.А. Многофононное поглощение в монокристалле MgO в терагерцевом диапазоне. Физика твердого тела, 2009, том 51, вып. 10, с.1928-1932
3. Kozlov G.V., Volkov A.A.. Millimeter and submillimeter wave spectroscopy of solids. In: Topics in applied physics. V. 74. / Ed. G. Gruner. Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg (1998).p. 52.
4. Джонсон Д., Джонсон Дж., Мур Г. Справочник по активным фильтрам. М.: Энергоатомиздат, 1983, 128 с.
5. Mansurov Q.M. Aktiv süzgəclər: Ötürmə funksiyalarının təhlili və elektrik sxemlərinin hesablanması. Sumqayıt: SDU, 2002, 99s.
6. Muhammad H. Rashid, Microelectronic Circuits: Analysis and Design, Cengage Learning, 2010 ISBN 0-495-66772-2, page 804.
7. <http://www.ti.com/lit/ml/sloa088/sloa088.pdf> .
8. Золотарев В.М., Морозов В.М., Смирнова Е.В. Оптические постоянные природных и технических сред. Справочник.- Ленинград: Химия, 1984.-215с.

РЕЗЮМЕ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АНАЛОГ КОЛЕБАНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЕТОК Мансуров Г.М.

Ключевые слова: спектр, кристаллическая решетка, фонон, активный фильтр, принцип подобия

В работе показана возможность применения результатов моделирования и синтеза активных фильтров в качестве электрического аналога колебания кристаллических решеток.

SUMMARY

ELECTRICAL ANALOGUE OF FLUCTUATION OF CRYSTAL LATTICES Mansurov G.M.

Key words: Spectrum, crystal lattice, phonon, the active filter, principle of similarity

In work it is shown a possibility of use of results of model operation and synthesis of the active filters as an electrical analog of fluctuation of crystal lattices.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	21.09.2017
	Son variant	25.09.2017

UOT 681.

Z-ƏDƏDLİ ÇOXMEYARLI İNVESTİSİYA MƏSƏLƏSİNDƏ QƏRAR QƏBULETMƏ

CABBAROVA KÖNÜL İMRAN qızı

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, doktorant

E-mail: konul.jabbarova@mail.ru

Açar sözlər: Z-ədəd, ideal nöqtə, qərar qəbuletmə, ranqlaşdırma, investisiya məsələsi

Giriş. Çoxmeyarlı qərar qəbuletmə iqtisadi, idarəetmə və başqa məsələlərin həllində vacibdir. [1]-də baş podratçı seçimi üçün çoxmeyarlı qərar qəbuletmə məsələsində qeyri-səlis informasiyaya əsaslanan COPRAS-G üsul (совокупность пропорциональный оценивание, mürəkkəb mütənasib qiymətləndirmə cəmi) təklif olunur. Nəticədə, tədqiqatçı COPRAS-G üsulundan istifadənin məqsədəuyğunluğunu göstərir. [2]-də çəki meyarlarının həssaslıq analizi ilə ranqlaşdırma məsələsi üçün yeni üsul təklif olunur. Müxtəlif çoxmeyarlı qərar qəbuletmə məsələlərinin nəticələrinin müqayisəsinə əsasən hansı üsulun effektivliyini xarakterizə etmək məqsədilə yaxşı tələbənin seçimi məsələsinin empirik tədqiqatı aparılır.

[3]-də qadınlarda xərçəng xəstəliyinin üzə çıxarılması məsələsi üçün xüsusi aditive çəki (SAW), çəki hasil metodu (WPM), Ideal həllin uyğunluğunu üstünlük ardıcılığı texnikası kimi (TOPSİS) üç müxtəlif üsuldən istifadə edilib. Bu üsulların etibarlılığı və səmərəsi poçt-qiymətləndirmə məsələnin həlli ilə yoxlanılıb.

[4]-də beş çoxmeyarlı qərar qəbuletmə üsulu təsvir olunur. Bu üsullar analitik iyerarxiya prosesi (AHP), çəki-cəm üsulu, çəki-hasil üsulu, ideal həllin uyğunluğunu üstünlük ardıcılığı texnikası (TOPSİS). Bu üsullar iki qiymətləndirmə meyarı vasitəsilə aparılmışdır. Alınan nəticələr göstərir ki, bütün bu üsullar qeyri-dəqiq olsa da, bu üsulların bəziləri digərindən dəqiq görünür. Təklif olunan qiymətləndirmə metodologiyaları bir çox qeyri-səlis qərar qəbuletmə üsullarında çox asanlıqla istifadə oluna bilər.

[5]-də bəzi kəmiyyətli və keyfiyyətli meyarla məxsus Xəzər dənizinin iqtisadi ehtiyatının paylanması üçün uyğun mexanizmin seçilməsi məqsədilə risk əsaslı çoxmeyarlı qərar qəbuletmə məsələsi təklif edilir. Məsələnin həlli üçün nizamlanmış orta çəki üsulu istifadə olunur. Alınan nəticələr risk əsaslı çoxkriteriyalı qərarqəbuletmə üsulunun resursların paylanması sahəsində mübahisəli məsələlərin həllində daha uyğun alət olduğunu göstərir.

[6]-da interval qeyri-səlis ədədlərdən istifadə etməklə boz əlaqə üsulu (grey related analysis) təklif olunur. Bu üsul interval qiymətli vektoru girişə görə normallaşdırır və təcrübi olaraq real məsələ üzərində həll ilə öz əksini tapır.

[7]-də ümumi çoxmeyarlı qərar qəbuletmə üsullarının icmalı verilir. Baxılan üsulların üstünlükləri və çatışmamazlıqları göstərilir.

[8]-də qərar qəbuletmənin üç üsulu verilir və ən yaxşı alternativin tapılması məsələsi təklif olunur. [9]-da bütün atributları Z-ədədlərlə təsvir olunan çoxmeyarlı qərar qəbuletmə məsələsinə baxılır.

Bu məqalədə bütün atributların qiymətləri Z-ədədlərlə təsvir olunmuş çoxmeyarlı qərarqəbuletmə məsələsi tədqiq olunur. Real qərar qəbuletmə məsələləri qeyri-dəqiqliklə və qismən etibarlılıqla xarakterizə olunur. L.A.Zadə informasiyanın bu xüsusiyyətlərini nəzərə alan Z-ədədlər nəzəriyyəsi təklif etmişdir. Z-ədədlər $Z=(A,B)$ iki qeyri-səlis A və B ədədlərdən ibarətdir, A –dəyişənin linqvistik qiyməti, B A-nın ehtimallıq dərəcəsinin linqvistik qiymətidir,

etibarlılıq rolunu oynayır. Bu məqalədə Z-ədədli çoxmeyarlı investisiya məsələsi həll olunur. Təklif olunan məsələdə Z-ədədlər konsepsiyasından istifadə etməklə ideal qiymət və Z-ədədlər arasında məsafə tapılıb.

Məqalə aşağıdakı hissələrdən ibarətdir: Bölmə 2-də qarşıya qoyulan məsələnin həlli üçün nəzəri informasiyalar, Bölmə 3-də Z-ədədli çoxmeyarlı qərar qəbuletmə məsələsinin ümumi qoyuluşu və həlli, Bölmə 4-də təklif olunan üsulun real məsələyə tətbiqi verilir. Bölmə 5-də nəticə öz əksini tapır.

1. Təriflər.

Tərif 1 . Diskret Z-ədəd^[13,14,16]: Diskret Z-ədəd $Z = (A, B)$ -nizamlanmış cütlükdür. Burada A X təsadüfi dəyişəninin ala biləcəyi qiymətlərə qeyri-səlis məhdudiyət rolunu oynayan diskret qeyri-səlis ədəddir X is A . B isə A -nın ehtimal ölçüsünə qeyri-səlis məhdudiyət rolunu oynayan və mənsubiyyət funksiyası $\mu_B : \{b_1, \dots, b_n\} \rightarrow [0, 1]$, $\{b_1, \dots, b_n\} \subset [0, 1]$ olan diskret qeyri-səlis ədəddir: $P(A) = \sum_{i=1}^n \mu_A(x_i) p(x_i)$ is B .

Tərif 2. Z-ədədli vektorun elementləri arasındakı çəkili məsafə. Fərz edək ki, Z-ədədli $\hat{Z}_1 = (Z_{11}, Z_{12}, \dots, Z_{1n})$ və $\hat{Z}_2 = (Z_{21}, Z_{22}, \dots, Z_{2n})$ vektorları verilib. \hat{Z}_1 və \hat{Z}_2 arasındakı məsafənin ölçüsü Z-ədədli vektorun elementlərinin əsas çəki məsafəsi W_1, \dots, W_n olsun. \hat{Z}_1 və \hat{Z}_2 arasındakı $D(\hat{Z}_1, \hat{Z}_2)$ xüsusi çəkili məsafə aşağıdakı kimi olsun:

$$D(\hat{Z}_1, \hat{Z}_2) = \sum_{j=1}^n W_j d(Z_{1j}, Z_{2j}) \quad (1)$$

Burada $d(Z_{1j}, Z_{2j})$ supremum metrikdir:

$$d_H(A_j, A_{ij}) = \sup \{d_H(A_j^\alpha, A_{ij}^\alpha) | 0 < \alpha \leq 1\},$$

$$d_H(B_j, B_{ij}) = \sup \{d_H(B_j^\alpha, B_{ij}^\alpha) | 0 < \alpha \leq 1\}$$

olmaqla

$$d(Z_{1j}, Z_{2j}) = d_H(A_j, A_{ij}) + d_H(B_j, B_{ij}). \quad (2)$$

Məsələnin qoyuluşu və həlli üsulu.

Fərz edək ki, $a = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ alternativləri və C_1, C_2, \dots, C_m atributları var. Hər bir C_j , $j = 1, \dots, m$ atributu ekspertlər və ya qərar qəbul edənlər tərəfindən W_j xüsusi çəki ilə verilir. Baxılan a_i , $i = 1, \dots, n$, alternativləri və C_j , $j = 1, \dots, m$ meyarları Z-informasiya ilə təsvir olunur və aşağıdakı kimi verilir: $a_i = (Z_{i1}, Z_{i2}, \dots, Z_{im})$ (1)

Burada $Z_{ij} = (A_{ij}, B_{ij})$ a_i alternativinin C_j atributu ilə birgə qiymətidir. Baxılan çoxmeyarlı qərarqəbuletmə məsələsi a^* ən yaxşı alternativintəyin edilməsindən ibarətdir.

Tapılan $a^* \in a$, belə ki, $a^* \succeq a_i, \forall a_i \in a$ -dir.

Burada \succeq üstünlük münasibətidir. Baxılan çoxmeyarlı qərar qəbuletmə məsələsinin həll ardıcılığı aşağıdakı kimidir:

Mərhələ 1. Z-ədədli ideal nöqtə:

$$a_p^{id} = (Z_{p1}^{id}, Z_{p2}^{id}, \dots, Z_{pm}^{id}). \quad (2)$$

kimi təyin olunur [14]. Burada $Z_{p_j}^{id} = (A_{p_j}^{id}, B_{p_j}^{id})$, $Z_{p_j}^{id} = \max_{i=1, \dots, n} Z_{ij}$ kimi tapılır. Max operatoru [13]-ki kimi təyin olunur.

Mərhələ 2. Hər bir $a_i \in a$ üçün $D(a_i, a_p^{id})$ çəkili məsafə hesablanır. Z-ədədli ideal nöqtəsinə yaxın a^* alternative $a^* \in a$ tapılır, belə ki, $D(a^*, a) \leq D(a_i, a_p^{id})$, $\forall a_i \in A$.

İnvestisiya məsələsi üçün çoxmeyarlı qərar qəbuletmə məsələsi. İnvestisiya şirkəti a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 alternativləri arasından ən yaxşı şirkəti seçməlidir. Həmçinin investisiya şirkəti bu alternativləri 4 meyar əsasən qiymətləndirməlidir: C_1 -risk, C_2 -artım, C_3 -xidmətin səviyyəsi, C_4 -ətraf mühitə təsiri. Z-ədədli atributlar üçün lingvistik adlar Cədvəl 1 və Cədvəl 2-də verilir.

Cədvəl 1.

Attributlar üçün lingvistik kod

Miqyas	Meyarların səviyyəsi	Linqvistik qiymət
1.	Çox aşağı (ÇA)	$\{0/0, 1/0.1, 1/0.2, 0/0.3\}$
2.	Aşağı (A)	$\{0/0.2, 1/0.3, 1/0.4, 0/0.5\}$
3.	Orta (O)	$\{0/0.4, 1/0.5, 1/0.6, 0/0.7\}$
4.	Yüksək (Y)	$\{0/0.6, 1/0.7, 1/0.8, 0/0.9\}$
5.	Çox yüksək (ÇY)	$\{0/0.8, 1/0.9, 1/1\}$

Cədvəl 2.

Etibarlılıq üçün lingvistik kod

1.	Aşağı (A)	$\{1/0.05, 1/0.25, 1/0.45\}$
2.	Orta (O)	$\{0/0.25, 1/0.45, 1/0.65, 1/0.85\}$
3.	Yüksək (Y)	$\{0/0.65, 1/0.85, 1/1\}$

Baxılan çoxmeyarlı qərar qəbuletmə məsələsi üçün $D_{n \times m}$ həllər matrisi Cədvəl 3-də verilmişdir:

Cədvəl 3.

Həllər matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4
a_1	(ÇA,A)	(ÇY,O)	(O,Y)	(A,O)
a_2	(ÇY,O)	(ÇY,A)	(A,A)	(Y,O)
a_3	(Y,O)	(ÇY,O)	(Y,O)	(A,A)
a_4	(ÇY,Y)	(Y,O)	(O,A)	(A,O)
a_5	(ÇY,O)	(Y,A)	(Y,O)	(Y,O)

Meyarlar üçün çəkilər cədvəl 4-də verilmişdir.

Cədvəl 4.

Meyarlar üçün çəkirlər

	C_1	C_2	C_3	C_4
Çəki	0.35	0.3	0.2	0.15

Qarşıya qoyulan məslənin həlli üçün bölmə 3-də təsvir olunan üsuldən istifadə edilir. 1-ci mərhələdə ideal alternativ tapılır:

$$a_p^{id} = ((\zeta Y, Y), (\zeta Y, O), (Y, O), (Y, O))$$

2-ci mərhələdə 2-ci tərifdən istifadə etməklə, alternativin hər bir komponentinin ideal nöqtə ilə arasındakı məsafə tapılır:

$$\begin{aligned} d(Z_{11}, Z_{p_1}^{id}) &= 1.6; & d(Z_{12}, Z_{p_2}^{id}) &= 0; \\ d(Z_{13}, Z_{p_3}^{id}) &= 0.6; & d(Z_{14}, Z_{p_4}^{id}) &= 0.4; \\ d(Z_{21}, Z_{p_1}^{id}) &= 0.4; & d(Z_{22}, Z_{p_2}^{id}) &= 0.4; \\ d(Z_{23}, Z_{p_3}^{id}) &= 0.8; & d(Z_{24}, Z_{p_4}^{id}) &= 0; \\ d(Z_{31}, Z_{p_1}^{id}) &= 0.6; & d(Z_{32}, Z_{p_2}^{id}) &= 0; \\ d(Z_{33}, Z_{p_3}^{id}) &= 0; & d(Z_{34}, Z_{p_4}^{id}) &= 0.8; \\ d(Z_{41}, Z_{p_1}^{id}) &= 0; & d(Z_{42}, Z_{p_2}^{id}) &= 0.2; \\ d(Z_{43}, Z_{p_3}^{id}) &= 0.6; & d(Z_{44}, Z_{p_4}^{id}) &= 0.4; \\ d(Z_{51}, Z_{p_1}^{id}) &= 0.4; & d(Z_{52}, Z_{p_2}^{id}) &= 0.6; \\ d(Z_{53}, Z_{p_3}^{id}) &= 0; & d(Z_{54}, Z_{p_4}^{id}) &= 0; \end{aligned}$$

Sonra hər bir a_i alternativini üçün $D(a_i, a_p^{id}) = \sum_{j=1}^m W_j D(Z_{ij}, Z_{p_j}^{id})$ hesablanır.

$$\begin{aligned} D(a_1, a_p^{id}) &= 0.74; & D(a_2, a_p^{id}) &= 0.42; \\ D(a_3, a_p^{id}) &= 0.33; & D(a_4, a_p^{id}) &= 0.24; \\ D(a_5, a_p^{id}) &= 0.32 \end{aligned}$$

3-cü mərhələdə a_4 -ün ən yaxşı alternativ olması nəticəsi əldə olunur.

5. Nəticə. Bu məqalədə Z-ədədli investisiya məsələsinin həlli üçün ideal nöqtə üsulundan istifadə edilir. Alternativin bütün komponentləri Z-ədədlərlə təsvir edilib. Alınan nəticələr təklif olunan üsulun effektivliyini göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. Zavadskas E.K., Kaklauskas A., Turskis Z., Tamosaitiene J. Multi-Attribute Decision-Making Model by Applying Grey Numbers. Journal Informatica, Vol. 20, No.2, 2009, p.305-320,
2. Ch-H. Yeh. A Problem-based Selection of Multi-attribute Decision-making Methods. International Transactions in Operational Research, Vol. 9, No. 2, 2002, p.169-181.
3. Azar F.S. Multiattribute Decision-Making: Use of Three Scoring Methods to Compare the Performance of Imaging Techniques for Breast Cancer Detection. Department of Bio Engineering, Technical report MS-BE-00-01, 2000

4. Triantaphyllou E., Lin Ch.-T.. Development and evaluation of five fuzzy multiattribute decision-making methods. International Journal of Approximate Reasoning. Vol.14, No. 4, 1996, p.281-310.
5. Mianabadi H., N. Van de Giesen, Mostert E., Sheikhmohammady M. Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific Ge, “Application of multi attribute decision making methods to resources allocation problems”, Vol. 4, 2012, p.861.
6. Zhang J., Wu D., Olson D.L. The method of grey related analysis to multipleattribute decision making problems with interval numbers, Mathematical and Computer Modelling, Vol.42, No. 9,10, 2005, pp.991-998.
7. Velasquez M., Hester P.T.. An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods, International Journal of Operations Research, Vol. 10, No. 2, p. 56-66, 2013
8. Sharma M.. Multi Attribute Decision Making Techniques. International Journal of Research in Management, Science & Technology, Vol.1, No.1, 2013, p.49-51.
9. Rafiq R. Aliyev. Eighth International Conference on Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control, “Similarity based multi-attribute decision making under z-information”, Antalya, Turkey, 2015 , s.33-38.
10. Aliyev R.A., Alizadeh A.V., Huseynov O.H. The arithmetic of discrete Z-numbers. Information Sciences, Vol. 290, 2015, pp.134-155.
11. Aliyev R.A., Alizadeh A.V., Huseynov O.H., Jabbarova K.I. Z-number based Linear Programming. International Journal of Intelligent Systems, No. 30, 2015, p.563-589.
12. Aliyev R.A., Huseynov O.H. Decision theory with imperfect information. Singapur, World Scientific, 2014.
13. Aliyev R.A., Huseynov O.H., Aliyev R.R., Alizadeh A.V. The Arithmetic of Z-numbers. Theory and Applications, Singapore, World Scientific, 2015.
14. Hwang C., Yoon K. Multiple attribute decision making methods and application, New York, Springer, 1981.

РЕЗЮМЕ

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЕ ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ОБ ИНВЕСТИРОВАНИИ В УСЛОВИЯХ Z-ЗНАЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Джаббарова К.И.

Ключевые слова: Z-число, идеальная точка, принятие решений, ранжирование, задача об инвестировании

Многокритериальное принятие решений лежит в основе многих задач реального мира. В данной статье рассматривается задача многокритериального принятия решений, в которой критериальные оценки альтернатив описываются Z-числами. Предлагаемый метод решения данной задачи основан на понятии идеальной точки и расстояния между Z-числами.

SUMMARY

MULTICRITERIA DECISION MAKING IN AN INVESTMENT PROBLEM UNDER Z-VALUED INFORMATION

Jabbarova K.I.

Key words: Z-number, ideal point, decision making, ranking, investment problem

Multicriteria decision-making underlies a lot of real-world problems. In this paper, a problem of multicriteria decision making with Z-number valued criteria evaluations is considered. The proposed method of solution is based on the concept of an ideal point and a distance between Z-numbers.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	15.03.2017
	Son variant	25.09.2017

УДК 681.3

АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ В ЧАСТНОМ ОБЛАКЕ

САМЕДОВ РАМИН БАХТИЯР оглу

Бакинский государственный университет, докторант

Email: ramin.samedov@gmail.com

Ключевые слова: *облачные вычисления, отказоустойчивость, распределенная система, частное облако*

В данной работе рассматриваются современные технологии по обеспечению отказоустойчивой работы распределенной системы в частном облаке. Разработан алгоритм создания отказоустойчивой распределенной системы в частном облаке, на основе примера работы базы данных Oracle 11G. Работа алгоритма обеспечивает автоматическое восстановление работы базы данных в случае выхода из строя основного сервера базы данных.

При помощи технологии виртуализации стало возможно объединения множества интернет-серверов в общие кластеры почти с неограниченной производительностью. Кроме высокой надежности, подобные кластеры помогают оптимизировать нагрузку на все серверы, вследствие чего значительно снижается стоимость компьютерных ресурсов.

Не высокая стоимость, большая надежность и возможность передачи на аутсорсинг задач поддержки информационных технологий инфраструктуры – это те факторы, которые помогли стать залогом огромного успеха среды облачных вычислений [1].

С каждым днем среда облачных вычислений развивается, в больших организациях создаются частные облака. Частное облако - это одна из самых популярных тенденций построения информационных технологий (ИТ), направленная на исполнение тезиса «ИТ, как услуга». Серверы и аппаратные средства соединяются в единый пул, при помощи которого решается определенный круг задач при помощи выделения вычислительных ресурсов, не привязанных к конкретным физическим серверам и аппаратным средствам. По требованиям конечных пользователей предоставляются мощности из такого динамического пула [2].

Частное облако способствует повышению уровня и качества информационной безопасности за счет локализации всех данных в защищенном дата центре, а не на рабочих станциях пользователей, в отличие от публичных сред облачных технологий. Централизованное хранение и обработка данных дает большие возможности для мобильной и удаленной работы с любого подходящего устройства из любой точки мира, для подключения к корпоративным информационным ресурсам и к персональному рабочему окружению клиента [3].

Дата центр обычно создают в виде специализированного здания, в котором расположены серверные и сетевые аппаратные средства, выполняющие функции, относящиеся к обработке, хранению и распространению данных в информационно-распределенной системе [4].

Основная причина устойчивости систем к сбоям является зависимость от серверного оборудования и условий, которые созданы для серверного оборудования. Обычно в архитектуре частных облаков одного дата центра недостаточно для работы, в связи с тем, что необходимо дублировать дата центр.

Поддержка высокой отказоустойчивости в распределенных системах (РС) является залогом большой надежности работы всей системы. Отказоустойчивая РС в рабочем состоянии должна уметь при запросах к ней обеспечивать пользователей адекватной ответной информацией. При этом сам процесс работы функциональности любой системы следует рассматривать как последовательность определенных переходов из одного состояния в другое. При этом существуют переходы, приводящие к неисправностям системы [5].

В связи с увеличением потребности в отказоустойчивых системах и значительным удешевлением цены на серверное оборудование запросы на создание отказоустойчивых систем будут увеличиваться. Для поддержки крупных систем и бесперебойной работы РС необходима их полная устойчивость к небольшим отказам. Стоит отметить, что компании идут на потерю производительности в разумных масштабах для обеспечения отказоустойчивости.

Увеличение возможностей отказоустойчивости РС, позволяет по другому подойти к решению проблемы неисправностей, передав часть исправлений и восстановления работоспособности на саму систему. Таким образом возвращение из ошибочного состояния к регулярному состоянию системы контролируется со стороны системы, что обеспечивает возможность бесперебойной работы всей РС [6].

Как правило, отказоустойчивое функционирование РС обычно поддерживается за счет введения дополнительных форм избыточности как аппаратной так и программной. При этом любая избыточность приводит к увеличению стоимости РС. При правильном планировании архитектуры РС стоит постараться уменьшить стоимость и максимизировать эффективность работы РС.

В частном облаке обладать не масштабируемой инфраструктурой, зависящей от одного здания, естественно нельзя. Есть необходимость создать дублированную серверную инфраструктуру желательно в другом здании на большом расстоянии от первого здания, во избежание форс-мажорных ситуаций в первом здании.

Естественно дублирование серверной инфраструктуры помимо финансовых затрат создает задачу, при которой необходимо определить тот самый нужный момент, когда есть необходимость переключиться на запасной дата центр. Конечно все сервисы, что были в рабочем состоянии, должны автоматически работать на запасном дата центре также после перехода на запасной дата центр. После того, как запасной дата центр станет активным, все подключения должны будут идти не к основному дата центру, а запасному. Для этой задачи простой проверкой связи нельзя ограничиться ввиду того, что потеря связи может произойти по причине того, что кабель связи поврежден, но сам дата центр рабочий.

Для решения проблемы нахождения момента переключения на запасной дата центр в частном облаке, предлагается определить кворум сервер. Под словом кворум подразумевается еще один дополнительный элемент, который будет определять работоспособность основного сервера с целью недопущения автоматического ошибочного запуска и перенастройки работы всей системы на запасной дата центр. В результате потери связи с основным дата центром, запасному дата центру нужно будет запросить статус также у кворум сервера, расположенного в другом здании. В случае, если кворум сервер ответит на запрос о потере связи с основным дата центром, то будет иметь смысл переключения на запасной дата центр.

Алгоритм работы отказоустойчивой распределенной системы в частном облаке

Шаг 1. Дата центры подключаются к двум разным сетевым свитчам связи от двух разных поставщиков связи.

Шаг 2. Основной дата центр связывается запасным дата центром при помощи двух разных оптоволоконных кабелей, проложенных разными маршрутами.

Шаг 3. В другом здании, отличным от основного и запасного дата центра, создается кворум сервер.

Шаг 4. Между основным дата центром и кворум сервером двумя разными маршрутами прокладывается оптоволоконный кабель. Также между запасным дата центром и кворум сервером двумя разными маршрутами прокладывается оптоволоконный кабель.

Шаг 5. Между всеми двумя дата центрами и кворум сервером постоянно происходит мониторинг сетевого трафика.

Шаг 6. Если при обмене сетевыми пакетами между запасным дата центром и основным дата центром, будет их потеря, то запасной дата центр запросит статус у кворум сервера.

Шаг 7. Кворум сервер проверит связь с основным дата центром. Если кворум сервер в течении определенного времени не получает ответа на запрос от основного дата центра, то будет запущена команда на запасной дата центр для автоматический запуска процесса перехода из запасного дата центра на запасной.

Шаг 8. Запасной дата центр, получив команду от кворум сервера на переключение, запрашивает статус у основного дата центра, в случаи не получения ответа от основного дата центра, он превращается в основной дата центр

Шаг 9. В случаи восстановления работы основного дата центра, он становится запасным дата центром. И уже играет роль запасного дата центра и схема переключения на основной дата центр становится работоспособной вновь.

Ниже на рис 1. показана работа схемы отказоустойчивой распределенной системы.

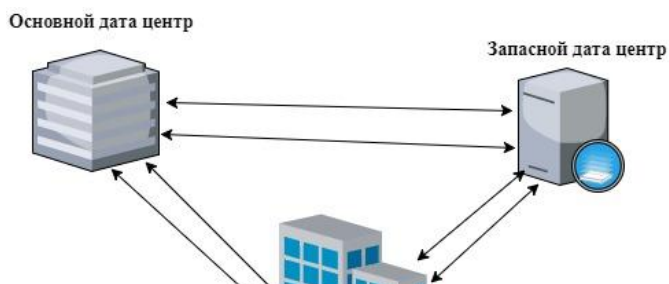


Рис 1. Схема работы отказоустойчивой системы в частном облаке

Практическая реализация алгоритма создания отказоустойчивой распределенной системы в частном облаке:

В двух дата центрах и кворум сервере располагаем по одному серверу с операционной системой Linux. Каждому серверу присваиваем уникальный IP адрес из разных подсеток. На основном сервере устанавливается база данных Oracle версии 11.2.0.4. На запасной так же устанавливается база данных Oracle

версии 11.2.0.4. При помощи технологии Oracle Data Guard между основным и запасным сервером настраиваем обмен файлами. Все данные, поступающие на основную базу данных, автоматически переходят и на запасной дата центр. Для проверки работы данной схемы необходимо на запасном сервере запустить следующий SQL скрипт

```
SELECT SEQUENCE#, FIRST_TIME, NEXT_TIME  
FROM V$ARCHIVED_LOG ORDER BY SEQUENCE#;
```

В результате должны получить информацию об успешной обработке файлов из основного сервера. При этом для проверки связи необходимо использовать утилиту Oracle `tnsping`. В случае, если основной сервер не отправит ответ на запрос `tnsping`, то необходимо будет проверить сетевое подключение при помощи утилиты операционной системы `ping`. Если и от утилиты `ping` ответа не будет, то на кворум сервер с помощью `bash` скрипта будет отправлена команда проверки связи. Кворум сервер получив запрос начинает проверять связь с основным сервером с утилитой `ping` в течение определенного

времени. Если в течение определенного времени нет ответа, то кворум сервер отправляет команду на переход из запасного на основной – запасному серверу. Получив ответ запасной сервер от кворум сервера при помощи следующих Oracle команд изменяет свой статус и превращается в основной сервер:

```
ALTER DATABASE COMMIT TO SWITCHOVER TO PRIMARY;  
SHUTDOWN IMMEDIATE;  
STARTUP;
```

В результате этих команд запасной сервер превращается в основной и все запросы идут уже на запасной сервер.

Таким образом, в результате проведенных исследований был разработан алгоритм создания отказоустойчивой распределенной системы в частном. Как показали эксперименты в течение нескольких минут работа база данных Oracle активизируется автоматически без участия человека. При этом фактор ошибочной активации был убран за счет кворум сервера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mr. Ray J Rafaels. Cloud Computing: From Beginning to End, April 2015, p.152.
2. Kavis M. J., Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models (SaaS, PaaS, and IaaS). Wiley 1st Edition, 2014, p. 180-210.
3. Jadeja Y., Modi K., Cloud computing-concepts, architecture and challenges // Computing, Electronics and Electrical Technologies (ICCEET), International Conference, 2012, p. 877-880.
4. M Evan Marcus, Hal Stern. Blueprints for High Availability, September 2003, p. 624 .
5. Peter S. Weygant. Clusters for High Availability: A Primer of HP Solutions, May 2001, p.336 .
6. Floyd Piedad, Michael W. Hawkins. High Availability: Design, Techniques and Processes, December 2000, p. 288.

XÜLASƏ

NASAZLIĞA DAYANIQLI PAYLANMIŞ SİSTEMİN ŞƏXSİ BULUDLARDA YARADILMASI ALQORİTMİ

Səmədov R.B.

Açar sözlər: *hesablama buludları, nasazlığa dayanıqlıq, paylanmış sistem, şəxsi bulud*

Məqalədə müasir texnologiya vasitəsi ilə şəxsi bulud mühitində paylanmış sistemin nasazlığa dayanıqlığı təmin etməsi göstərilib. Nasazlığa dayanıqlı paylanmış sistemin şəxsi buludlarında yaradılması alqoritm, Oracle verilənlər bazasının nümunəsinə əsasən göstərilib. Bu alqoritm paylanmış sistemdə nasazlığ baş verən anda Oracle verilənlər bazasını avtomatik olaraq işə salır.

SUMMARY

THE ALGORITHM OF CREATING A FAULT-TOLERANT DISTRIBUTED SYSTEM IN A PRIVATE CLOUD

Samadov R.B.

Key words: *cloud computing, fault-tolerant, distributed system, private cloud*

The modern technologies on maintenance of fault-tolerant work of the distributed system in a private cloud are considered in this paper. An algorithm for creating a fail-safe distributed system in a private cloud is developed based on an example of the operation of the Oracle 11G database. The algorithm works automatically to restore the database in case of failure of the main database server.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	08.06.2017
	Son variant	25.09.2017

UOT627.841.628.15:626.82

ŞAXƏLƏNMİŞ BORU KƏMƏRLƏRİ VASİTƏSİ İLƏ DAĞLIQ ƏRAZİLƏRDƏ MAYENİN OPTİMAL PAYLANMASI MƏSƏLƏSİ

¹İSGƏNDƏROV ƏLƏSGƏR ƏLƏKBƏR oğlu,

²TAĞIYEV AYGUN DƏMİR qızı

³CAVADOVA SEVİNC RƏHMƏTULLA qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-professor, 2-baş müəllim, 3-assistent

e-mail: sevinc1973@bk.ru

Açar sözləri: dağlıq ərazi, maye məhsulları, boru kəməri, optimal idarəetmə, riyazi paket, tələbatçı, xətti proqramlaşdırma.

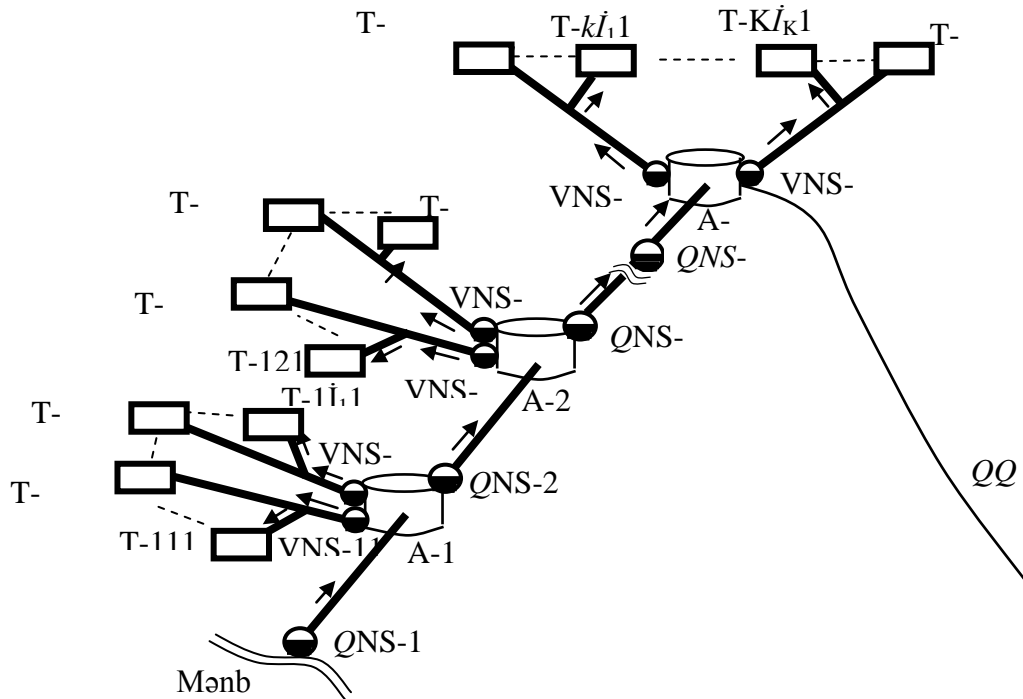
Dağlıq ərazilərdə maye məhsulları çox zaman boru kəmərləri vasitəsi ilə tələbatçılar arasında paylaşdırılır. Bu zaman tələbatlardan və boru kəmərinin mayeni nəql etmə qabiliyyətindən asılı olaraq, məhsul istifadəçilər arasında müxtəlif sərflərlə paylanır. Məqalədə maye məhsulunun dağlıq ərazidə yerləşən tələbatçılar arasında optimal paylaşdırılması üçün idarəetmə məsələsi qoyulmuş və çoxlu sayda obyektləri olan sistem üçün məsələnin həllinə aid nümunə verilmişdir. Məsələnin həlli Matlab riyazi paketindən istifadə etməklə yerinə yetirilmişdir.

Giriş. Dağlıq ərazilərdə çox zaman su, neft və digər maye məhsullarını boru kəmərləri vasitəsi ilə nəql edərək tələbatçılar arasında paylayırlar. Bu zaman tələbatçıların sifarişləri və təchizat xəttinin imkanlarından asılı olaraq, mayenin paylanması prosesində müxtəlif problemlər yarana bilər. Bu problemləri aradan qaldırmaq üçün, mayenin aralıq nöqtələrdə yerləşmiş anbarlarda toplanması və şaxələnmiş boru kəmərləri vasitəsi ilə tələbatçılar arasında optimal paylanması məsələsi həll edilməlidir. Belə optimal paylanma məsələsinin həlli təchizat sisteminin səmərəli işləməsinə təmin edər və sistemin idarəetmə prosesinin təkmilləşdirilməsinə imkan verir.

Məsələnin qoyuluşu. Fərz edək ki, yüksəklikdə yerləşmiş tələbat məntəqələrini təmin edən ardıcıl olaraq bir-birindən maye götürən nasos aqreqatı, boru kəməri və mayeni toplayıb istifadə etmək üçün anbardan ibarət n hissəli magistral boru kəməri və bu kəmərin ayrı-ayrı hissələrindən maye götürən, hər biri $J_k, k=\overline{1, n}$ sayda tələbatçını təmin edən şaxələnmiş maye təchizatı sistemi verilmişdir (Şəkil 1). Belə sistemin işinin optimal idarə edilməsi məsələsinə baxılır.

Burada $QNS-k, k=\overline{0, K}$ –mayeni yüksəkliyə qaldıran nasos stansiyaları, $A-i, i=\overline{1, K}$ – boru kəməri boyu aralıq yüksəkliklərdə maye ehtiyatı toplamaq, nasos stansiyalarına düşən hidravlik təzyiği azaltmaq və onların sərfinin tənzimlənməsi üçün nəzərdə tutulan aralıq anbarlar, $T-kij, k=\overline{1, K}, i=\overline{1, I_k}, j=\overline{1, J_{ki}}$ – müxtəlif yüksəkliklərdə yerləşən maye tələbatı məntəqələri, $VNS-ki, k=\overline{1, K}, i=\overline{1, I_k}$ – maye tələbatı məntəqələrini təmin edən vurucu nasos stansiyaları, QQ – artıq mayeni sistemdən xaric edən qəza qurğudur.

Fərz olunur ki, nasos stansiyaları, anbarlar və boru xətləri elə qurulmuşdur ki, onlar bütün tələbat məntəqələrini lazım olan vaxtda lazım olan sərfli maye ilə təmin edə bilərlər. Sistem mərkəzləşdirilmiş idarə olunur [1].



Şəkil 1. Yüksəklikdə yerləşən şaxələnmiş maye təchizatı sistemi

İdarəetmə məsələsində qaldırıcı nasos stansiyalarında, vurucu nasos stansiyalarında, tələbat məntəqələrində və qəza qurğusunda mayenin sərfinin elə qiymətlərinin tapılması tələb olunur ki, onun tələbat məntəqələrinə verilən sərfi ilə qrafiklə tələb olunan sərfi bir-birindən mümkün qədər az fərqlənsin, qəza qurğusunda sistemdən kənarlaşdırılan mayenin sərfi minimum olsun, eyni zamanda mayenin sərfinə və həcminə qoyulan məhdudiyətlər ödənilsin.

Məsələnin riyazi yazılışını vermək üçün aşağıdakı işarələmələri qəbul edək:

- $Q_k(t), Q_k^{\min}(t), Q_k^{\max}(t)$ – qaldırıcı nasos stansiyalarında mayenin cari, minimal və maksimal sərfi, m^3/s ;
- $Q_{ki}(t), Q_{ki}^{\min}(t), Q_{ki}^{\max}(t)$ – vurucu nasos stansiyalarında mayenin cari, minimal və maksimal sərfi, m^3/s ;
- $Q_a(t), Q_a^{\min}(t), Q_a^{\max}(t)$ – qəza qurğusunda kənarlaşdırılan mayenin cari, minimal və maksimal sərfi, m^3/s ;
- $q_{kij}(t), q_{kij}^{\min}(t), q_{kij}^{\max}(t)$ – tələbat məntəqələrinə verilən mayenin cari, minimal və maksimal sərfi, m^3/s ;
- $\bar{q}_{kij}(t)$ – tələbat məntəqələrində mayenin qrafik üzrə tələb olunan sərfi, m^3/s ;
- $V_k(t), V_k^{\min}(t), V_k^{\max}(t)$ – anbarlarda toplanan mayenin cari, minimal və maksimal həcmi, m^3 ;
- c_{kij} – tələbat məntəqələrində $1m^3$ mayenin verilmə xərci, man;
- c_a – qəza qurğusunda sistemdən kənara axıdılan $1m^3$ mayenin dəyəri.

Məsələni sadələşdirmək üçün $(t_0, T]$ idarəetmə periodunu elə sonlu sayda hissələrə bölək ki, bu hissələrin hər birində yuxarıda adları çəkilən parametrlərin qiymətini sabit hesab etmək olsun. Beləliklə, $(t_0, T] = \bigcup_{z=1}^Z (t_z, t_{z-1})$, $t_0 = t(0)$, $t_z = T$ qəbul edək.

Optimal idarəetmə məsələsində QNS-lərin elə $Q_k(t)$, VNS-lərin elə $Q_{ki}(t)$, qəza qurğusunun elə $Q_a(t)$, tələbat məntəqələrinin elə $q_{kij}(t)$ sərfi və anbarların elə $V_k(t)$ –həcmi tapılması tələb olunur ki, tələbatçılara verilən $q_{kij}(t)$ sərfi qrafiklərdə tələb olunan $\bar{q}_{kij}(t)$ sərfindən minimum fərqlənsin, qəza qurğusundan kənara axıdılan $Q_a(t)$ sərfi minimum olsun,

eyni zamanda yuxarıda göstərilən sərfilər və anbarlarda toplanan maye həcmələri minimum və maksimum həcmələri arasında qalsın.

Beləliklə, məsələnin riyazi yazılışı aşağıdakı kimi olar:

Məqsəd funksiyası kimi $C = \sum_{z=1}^Z \left(c_a Q_a(z) + \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{I_k} \sum_{j=1}^{J_{ki}} c_{kij} |q_{kij}(z) - \bar{q}_{kij}(z)| \right)$ cəmini qəbul edək.

Məsələdə elə $Q_k(z)$, $V_k(z)$, $q_{kij}(z)$ və $Q_a(z)$, $k=\overline{1, K}$, $i = \overline{1, I_k}$, $j=\overline{1, J_{ki}}$, $z=\overline{1, Z}$ qiymətlərinin tapılması tələb olunur ki, məqsəd funksiyası minimallaşsın:

$$C \rightarrow \min; \quad (1)$$

və aşağıdakı məhdudiyyətlər ödənilsin:

- qaldırıcı nasos stansiyalarının sərfələrinə qoyulan məhdudiyyətlər

$$Q_k^{\min}(z) \leq Q_k(z) \leq Q_k^{\max}(z), k=\overline{1, K}, z=\overline{1, Z}; \quad (2)$$

- vurucu nasos stansiyalarının sərfələrinə qoyulan məhdudiyyətlər

$$\bar{Q}_{ki}^{\min}(z) \leq \bar{Q}_{ki}(z) \leq \bar{Q}_{ki}^{\max}(z), k=\overline{1, K}, i = \overline{1, I_k}, z=\overline{1, Z}; \quad (3)$$

- qəza qurğusundan kənara axıdılan mayenin sərfinə qoyulan məhdudiyyət

$$Q_a^{\min}(t) \leq Q_a(t) \leq Q_a^{\max}(t), z=\overline{1, Z}; \quad (4)$$

- tələbat məntəqələrinə verilməli olan sərfələrə qoyulan məhdudiyyətlər

$$q_{kij}^{\min}(z) \leq q_{kij}(z) \leq q_{kij}^{\max}(z), k=\overline{1, K}, i = \overline{1, I_k}, j=\overline{1, J_{ki}}, z=\overline{1, Z}; \quad (5)$$

- anbarlarda toplanan mayenin həcminə qoyulan məhdudiyyətlər

$$V_k^{\min}(z) \leq V_k(z) \leq V_k^{\max}(z), k=\overline{1, K}, z=\overline{1, Z}; \quad (6)$$

- tələbat məntəqələrinin sərfələri ilə vurucu nasos stansiyalarının sərfələri arasında əlaqə

$$\sum_{j=1}^{J_{ki}} q_{kij}(z) = Q_{ki}(z), k=\overline{1, K}, i = \overline{1, I_k}, z=\overline{1, Z}; \quad (7)$$

- vurucu nasos stansiyalarının və nasos stansiyalarının sərfələri ilə anbarlardakı mayenin həcmi arasında əlaqə

$$\sum_{i=1}^{I_k} Q_{ki}(z) + Q_k(z) - Q_{k-1}(z) = \frac{V_k(z) - V_k(z-1)}{t_z - t_{z-1}}, k=\overline{1, K}, z=\overline{1, Z}. \quad (8)$$

(1) -(8) məsələsi qeyri-xətti proqramlaşdırma məsələsidir. Bu məsələni bir konkret obyekt üzərində həll edək.

Məsələnin həllinə aid nümunə. Fərz edək ki, iki hissəsi olan boru kəməri, qaldırıcı nasos stansiyaları və anbarlardan ibarət maye təchizatı sistemi vasitəsi ilə xidmət göstərilən yüksəklikdə yerləşmiş tələbat məntəqələrinin maye təchizatına baxılır. Hər bir hissədən iki VNS və paylaşdırıcı boru kəmərləri vasitəsi ilə iki tələbat məntəqəsi maye ilə təmin olunur (Şəkil 2). Məsələdə verilən sistemin iki ardıcıl $(8^{00}, 12^{00}]$ və $(12^{00}, 24^{00}]$ zaman intervallarında həllini tapan. Yəni elə $Q_k(z)$, $V_k(z)$, $q_{kij}(z)$ və $Q_a(z)$, $k=\overline{1, 2}$, $i = \overline{1, 2}$, $j=\overline{1, 2}$, $z=\overline{1, 2}$ qiymətlərinin tapılması tələb olunur ki, məqsəd funksiyası minimallaşsın:

$$C = \sum_{z=1}^2 \left(c_a Q_a(z) + \sum_{k=1}^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 c_{kij} |q_{kij}(z) - \bar{q}_{kij}(z)| \right) \rightarrow \min; \quad (9)$$

və aşağıdakı məhdudiyyətlər ödənilsin:

- Qaldırıcı nasos stansiyalarının sərfələrinə qoyulan məhdudiyyətlər

$$Q_k^{\min}(z) \leq Q_k(z) \leq Q_k^{\max}(z), k=\overline{1, 2}, z=\overline{1, 2}; \quad (10)$$

- vurucu nasos stansiyalarının sərfələrinə qoyulan məhdudiyyətlər

$$\bar{Q}_{ki}^{\min}(z) \leq \bar{Q}_{ki}(z) \leq \bar{Q}_{ki}^{\max}(z), k=\overline{1, 2}, i = \overline{1, 2}, z=\overline{1, 2}; \quad (11)$$

- qəza qurğusundan kənara axıdılan mayenin sərfinə qoyulan məhdudiyyət

$$Q_{K+1}^{\min}(t) \leq Q_{K+1}(t) \leq Q_{K+1}^{\max}(t), z=\overline{1, 2}; \quad (12)$$

- tələbat məntəqələrinə verilməli olan sərfələrə qoyulan məhdudiyyətlər

$$q_{kij}^{\min}(z) \leq q_{kij}(z) \leq q_{kij}^{\max}(z), k=\overline{1,2}, i=\overline{1,2}, j=\overline{1,2}, z=\overline{1,2}; \quad (13)$$

- anbarlarda toplanan mayenin həcminə qoyulan məhdudiyyətlər

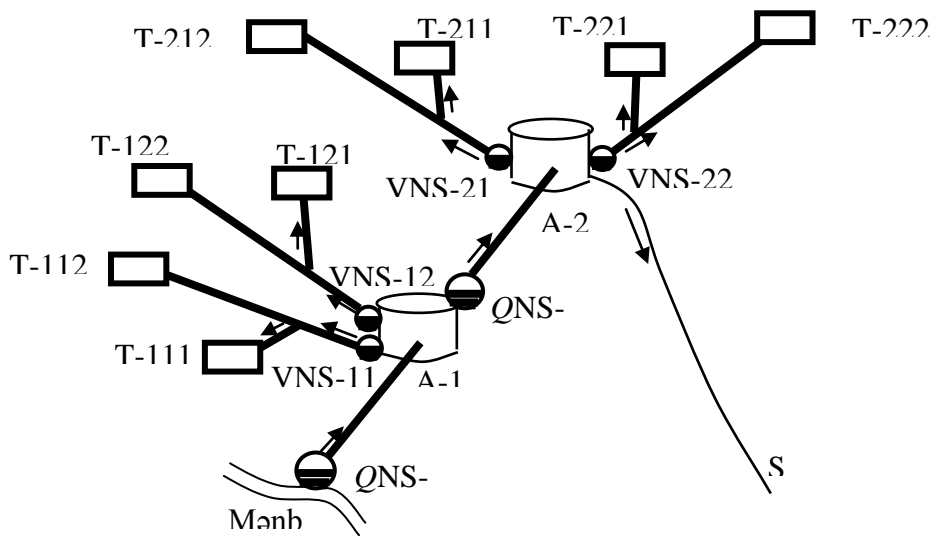
$$V_k^{\min}(z) \leq V_k(z) \leq V_k^{\max}(z), k=\overline{1,2}, z=\overline{1,2}; \quad (14)$$

- tələbat məntəqələrin sərfələri ilə vurucu nasos stansiyalarının sərfələri arasında əlaqə

$$\sum_{j=1}^{J_{ki}} q_{kij}(z) = Q_{ki}(z), k=\overline{1,2}, i=\overline{1,2}, z=\overline{1,2}; \quad (15)$$

- nasos stansiyalarının sərfələri ilə anbarlardakı mayenin həcmi arasında əlaqə

$$\sum_{i=1}^{I_k} Q_{ki}(z) + Q_k(z) - Q_{k-1}(z) = \frac{V_k(z) - V_k(z-1)}{t_z - t_{z-1}}, k=\overline{1,2}, z=\overline{1,2}. \quad (16)$$



Şəkil 2. 2 hissəsi, 4 paylayıcı xətti, 8 tələbatçısı olan yüksəklikdə yerləşən maye təchizatı sistemi.

Məsələnin həlli üçün ilkin verilənlər aşağıdakı cədvəllərdə göstərilmişdir:

Cədvəl 1

Tələbat məntəqələrinə verilən mayenin sərfələri

Vaxt	Sərfələr, m ³ /s	$q_{111}(1)$	$q_{112}(1)$	$q_{121}(1)$	$q_{122}(1)$	$q_{211}(1)$	$q_{212}(1)$	$q_{221}(1)$	$q_{222}(1)$
(8 ⁰⁰ , 12 ⁰⁰)	Axtarılan qiymətlər	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
	Minimal qiymətlər	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Tələbat qiymətləri	0.35	0.40	0.30	0.30	0.37	0.33	0.23	0.32
	Maksimal qiymətlər	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
(12 ⁰⁰ , 24 ⁰⁰)	Sərfələr, m ³ /s	$q_{111}(2)$	$q_{112}(2)$	$q_{121}(2)$	$q_{122}(2)$	$q_{211}(2)$	$q_{212}(2)$	$q_{221}(2)$	$q_{222}(2)$
	Axtarılan qiymətlər	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆
	Minimal qiymətlər	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Tələbat qiymətləri	0.35	0.40	0.30	0.40	0.35	0.25	0.30	0.30
Maksimal qiymətlər	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	

Cədvəl 2

Qaldırıcı və vurucu nasos stansiyalarının və qəza qurğusunun sərfələri

$(8^{00}, 12^{00})$	Sərfələr, m^3/s	$Q_1(1)$	$Q_{11}(1)$	$Q_{12}(1)$	$Q_2(1)$	$Q_{21}(1)$	$Q_{22}(1)$	$Q_a(1)$
	Axtarılan parametrlər	X_{17}	X_{18}	X_{19}	X_{20}	X_{21}	X_{22}	X_{23}
	Minimal qiymətlər	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Maksimal qiymətlər	2.50	0.80	0.80	2.00	0.80	0.80	2.0
$(12^{00}, 24^{00})$	Sərfələr, m^3/s	$Q_1(2)$	$Q_{11}(2)$	$Q_{12}(2)$	$Q_2(2)$	$Q_{21}(2)$	$Q_{22}(2)$	$Q_a(2)$
	Axtarılan parametrlər	X_{24}	X_{25}	X_{26}	X_{27}	X_{28}	X_{29}	X_{30}
	Minimal qiymətlər	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Maksimal qiymətlər	2.50	0.80	0.80	2.00	0.80	0.80	2.0

Cədvəl 3

Anbarlarda toplanan mayenin həcminə qoyulan məhdudiyyətlər

	$(8^{00}, 12^{00})$		$(12^{00}, 24^{00})$	
Həcmələr	$V_1(1)$	$V_2(1)$	$V_1(2)$	$V_2(2)$
Axtarılan parametrlər	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}
Başlangıç qiymətləri, m^3	1500	-	1000	-
Minimal qiymətlər, m^3	200	200	100	100
Maksimal qiymətlər, m^3	10000	10000	10000	10000

Burada $c_a=0.3$ və $c_{kij}=0.2$ man/ m^3 , $k=\overline{1, K}$, $i = \overline{1, I_k}$, $j=\overline{1, J_{kl}}$, $z=\overline{1, Z}$ man/ m^3 götürülür. Məsələnin riyazi proqramlaşdırma şəklində yazılışı aşağıdakı kimi olar [2, 3].

Əvvəlcə sistemin tam təminatlı halına baxaq, yəni tələbat məntəqələrinə verilən suyun sərfələri tələb olunan sərfərdən az deyil: $q_{kij}(z) \geq \bar{q}_{kij}(z)$, $k=\overline{1, K}$, $i = \overline{1, I_k}$, $j=\overline{1, J_{kl}}$, $z=\overline{1, Z}$

Məqsəd funksiyası:

$$C=0.2[(X_1-0.35)+(X_2-0.40)+(X_3-0.30)+(X_4-0.30)+(X_5-0.37)+(X_6-0.33)+(X_7-0.23)+ \\ +(X_8-0.32)+(X_9-0.35)+(X_{10}-0.40)+(X_{11}-0.30)+(X_{12}-0.40)+(X_{13}-0.35)+(X_{14}-0.25)+(X_{15}-0.30)+ \\ +(X_{16}-0.30)]+0.3(X_{23}+X_{30}) \quad \min;$$

Məhdudiyyətlər:

$$0 \leq X_1 \leq 0.40; 0 \leq X_2 \leq 0.40; 0 \leq X_3 \leq 0.40; 0 \leq X_4 \leq 0.40; 0 \leq X_5 \leq 0.40; 0 \leq X_6 \leq 0.40; \\ 0 \leq X_7 \leq 0.40; 0 \leq X_8 \leq 0.40; 0 \leq X_9 \leq 0.40; 0 \leq X_{10} \leq 0.40; 0 \leq X_{11} \leq 0.40; 0 \leq X_{12} \leq 0.40; \\ 0 \leq X_{13} \leq 0.40; 0 \leq X_{14} \leq 0.40; 0 \leq X_{15} \leq 0.40; 0 \leq X_{16} \leq 0.40;$$

$$0 \leq X_{17} \leq 2.5; 0 \leq X_{18} \leq 0.8; 0 \leq X_{19} \leq 0.8; 0 \leq X_{20} \leq 2.0; 0 \leq X_{21} \leq 0.8;$$

$$0 \leq X_{22} \leq 0.8; 0 \leq X_{23} \leq 2.0; 0 \leq X_{24} \leq 2.5; 0 \leq X_{25} \leq 0.8; 0 \leq X_{26} \leq 0.8;$$

$$0 \leq X_{27} \leq 2.0; 0 \leq X_{28} \leq 0.8; 0 \leq X_{29} \leq 0.8; 0 \leq X_{30} \leq 2.0;$$

$$200 \leq X_{31} \leq 10000; 200 \leq X_{32} \leq 10000; 100 \leq X_{33} \leq 10000; 100 \leq X_{34} \leq 10000;$$

$$X_1+X_2=X_{18}; X_3+X_4=X_{19}; X_5+X_6=X_{21}; X_7+X_8=X_{22};$$

$$X_9+X_{10}=X_{25}; X_{11}+X_{12}=X_{26}; X_{13}+X_{14}=X_{28}; X_{15}+X_{16}=X_{29};$$

$$X_{18}+X_{19}=X_{17}; X_{21}+X_{22}=X_{20}; X_{25}+X_{26}=X_{24}; X_{28}+X_{29}=X_{27};$$

$$X_{17}-X_{18}-X_{19}-X_{20}=(X_{31}-1500)/480;$$

$$X_{20}-X_{21}-X_{22}-X_{23}=(X_{32}-X_{31})/480;$$

$$X_{24}-X_{25}-X_{26}-X_{27}=(X_{33}-1000)/480;$$

$$X_{27}-X_{28}+X_{29}-X_{30}=(X_{34}-X_{33})/480;$$

Sadələşdirmədən sonra:

Məqsəd funksiyası:

$$C=0.2*X_1+0.2*X_2+0.2*X_3+0.2*X_4+0.2*X_5+0.2*X_6+0.2*X_7+0.2*X_8+0.2*X_9+0.2*X_{10}+ \\ +0.2*X_{11}+0.2*X_{12}+0.2*X_{13}+0.2*X_{14}+0.2*X_{15}+0.2*X_{16}+0.3*X_{23}+0.3*X_{30} \rightarrow \min;$$

Məhdudiyyətlər:

$$0.2*X_1+0.2*X_2+0.2*X_3+0.2*X_4+0.2*X_5+0.2*X_6+0.2*X_7+0.2*X_8+0.2*X_9+0.2*X_{10}+ \\ +0.2*X_{11}+0.2*X_{12}+0.2*X_{13}+0.2*X_{14}+0.2*X_{15}+0.2*X_{16}+0.3*X_{23}+0.3*X_{30} \geq 1.13;$$

$$0 \leq X_1 \leq 0.4; 0 \leq X_2 \leq 0.4; 0 \leq X_3 \leq 0.4; 0 \leq X_4 \leq 0.4; 0 \leq X_5 \leq 0.4; 0 \leq X_6 \leq 0.4;$$

yerləşir. Eyni zamanda qəza qurğusundan axıdılan mayenin sərfi nisbətən kiçik qiymətlər alır. Nasos stansiyalarının sərf balansları müsbət qiymət aldığına görə anbarlarda mayenin həcmi getdikcə artır. Məsələdə göstərilən obyektlərin sayı və idarəetmə məsələsinin parametrlərinin sayı kifayət qədər çoxdur. Bütün bunlar optimallaşdırma məsələsinin düzgün qurulduğunu göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. İsgəndərov Ə.Ə., Abbasova G.Y. Yüksək ərazilərdə fəaliyyət göstərən su təchizatı sistemlərində su paylanması idarə olunması məsələsi.//Azərbaycan Texniki Universitetinin Elmi Əsərləri, Cild 1, Bakı: 2013, №1, s.30-36.
2. Ануфриев И. Самоучитель Матлаб 5/3, 6.х. СПб.: БХВ-Петербург, 2004, 736 с.
3. Кетков Ю.Л., Кеткова А.Ю., Шульц М.М. К37 Матлаб 7. Программирование, численные методы. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

РЕЗЮМЕ

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ НА ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ С ПОМОЩЬЮ ТРУБОПРОВОДНЫХ ЛИНИЙ

Искендеров А.А., Тагиева А. Д., Джавадова С.Р.

Ключевые слова: Горные участки, жидкие продукты, трубопроводные линии, оптимальное управление, математический пакет, потребитель, линейное программирование.

Во многих случаях на горных участках жидкие продукты распределяются между потребителями с помощью трубопроводных линий. При этом, в зависимости от количества потребления продукции и от пропускной возможности трубопроводных линий, распределение продуктов от одного производителя к потребителям производится с разными расходами. В работе поставлена задача оптимального распределения жидкой продукции между потребителями на горном участке и дано пример решения задачи управления для системы со многими объектами. Решение задачи осуществлено с использованием математического пакета Матлаб.

SUMMARY

THE PROBLEM OF THE OPTIMAL DISTRIBUTION OF LIQUID PRODUCTS IN MOUNTAIN AREAS WITH THE HELP OF PIPELINE

Isgandarov A.A., Taqiyeva A.D., Javadova S.R.

Key words: mountain plots, liquid products, pipeline, optimal control, mathematical package, consumer, linear programming.

In many cases, in mountain areas, liquid products are distributed among consumers through pipelines. At the same time, depending on the quantity of consumption of products and on the throughput of pipeline, the distribution of products from one producer to consumers is made at different costs. The task is to optimize the distribution of liquid products between consumers in the mountain area and give an example of solving the control problem for a system with many objects. The solution of the problem was carried out using Matlab mathematical package.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	03.02.2017
	Son variant	25.09.2017

UOT 621.311

ENERJİ SİSTEMİN ELEKTRİK ŞƏBƏKƏLƏRİNDƏ REAKTİV GÜC MƏNBƏLƏRİNİN OPTİMAL YERLƏŞDİRMƏ ÜSULU VƏ ALQORİTMİ

QULİYEV HÜSEYNQULU BAYRAM OĞLU

Azərbaycan Elmi Tədqiqat və Layihə-Axtarış

Energetika İnstitutu, şöbə rəisi, dosent

²HACIYEV NAİB İSMİXAN OĞLU

¹FƏRHADOV ZAKİR İSAMƏDDİN OĞLU

³BAYRAMƏLİYEVƏ ELMİRA NƏCƏF QIZI

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-dosent, 2-baş müəllim, 3-assistent

e-mail: huseyngulu@mail.ru

Açar sözlər: *paylayıcı elektrik şəbəkəsi, reaktiv güc, statik kondensator batareyası, güc itkisi, gərginliyin profili, qeyri-səlis çoxluq, məqsəd funksiyası, çoxməqsədli optimallaşdırma, mənsubiyyət funksiyası.*

Statik kondensator batareyalarının optimal yerləşdirilməsi, gücünün təyini və idarə olunması şəbəkə yük düyünlərində gərginliklərin tənzimlənməsinin və güc itkilərinin azaldılmasının təmin olunması nöqtəyi-nəzərindən elmi-praktik əhəmiyyət kəsb edir. Mqalədə mövcüd üsullara əsaslanaraq paylayıcı elektrik şəbəkələrində reaktiv gücün optimal paylanması və yük rejimindən asılı olaraq avtomatik idarə olunması üçün yeni yanaşma təqdim olunur. Təklif olunan üsul çoxsaylı düyün nöqtələrinə malik paylayıcı elektrik şəbəkələrində reaktiv güc axınlarının optimal idarə olunması məqsədilə istifadə edilə bilər. Üsul 30 düyünlü standart IEEE sxemi üçün testləşdirilmişdir.

Məlum olduğu kimi, paylayıcı elektrik şəbəkələrində (PEŞ) güc itkiləri elektroenergetika sistemindəki ümumi itkilərin 70%-ni təşkil edir [1]. Paylanmış generasiyalı enerji sisteminin PEŞ-də reaktiv güc mənbələri vasitəsilə istehlakçılar tərəfindən tələb olunan reaktiv gücü azaltmaqla bu itkilərin səviyyəsini əhəmiyyətli dərəcədə aşağı salmaq, eyni zamanda yarımstansiya şinlərində gərginliyin profillərini (U_i) və şəbəkə üzrə güc əmsalının ($\cos \varphi$) qiymətini tələb olunan diapazonlarda saxlamaq mümkündür.

Keçən əsrin 60-cı illərindən başlayaraq, paylayıcı elektrik şəbəkələrində reaktiv güc mənbələrinin (RGM) yerləşdirilməsi probleminin həlli üçün müxtəlif üsullar işlənmişdir. Onlardan analitik üsulları və evristik üsulları [2-4], çoxsaylı riyazi proqramlaşdırma üsullarını [5], qeyri-səlis məntiq üsulunu [6,7], neyron şəbəkələri [8,9], genetik alqoritmləri [10], hibrid üsulları [11] və s. göstərmək olar.

PEŞ-lərdə quraşdırılan RGM-lərin yerləşmə yerlərinin, sayının, gücünün, tipinin və idarə olunma alqoritminin təyini zamanı yaranan problemlər, adətən, çoxməqsədli optimallaşdırma məsələlərinin kompleks həlli yolu ilə aradan qaldırılır [12].

Yük rejimlərinin ehtimal, qeyri-müəyyən dəyişmələrə məruz qalması, əmək sərfinin çoxluğu və maliyyə vəsaitlərinin az olması problemin həllinin optimal olmaması ilə nəticələnmə bilər. Bütün bunlar isə optimallaşdırma məsələsinin həllində müəyyən məhdudiyyətlərin tətbiq olunması ilə şərtlənir.

Məqalədə PEŞ üzrə RGM-inin seçilməsi və gücünün avtomatik idarə olunması üçün qeyri-səlis məntiq nəzəriyyəsinin tətbiqinə əsaslanan yeni yanaşma üsulu təklif edilir.

Məqsəd funksiyasının formalaşdırılması və məhdudiyyətlər. SKB-nin tətbiqində həlli tələb olunan əsas məsələlər, qeyd olunduğu kimi, rejim parametrlərinə qoyulan məhdudiyyətləri nəzərə almaqla, onların optimal yerləşdirilməsini, SKB seksiyalarının saylarını, güclərini, növünü və idarəolunma alqoritmini müəyyən etməkdən ibarətdir. Riyazi olaraq, bu məsələlər $\nu \cdot (M+1)^N$ şəkildə verilən axtarış fəzalılı kompleks optimallaşdırma məsələsi kimi formalaşdırıla bilər; burada, M - seksiyaların sayı, ν - hesabat zamanı baxılan yük rejimlərinin sayı, N - tədqiq olunan şəbəkə sxeminin düyünlərinin sayıdır.

Məqsəd funksiyası aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$f(U, S) = f_C(U, S) + f_{\Delta P}(U, S) + \chi \cdot \sum_{j,m}^{N,\theta} F_{U_j^m} \quad (1)$$

Burada $f(U, S)$ – məqsəd funksiyası;

$f_C(U, S)$ – SKB qurğusunun qiyməti və istismarı ilə əlaqədar məqsəd funksiyasının təşkeidicisi;

$f_{\Delta P}(U, S)$ – məqsəd funksiyasının güc itkisi ilə əlaqədar xərc təşkeidicisi;

U – düyün gərginlikləri vektoru (gərginliyin profili);

S – SKB-nin qoşulu və ya açıq vəziyyətdə olduğu şəbəkə düyünlərinin nömrələrini göstərən vektor;

χ – cərimə əmsalı;

$$F_{U_j^m} = \begin{cases} 0,01, & U_{\min} \leq U_j^m \leq U_{\max} \\ 0,5 \cdot |1 - (U_j^m)^2|, & U_j^m < U_{\min}, U_j^m > U_{\max} \end{cases} \quad (2)$$

U_j^m – m yük səviyyəsi üçün j düyünündə gərginliyin qiymətidir.

Məhdudiyyət şərtləri aşağıdakı kimidir:

-güc axınına qoyulan məhdudiyyət:

$$\varphi(U^m, S^m) = 0 \quad (3)$$

-gərginliyə görə məhdudiyyət:

$$U_{\min} \leq (U_j^m) \leq U_{\max} \quad (4)$$

-reaktiv güc əmsalına görə məhdudiyyət:

$$\text{tg } \varphi_{\min} \leq (\text{tg } \varphi_j^m) \leq \text{tg } \varphi_{\max} \quad (5)$$

Qeyri-səlis məntiq nəzəriyyəsinin tətbiqi və məsələnin həll alqoritmi. Məqsəd funksiyaları qeyri-səlis xarakter daşdığından məsələnin pasional həlli və qərar qəbulu proseduru Zadənin maksimallaşdırma üsulu ilə həll etmək daha məqsədəuyğundur. Maksimallaşdırma üsulunun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, qarşıya qoyulan məqsədlər minimallaşdırılır və sonra minimal meyarlar içərisindən pasional həllin tapılmasına imkan verən maksimumlar seçilir. Bu halda qərar qəbulu zamanı hər bir məqsəd funksiyası üçün ilk məlumatların qeyri-səlisliyi nəzərə alınacaqdır.

Qeyd edək ki, baxılan hal üçün $\mu(f_i)$ mənsubiyyət funksiyasının formasının seçilməsi qarşıya qoyulan məqsəddən asılı olaraq, qərar qəbul edən ekspert tərəfindən subyektiv olaraq seçilir. Hazırkı işdə hər bir i -ci meyar üçün $\mu(f_i)$ mənsubiyyət funksiyasının monoton azalan və fasiləsiz olduğu hesab edilir. Bu funksiya aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$\mu(f_i) = \begin{cases} 1, & f_i \leq f_i^{\min} \\ \frac{f_i^{\max} - f_i}{f_i^{\max} - f_i^{\min}}, & f_i^{\min} \leq f_i \leq f_i^{\max} \\ 0, & f_i \geq f_i^{\max} \end{cases} \quad (6)$$

Burada, f_i^{\min} və f_i^{\max} - uyğun olaraq, məqsəd funksiyasının minimal və maksimal qiymətləridir və bu qiymətlərlə məhdudlaşan intervaldan kənarında optimal həllin mövcudluğu gözlənilmir. Məqsəd funksiyasının qiyməti ([0;1] şkalası üzrə) həllin nə dərəcədə qoyulan məqsədi ödədiyini göstərir.

Z sayda qeyri-səlis məqsədlər üçün (1), (2) funksiyalarını nəzərə almaqla, optimal həllin axtarılması aşağıdakı alqoritm əsasında aparılır.

1. Başlangıç axtarış nöqtəsi ətrafında w_i^c , $i = \overline{2, Z}$ hiperkubu təyin edilir və aşağıda göstərilən şəkildə hiperkubun yan tilləri üzrə 2^{Z-1} sayda kombinasiyalar çoxluğu yaradılır:

$$w_i^p = w_i^c + \tilde{D}_i^p; \quad i = \overline{2, Z}; \quad p = \overline{1, 2^{Z-1}} \quad (7)$$

$$w_1^p = 1 - \sum_{i=2}^L w_i^p; \quad p = \overline{1, 2^{Z-1}} \quad (8)$$

Burada \tilde{D}_i^p - hiperkubun formalaşmağa başladığı uc nöqtələrindən olan məsafəni ifadə edir.

2. Hər bir məqsəd üçün mənsubiyyət funksiyası $\mu(f_i)^j \Big|_{i=\overline{1, Z}}$ və $\mu_j^{\min} = \min \left(\mu(f_i)^{j,k} \Big|_{i=\overline{1, Z}} \right)$ mənsubiyyət funksiyalarının kəsişməsi təyin edilir, sonra isə hər bir kombinasiyanın cəmi dərəcəsi hesablanır.

3. Nəhayət, aşağıda göstərilən formada minimaks kompozisiyası yolu ilə [10,11] mənsubiyyət funksiyasını seçməklə ən yaxşı həll müəyyən olunur:

$$\mu^0 = \max \left\{ \mu_j^{\min}; k = \overline{1, 2^{Z-1} + 1} \right\} \quad (9)$$

Çoxölçülü hiperkubun uc $(Z-1)$ nöqtələrinin sayı Z sayda məqsədlər sırasını göstərir.

4. Bundan sonra iterasiya prosesinin davam etdirilməsi üçün əvvəlki ilə müqayisədə μ^0 mənsubiyyət funksiyası maksimum ödənilən w_i^{c0} ətrafında digər başqa hiperkub formalaşdırılır və ən yaxşı həll alınanadək proses təkrar olunur.

Qeyd edək ki, xərc üzrə məhdudiyyətlər şinlərə qoşulan kondensator batareyalarının sayının mümkün qədər minimumlaşdırılmasını şərtləndirir. Elektrik veriliş xətləri (kabellər və hava xətləri) və paylayıcı yarımstansiyalar birbaşa olaraq məqsəd funksiyası ilə əlaqələndirilmir. Eyni zamanda bu məhdudiyyətlər SKB-nin daha əlverişli yerləşdirilməsi üçün çox əhəmiyyətlidir.

Alqoritmin kompüter realizasiyası nəticələri. Yuxarıda qeyd olunan sxem və rejim parametrlərinin qeyri-müəyyən dəyişmələri şəraitində reaktiv güc mənbələrinin optimal yerləşdirilməsi və idarə olunması üçün qeyri-səlis çoxluqların tətbiqi ilə işlənmiş alqoritmin kompüter realizasiyası 30 düyünlü standart IEEE sxemi üçün yerinə yetirilmişdir. Şəkil 1-də 30 düyünlü sxem üzrə kompensasiya mənbələrinin olmaması və optimal yerləşdirilməsi ilə aparılan normal və maksimal yük rejimlərində hesabat nəticələri əsasında qurulmuş gərginlik profilləri verilmişdir. Şəkil 1,a-dan görüldüyü kimi normal rejimdə kompensasiya olmayan halda gərginliyin ən aşağı həddi 17-ci düyündə 0,82, maksimal rejimdə isə həmin düyündə 0,7 olmuşdur. Alqoritmin realizasiyası nəticəsində reaktiv gücün kompensasiyasından sonra həmin düyündə gərginlik normal və maksimal yük rejimləri üçün müvafiq olaraq 1,02 və 1,04 təşkil etmişdir. Kompensasiyadan sonra gərginliyin aşağı hədləri normal rejimdə 2 (0,95), 21 (0,95), 26

şəbəkələrində reaktiv güc mənbələrinin optimal yerləşdirilməsi və effektiv idarə olunması məqsədilə istifadə oluna bilər.

Nəticələr. 1. Qeyri-müəyyən faktorların təsiri şəraitində mürəkkəb topologiyalı paylayıcı elektrik şəbəkələrində reaktiv güc mənbələrinin optimal yerləşdirilməsi və idarə olunması məqsədilə qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında effektiv üsul və alqoritm işlənmişdir.

2. IEEE-nin 30 düyünlü standart elektrik şəbəkə sxemi nümunəsində alqoritmın kompüter realizasiyası yerinə yetirilmişdir. Gərginliyin profilləri, aktiv güc itkisi, güc əmsalının qiymətləri və reaktiv gücün kompensasiya tədbirinin özünü ödəmə müddəti kəmiyyətlərinin müqayisəli analizi təklif olunan alqoritmın üstünlüyünü təsdiq edir. Belə ki, sxemin düyünlərində gərginliklər buraxılabilən hədlərdə qərarlaşır, əhəmiyyətli dərəcədə aktiv güc itkisi azalır, güc əmsalı yüksəlir. Reaktiv gücün kompensasiyası ilə bağlı yerinə yetirilən tədbirlərin özünü ödəmə müddəti bir il təşkil edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Guliyev H.B. Reactive Capacity Compensation and Voltage Regulation Multi-Purpose Optimization Method in Power Distribution Networks. Reliability: Theory & Applications, Vol.9, No.2(33), USA, San Diego, 2014, pp.62-72.
2. Haque M.H. Capacitor placement in radial distribution systems for loss reduction, In IEE Proceedings generation, transmission and distribution, 1999, pp. 501-505.
3. I-Samahi I.E., A. Salama M.M., El-Saadany E.F. The effect of harmonics on the optimal capacitor placement problem, 2004.
4. Wu F.F., Baran M.E. Optimal capacitor placement on radial distribution systems, Vol.4, No.1, 1989, pp. 725-734.
5. Jafarian A., Fuchs E.F., Masoum M.A., Ladjevardi S.M. Fuzzy approach for optimal placement and sizing of capacitor banks in the presence of harmonics, Vol.19, 1995, 2004.
6. Гашимов А.М., Рахманов Н.Р., Гулиев Г.Б.. Улучшенный алгоритм нечеткой логики для управления реактивной мощностью и напряжением в распределительных сетях. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ - Энергетика: Международный научно-технический журнал. Минск: 2014, №2, с.29-39.
7. Rahmanov N.R., Naser M. Tabatabaei, Guliyev H.B. Optimization Algorithms for Improving the Operation Control in Power System with Distributed Generation. International Journal on Technical and Physical problems of Engineering (IJTPE). Published by International Organization of IOTPE. Issue 21, Vol.6, No.4, Dec. 2014. Serial No: 0021-0604-1214, pp.15-21. Norway, www.iotpe.com.
8. Tan O.T., Santoso N.I. Neural-net based real-time control of capacitor installed on distribution systems, Vol.5, No.1, 1990, pp. 266-272.
9. Рахманов Н.Р., Гулиев Г.Б. Применение модели нейронной сети для оценке текущего значения предела устойчивости электрической системы по напряжению //Электричество, №4, М.: 2015, с. 4-11.
10. A.G. Exposito, J. L. M. Ramos, J.R. Santos. A reduced-size genetic algorithm for optimal capacitor placement on distribution feeders, 2004.
11. Rashtchizadeh A., Rahmanov N., Dursun K. Genetic algorithm for optimal distributed generation sitting and sizing for losses and voltage improvement. International journal for knowledge, science and technology, №1, vol.1, october 2009, Bilbao (Spain).
12. Guliyev H.B., Zeynalova N.F. Methods indemnification of reactive capacity in the Electric network for increase of regime reliability of the power supply system, Reliability: Theory & Applications, Vol.10, No.3(38), USA, San Diego, 2015, pp. 6-15.

РЕЗЮМЕ

**МЕТОД И АЛГОРИТМ РАЗМЕЩЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ РЕАКТИВНОЙ
МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ**

Гулиев Г.Б., Гаджиев Н.И., Фархадов З.И., Байрамалиева Э.Н.

Ключевые слова: *электрическая сеть, реактивная мощность, профиль напряжения, нечеткое множество, целевая функция, многокритериальная оптимизация, функция принадлежности*

Оптимальное определение мощности и размещение источников реактивной мощности имеет научно-практическое значение с точки зрения регулирования узловых напряжений и уменьшение потери мощности в сети. В работе предлагается новый подход к оптимальному распределению реактивной мощности в распределительных электрических сетях. Предложенный алгоритм может быть использован для оптимального управления реактивной мощностью в распределительных электрических сетях, имеющих многочисленные нагрузочные узлы. Алгоритм был проверен для стандартной 30-узловой схемы IEEE.

SUMMARY

**ALGORITHMS AND METHODS OF OPTIMIZATION PLACEMENT
OF CONDENSER BATTERIES IN ELECTRICAL NETWORKS**

Quliyev H.B., Hacıyev N.İ., Farhadov Z.İ., Bayramaliyeva E.N.

Key words: *electrical network, reactive power, power loss, voltage profile, set, objective function, multiple objective optimization, membership function.*

Optimal placement of static capacitor bank, power determination and control gains theoretical and practical significance from the point of view of provision of adjusting of voltages in the network load nodes and reduce of power loss. Based on the current and up-to-date methods during work, a new approach is presented for the reactive power optimal distribution and automatic control depending on load conditions. The proposed method could be used for the optimal control of reactive power flows in the electrical distribution systems having numerous nodal points. The method was tested for the real power grid having 30 nodal standard IEEE schemes.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	08.05.2017
	Son variant	25.09.2017

UOT 673.7

KRİTIKDƏN YÜKSƏK TƏZYİQLƏRDƏ N-HEPTANLA SOYUDULAN BORU DİVARININ TEMPERATUR REJİMİ

MƏMMƏDOV ŞİKAR HACI oğlu

Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent

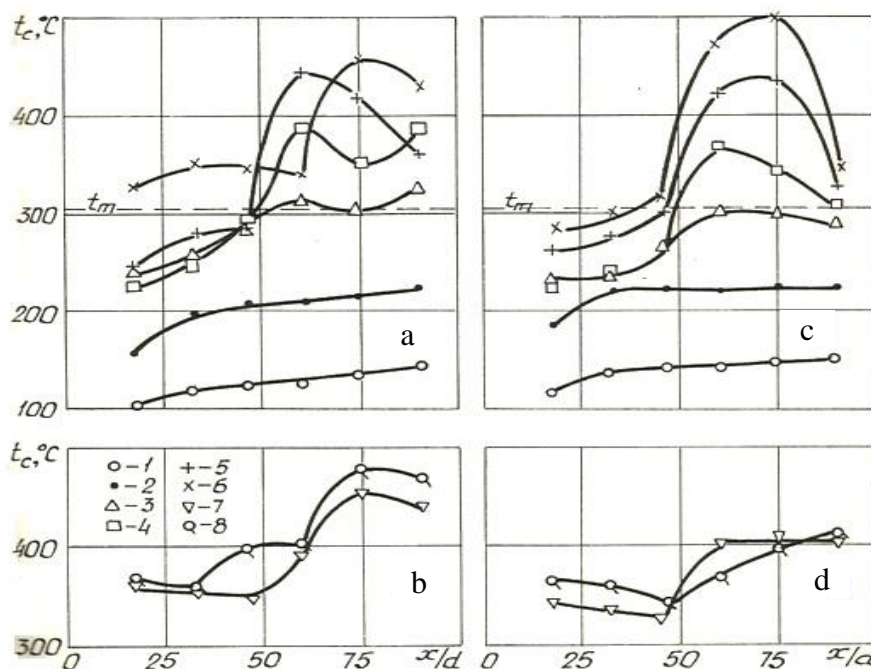
¹MƏMMƏDƏLİYEV RUVVƏT MƏMMƏD oğlu²ŞAHMAROVA RƏFİQƏ SƏXAVƏT qızı

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, 1-assistent, 2-baş laborant

e-mail: sdu.elmixeberler@mail.ru

Açar sözlər: istilik axını, qeyri-monoton paylaşma, istilik mübadiləsi, konversiya

Turbulent axımlı rejimlərdə n-heptanın istilikverməsi tədqiq edilərkən [1] belə bir nəticəyə gəlinmişdir ki, borunun vəziyyəti və mayenin axma istiqamətindən asılı olmayaraq, boru divarının temperaturunun tədqiq olunan mayenin psevdokritik temperaturuna yaxınlaşması ilə əlavə səs effekti müşayiət olunan yaxşılaşmış istilikvermə rejimi başlayır (soyudulan səthin divarının temperaturu və maye təzyiqinin dəyişməsi). Bir neçə halda yaxşılaşmış istilik mübadiləsi şəraitindən ($t_s \approx t_m$) fərqlənən hallara rast gəlinmişdir. Bunun səbəbi [1] də izah olunmuşdur. Müasir yüksək gərginlikli istilik mübadilə aparatlarını yaratmaqla yanaşı, eyni zamanda boru boyunca divarda temperaturun paylanma qanununu bilmək tələb olunur.



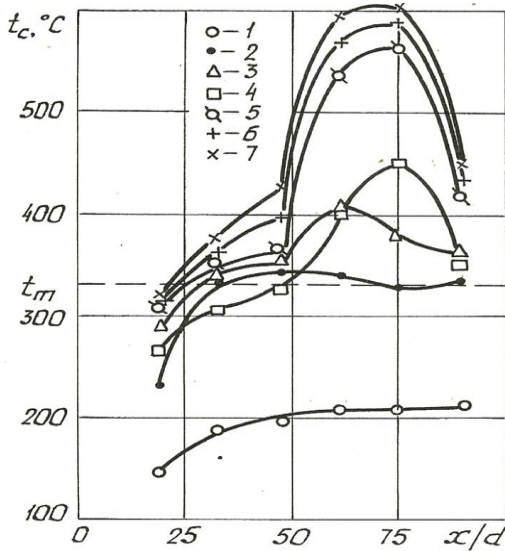
Şək. 1. n-heptanın yuxarı (a,b) və aşağı (c,d) hərəkəti zamanı boru boyunca divarda temperaturun paylanması

Əvvəlcə n-heptanın kritikdən yüksək təzyiqlərdə qaldırıcı və endirici borularda hərəkəti zamanı boru boyunca divarda temperaturun paylanmasına baxaq. Qeyd olunan asılılıq Şək. 1-də göstərilmişdir. Bu şəkildə təsvir olunmuş boru boyunca divarda temperaturun paylanma xarakteri göstərir ki, n-heptanın boruda yuxarı və aşağı hərəkəti

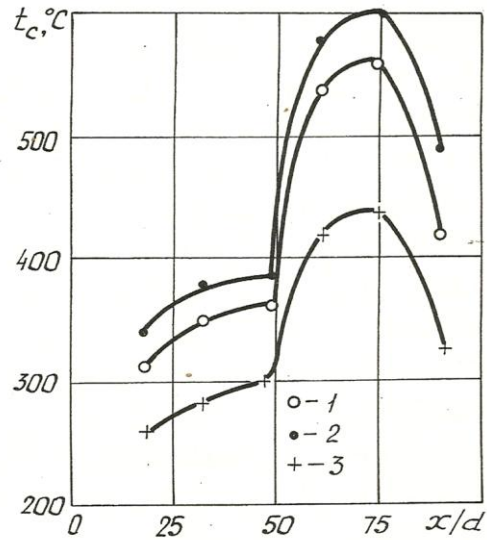
zamanı $t_s < t_m$ şərtində divar temperaturunun dəyişmə xarakteri eyni şərtlər daxilində adi konvektiv istilik mübadiləsindəki kritikə qədərki oblast ilə eynidir (Şək.1a və b,1,2 əyrisi).

Sabit rejim parametrlərində xüsusi istilik selinin artması ilə divarın temperaturu tədqiqlənən mayenin psevdokritik temperaturuna çatır və divar temperaturunun paylanma xarakteri bir qədər dəyişir (3 əyrisi). Xüsusi istilik selinin artması ilə ($q \approx 2,8 \text{ MVt/m}^2$) divarın temperaturunun (t_s) göstərilən xarakteri boru boyunca saxlanılır; bu zaman divarda ən böyük temperatur fərqi boruya girişdən $\frac{x}{d} = 50$ və daha çox olmuşdur (4 əyrisi). n-Heptanın boruda yuxarı və aşağı hərəkətində xüsusi istilik seli $q \approx 3,07$ və $3,48 \text{ MVt/m}^2$ olduqda 5 əyrisi alınmışdır, həmin əyridən görünür ki, divarın temperaturu borunun müəyyən hissəsində maksimal qiymətə malik olur. Baxılan təcrübələrdə n-heptanın aşağı və yuxarı hərəkətində borunun girişindən $\frac{x}{d} = 50 \div 55$ məsafədə divarın temperaturu psevdokritikdən kiçikdir. İstilik selinin yüksək qiymətlərində 6-8 əyriyə alınmışdır.

Şəkil 2-də horizontal boru boyunca divar temperaturunun paylanmasının aparılmış eksperimental nəticələrə əsasən [$P=6,0 \text{ MPa}$, ($P=2,2 \text{ Pkr}$), $t_m^g=17,5^\circ\text{C}$ və $p_w=2000 \text{ kq/m}^2\text{s}$] qurulmuş qrafiki göstərilmişdir. Şək. 2-dən görüldüyü kimi, $t_s < t_m$ olduqda, boru boyunca temperaturun dəyişmə xarakteri maddənin kritikə qədər olan oblastındakı vəziyyətinə uyğun olan adi konvektiv istilik mübadiləsi ilə eynidir.



Şək.2. Horizontal boru boyunca temperatur paylanması



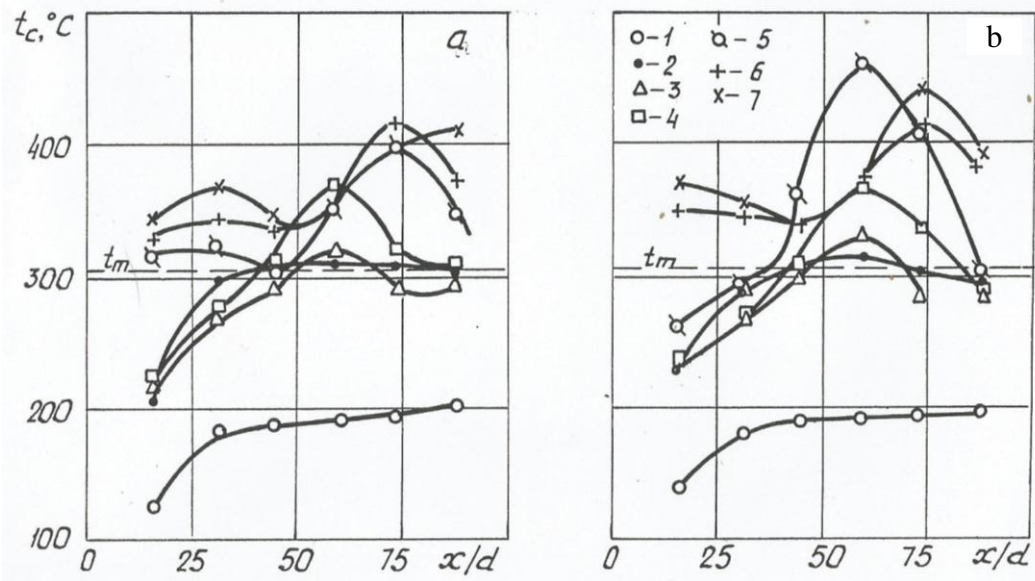
Şək.3. Borunun müxtəlif vəziyyətində temperatur asılılığı

İstilik seli sıxlığı artdıqda t_s tədqiqlənən mayenin t_m -inə yaxınlaşır və bu zaman təcrübə borusunda əlavə effekt-divarın temperaturunun və mayenin təzyiqinin dəyişməsi ilə baş verən istilikvermə müşayiət olunur. Pulsasiyalı rejimdə horizontal boru boyunca divarın temperaturu qeyri-monoton dəyişir. Belə təcrübələrdə borunun ayrı-ayrı hissələrində xüsusi istilik selinin artması ilə divarın temperaturunun sabit olması və ya müəyyən qədər azalması mümkündür. Bu qiymətlər yaxşılaşmış istilikvermə rejiminin qiymətlərinə uyğun gəlir. Tədqiqatların nəticələri göstərir ki, borunun orta hissəsində divarın temperaturunun paylanmasının monotonluğunun pozulması ilə divarın maksimum temperaturu müşayiət olunur. İstilik seli sıxlığının müəyyən qiymətində bu maksimumlar kəskin ifadə olunmuş xarakterə malik olur (5-7 əyrisi). Belə təcrübələrdə borunun göstərilən kəsiyində bir rejimdən digərinə keçid zamanı müəyyən qədər istilikvermə əmsalının azalması müşayiət olunur (istilikvermənin nisbi pisləşmiş rejimi). Şək.1 və 2-də uyğun olaraq borunun vertikal (mayenin yuxarı və aşağı hərəkəti) və horizontal vəziyyətlərinin müqayisəsi göstərir ki, $t_s > t_m$ olduqda əyriyə dəyişmə

xarakteri n-heptanın aşağı hərəkətində horizontal boru ilə müqayisədə vertikal boru ilə identikdir. Bu, Şək. 3-dən daha aydın görünür. Mayenin boruda yuxarı hərəkəti zamanı borunun uzununa divarın temperaturunun paylanması müəyyən fərqliliyi, görünür, sərbəst konveksiyanın borunun vertikal (yuxarı və aşağı hərəkət) və horizontal vəziyyətlərindəki müxtəlif təsiri ilə əlaqədardır.

Boru boyunca divarın temperaturunun paylanma xarakterinə borunun mailliyinin tədqiqi maraqlıdır. Şək. 4-də $\varphi=30^\circ$ (a) və $\varphi=60^\circ$ (b) olduqda aparılmış təcrübələrin nəticəsinə əsasən divarın temperaturunun paylanma qrafiki qurulmuşdur.

Alınmış asılılıqlara əsasən qeyd etmək olar ki, $t_s > t_m$ olduqda boru boyunca temperaturun paylanması qeyri-monotondur. Bu tədqiqatlarda boru boyunca divarın temperaturunun maksimal qiyməti 460°C -dən çox olmadı, $t_s \geq 460^\circ\text{C}$ olduqda yeni gücün müəyyən olunması borunun uzununa divarının temperaturunun aşağı düşməsinə gətirib çıxarır (6-7 əyrisi).



Şək.4. Borunun maili vəziyyətində temperatur asılılığı.

Beləliklə, n-heptanın kritikdən yüksək təzyiqdə, turbulent rejimli axında, $t_c < t_m$, $t_s \geq t_m$ şəraitində borunun vəziyyətindən və mayenin axma istiqamətindən asılı olmayaraq, boru boyunca soyudulan səthin temperaturu qeyri-xətti dəyişir və bu zaman borunun orta hissəsində divarın maksimum temperaturu müşayiət olunur.

$t_s = f\left(\frac{x}{d}\right)$ asılılığının analizi zamanı, əsasən, diqqət qeyd olunan maksimumlara yönəlmiş və belə bir nəticəyə gəlinmişdir ki, sonuncu istilikdəyişdirici aparatların işində heç bir təhlükə yaratmır, belə ki, göstərilən kəsikdə istilikvermə əmsalının qiyməti normal rejimdəki qiymətdən nəzərəcarpacaq dərəcədə yüksəkdir.

Maddələrin kritikdən yüksək təzyiqlərdə borunun uzununa divarının temperaturunun qeyri-xətti paylanması və bu zaman borunun orta hissəsində maksimum əmələ gəlməsi halı kritikdən yüksək oblastlar üçün təsadüfi yox, qanunauyğun hadisə sayılır. Boru boyunca divarın temperaturunun buna bənzər dəyişmə xarakteri su, toluol, n-heksan və s. istilik daşıyıcılarının təmsalında digər tədqiqatçıların çoxsaylı işlərinin nəticələri ilə də təsdiq olunmuşdur.

Göstərilən maddələrlə aparılan təcrübələrin nəticələrinə əsasən qurulmuş boru divarının temperaturunun paylama qrafiki Şəkil 5-də göstərilmişdir.

Təcrübədən alınan qiymətlərin analizi göstərdi ki, $t_s \geq t_m$ olduqda borunun uzununa divarının temperaturunun dəyişmə xarakteri, istilik seli sıxlığının qiymətindən asılı olaraq, müxtəlif ola bilər,

başqa sözlə, istilik seli sıxlığının hər qiymətinə onun divarının öz temperaturunun paylanması uyğun gələ bilər. Məhz bu hadisənin fiziki izahını vermək çətin olur.

Mümkündür ki, borunun uzununa divarının temperaturunun paylanma xarakterinin müxtəlifliyi mayenin divar yaxınlığındakı təbəqədə qızma dərəcəsi ilə əlaqədardır. Bu səbəbdən də tədqiq olunan mayenin fiziki xüsusiyyətlərinin dəyişməsinin müxtəlifliyi bu hadisəyə uyğun gəlir. Bəzi tədqiqatlarda [2] boru boyunca divarın temperaturunun paylanma xarakteri və istilikvermə əmsalının dəyişməsi maye təzyiqinin müxtəlif qiymətlərdə dəyişməsi ilə izah olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Мамедов Ш.Г. Влияние направления движения и положения трубы на теплоотдачу н-гептана при турбулентном течении и сверхкритических давлениях. Дис..... канд.техн. наук. Баку: 1989, 260 с .
2. Stewart E., Stewart P., Watson A. Thermoacusticosillations in forced convection heat transfer to supercritical pressure water // Int. Heat and Mass Transfer, 1973, v16; N2, p.257-259
3. Петухов Б.С. Теплообмен в однородной среде при околкритических параметрах состояния // ТВТ -1968№4 Е 732-745

РЕЗЮМЕ

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ СТЕНОК ТРУБ, ОХЛАЖДАЕМЫХ Н-ГЕПТАНОМ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ДАВЛЕНИЙ

Мамедов Ш.Г., Мамедалиев Р.М., Шахмарова Р.С.

Ключевые слова: тепловой поток, немонотонное распределение, теплообмен, конвекция.

Анализ опытных данных показал, что при $t_s \geq t_m$ характер изменения температуры стенки по длине трубы в зависимости от значения плотности теплового потока может быть различным, т.е. каждому значению плотности теплового потока может соответствовать свое распределение температуры стенки. Именно это явление трудно поддается физическому объяснению. Возможно различный характер распределения температуры стенки по длине трубы связан со степенью нагревания жидкости в околостеночном слое, чему в свою очередь соответствуют различные изменения физических свойств исследуемой жидкости.

SUMMARY

TEMPERATURE CONDITIONS OF PIPE WALLS COOLED BY N-HEPTANE IN SUPERCRITICAL PRESSURE

Mammadov S.H., Mammadaliyev R.M., Shakhmarova R.S.

Key words: heat flow, non-monotonic distribution, heat transfer, conversion.

Analysis of experimental data has shown that when $t_s > t_m$ behavior of the wall temperature along the length of the pipe depending on the density of heat flow may be different, each value of the heat flux density distribution may correspond to your wall temperature. It is difficult to give physical explanation to this phenomenon. Perhaps different character wall temperature distribution along the tube length associated with the degree of heating in a liquid near-wall layer, which in turn correspond to the various changes of physical properties of the sample liquid.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	16.01.2017
	Son variant	25.09.2017

УДК 621.771.2

УСТАНОВКА ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРУБ ЦИНКОПОЛНЕННОЙ КРАСКОЙ

¹ АБДУЛЛАЕВ ГУРБАН САДЫХ оглы,¹ АББАСОВ ГУДРАТ САЛМАН оглы,² БАГИРОВ ЗИЯФАТ ОРУДЖ оглы*Сумгаитский государственный университет, 1-доцент, 2-ст.препод.**e-mail. Abdullayev.qs@bk.ru.*

Ключевые слова: покрытие, цинкопополненный, труба, адгезия, головка для напыления.

Известно, что стальные трубы, используемые в нефтяной промышленности (НКТ, обсадные и нефтепроводные) выходят из строя раньше его срока службы. Основной причиной является сильное коррозионное воздействие транспортируемых веществ на внутреннюю поверхность труб.

Преждевременное разрушение труб наносит большой ущерб не только из-за потерь сотен тысяч тонн металла, но и приводит к вынужденной замене труб раньше срока. Одним из эффективных методов борьбы с коррозией внутренней поверхности стальных труб является нанесение антикоррозионных покрытий. В зависимости от транспортируемого вещества подбирается тип покрытия труб с необходимыми для эксплуатации параметрами (атмосферостойкость, термостойкость, кислотостойкость, износостойкость и др.) [6].

Цель исследования и постановка задач. Усовершенствование существующих способов получения равномерных по периметру тонкослойных антикоррозионных покрытий на внутренней поверхности вращающихся труб, используемых в нефтяной промышленности. В промышленности применяются различные виды антикоррозионных покрытий внутренней поверхности труб: металлическое, неорганическое и органическое.

Выбор типа материала для покрытия в антикоррозионной технике весьма разнообразен. Одни материалы достаточно химически стойки, но не обладают высокой адгезией к металлу, другие материалы имеют исключительную химическую стойкость, но относительно дороги. Ряд материалов хотя и непроницаемы, но не обладают высокой адгезией к металлу.

Для всех металлоконструкций, в том числе для покрытия внутренней поверхности труб, наиболее простым и доступным способом антикоррозионной защиты металла являются лакокрасочные антикоррозионные покрытия, которые имеют ряд преимуществ по сравнению с другими видами защитных материалов:

- Простота нанесения;
- Возможность покрытия металлоконструкции и труб больших габаритов;
- Покрытия экономичны, обладают высокими защитными свойствами;
- Дешевизна по сравнению с другими видами защитных покрытий.

Выбор типа материала, применяемого для защиты внутренней поверхности труб, зависит не только от химического состава транспортируемого вещества, а также определяется наличием соответствующего оборудования для его нанесения.

Широкое применение лакокрасочных покрытий обусловливается двумя ценными свойствами:

1. Способностью образования на поверхности изделия тонкой пленки, непроницаемой и коррозионно-стойкой, с хорошей адгезией к металлу.
2. Удобством и простотой технологического процесса нанесения с полной механизацией и автоматизацией [4].

Поэтому лакокрасочные покрытия стали применять почти все отрасли народного хозяйства, в том числе и для защиты внутренней поверхности труб нефтяного сортамента. Лакокрасочные материалы используют для получения защиты стальных труб от коррозионных разрушений не только на период транспортировки, а также для получения эксплуатационных покрытий, которые наносят на заводе-изготовителе. Поскольку нас интересует вопрос защиты труб в условиях эксплуатации, поэтому целесообразно остановиться на эксплуатационных лакокрасочных материалах и методах их нанесения.

В отечественной промышленности и зарубежных странах в последние годы освоено выпуск лакокрасочных материалов на основе следующих пленкообразующих:

Полиуритол –полиуретановая краска – маслобензостойкая.

Цинконол – цинкнаполненная –полиуретановая краска.

При решении вопроса, связанного с практическим применением лакокрасочных материалов, имеет значение не только области их использования, но их свойства и технология нанесения на внутреннюю поверхность труб. Это облегчает выбор лакокрасочного материала для покрытия.

Поэтому в данном разделе поставлены следующие задачи:

1. Изучение свойства лакокрасочных материалов;
2. Выбор лакокрасочного материала;
3. Разработка технологии их нанесения.

На основании вышеизложенного нами была выбрана в качестве защитного покрытия цинконол–цинкнаполненная–полиуретановая краска [4].

Цинконол это:

- Цинкнаполненная система, в которых стойкость лакокрасочных покрытий сочетается с протекторным эффектом вводимого цинка:
- Холодное оцинкование металла;
- Повышенная адгезия к металлу;
- Химическая стойкость;
- Надежная защита от коррозии.

Цинконол представляет собой дисперсию цинкового порошка в растворе полиуретанового преполимера в органических растворителях с целевыми добавками, отверждение происходит влагой воздуха.

Краска создает надежную защиту металлу, обладает химической стойкостью к металлам, нефти и нефтепродуктам, морской и пресной воде, обладает эластичностью и термостойкостью.

Защитные свойства цинка обусловлены более низким электрохимическим потенциалом (-0,76 в) по сравнению с железом (-0,44 в). Поэтому в электрохимической паре цинк-железо, возникающей в присутствии воды и электролита, цинк выполняет роль анода. Медленно растворяясь в процессе эксплуатации покрытия, цинк служит «жертвенным» металлом и защищает стальную подложку-катод от разрушения. Именно в этом защитная (протекторная) роль цинка в покрытии [5]. Свойства лакокрасочной краски-цинконол показаны в таблице 1.

Таблица 1.

Свойства лакокрасочной краски-цинконола

Основа материала, внешний вид пленки	Цинковый порошок однородная матовая поверхность серого цвета
Массовая доля нелетучих веществ, %	85
Условная вязкость по ВЗ-246, сек.	25
Время высыхания до степени 3 при $t (20,0 \pm 5)^\circ \text{C}$, ч	2
Прочность пленки при ударе, см	50
Прочность пленки при изгибе, мм	3
Стойкость к статическому воздействию воды при $(20 \pm 2)^\circ \text{C}$, ч	72
Стойкость к статическому воздействию ГСМ, ч	48
Твердость покрытия	0,5
Адгезия, балл, не более	1
Расход краски, $\text{гр}/\text{м}^2$	200-250
Толщина однородного покрытия, мкм	60-80

Создание полупромышленной установки для нанесения цинконола на внутреннюю поверхность труб и технология его нанесения. Схема полупромышленной установки показана на рис.1.

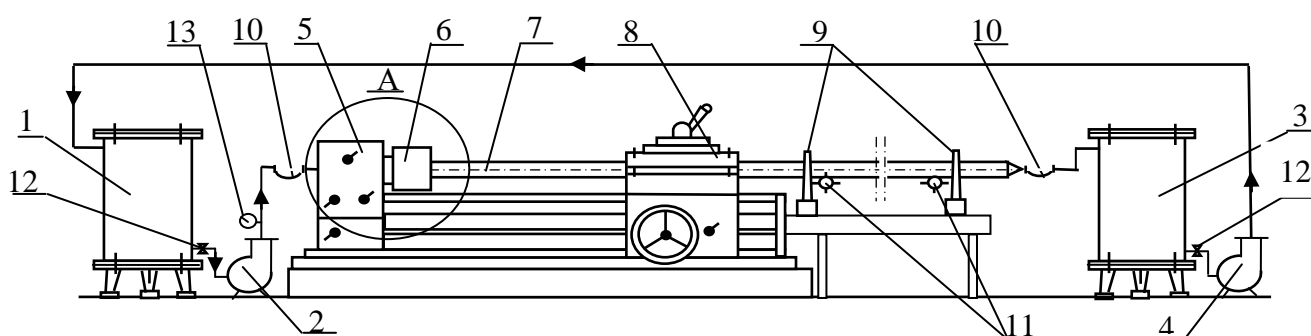


Рис.1. Схема полупромышленной установки для нанесения цинконола на внутреннюю поверхность труб: 1,3-питательные бочки; 2,4-насосы для перекачки краски; 5-установка для закрепления и вращения труб; 6-патрон установки; 7- труба; 8-вращающийся держатель труб; 9-выбрасыватели покрашенных труб; 10-шланги с вертлюгом; 11-транспортные ролики; 12-вентили; 13-манометр.

Объектом нашего исследования являлись насосно-компрессорные трубы (НКТ). Поэтому эксперимент производили на трубных образцах диаметром $\text{Ø} 60$ мм, длиной 8 м, отрезанных от НКТ (ГОСТ 633-74), выпускаемых на трубопрокатных заводах. Для обеспечения герметизации по торцам во время покрытий на обоих концах труб снимались фаски размером $8 \times 45^\circ$. Трубные образцы на установке базируются на этих фасках (рис.2).

Разработка технологии нанесения ЦН-краски на внутреннюю поверхность труб. Как видно из вышеизложенного, схема установки всего процесс заключается в транспортировке ЦН-краски через вращающуюся трубу с одного бачка в другой в результате чего ЦН-краска под усилием центробежной силы ударяется к стенам трубы и создает равномерный сплошной прочный слой покрытия внутренней поверхности труб.

Предложенная технология покрытия внутренней поверхности труб состоит из следующих операций:

Заполняется питательный бачок (1) ЦН-краской, очищенная труба (7) при помощи трех кулачковых патрона (6) и вращающего держателя труб (8) устанавливается на установке и закрепляются передние и задние шланги с вертлюгом (10). Включают вращение труб (7) и насос (1). Обороты вращения труб в зависимости от диаметра труб меняется от 30÷50 об/мин.

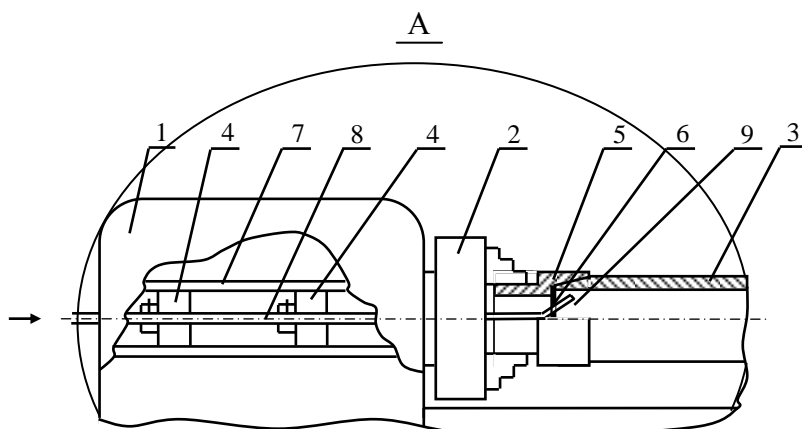


Рис.2.Схема переднего приспособления для вращения и подачи краски на внутреннюю поверхность труб.1-установка для закрепления и вращения труб; 2- патрон установки;3-труба; 4- текстолитовые подшипники; 5-держатель трубы; 6-резиновая прокладка; 7-шпindelь установки; 8-труба для подачи краски; 9-головка для напыления краски.

Время вращения перекачки краски меняется в зависимости от диаметра и длины трубы в течение от двух-трех мин. после чего перекачка и вращение трубы останавливается. Труба (7) освобождается от патрона (6), держателя труб (8) и при помощи транспортных роликов (11) и выбрасывателей (9) транспортируется на стол для полного высыхания.

Определение адгезии покрытий на образцах из труб. Покрытия, полученные цинконаполненной –полиуретановой краской, представляют собой тонкий слой на внутренней поверхности труб (60÷80 мкм), поэтому для определения его характеристик должны быть разработаны соответствующие методы испытаний.

Методы измерения адгезии основаны на определении приложенного внешнего усилия, под действием которого происходит разрушение соединения.

Один из методов, который можно применять к трубам с внутренними покрытиями, является определение адгезии футерованных труб. Из футерованной трубы вырезают кольцо высотой 12 мм и на разрывной машине с помощью пуансона производится выдавливание футеровки (рис.3) [1].

Этот способ не пригоден для определения адгезии тонкослойного покрытия, где толщина 60÷80 мкм. Дело в том, что внутренний диаметр трубы, полученный горячей прокаткой, имеет большой разброс как по размерам, так и по

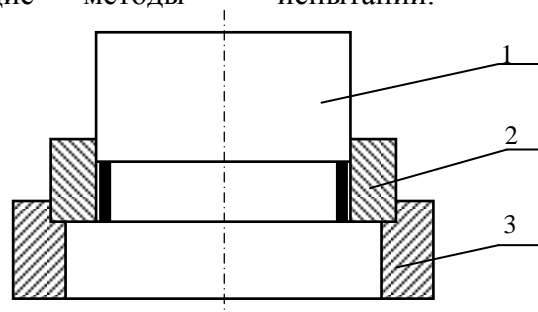


Рис.3. Установка для определения адгезии толсто-стенного покрытия труб. 1- пуансон; 2-образцы из труб с покрытиями; 3-подставки.

геометрии. Такой разброс допускает ГОСТ 633-74 на НКТ. Например, для труб 60x5 мм наружный диаметр (при допуске) $D_{нар}=60,3\pm 1\%$ колеблется в пределах

$$D_{маx}=60,3+0,6=60,9 \text{ мм}$$

$$D_{мин}=60,3-0,6=59,7 \text{ мм}$$

Толщина стенки при допуске $S=5^{+1,2\%}_{-1,2\%}$ может иметь значения: $S_{маx}=5,45$ мм, $S_{мин}=4,38$ мм. Следовательно, внутренний диаметр трубы будет изменяться в пределах:

$$D_{маx}=D_{нар}-2S_{мин}=60,9-8,76=52,14 \text{ мм}$$

$$d_{мин}=D_{нар}-2S_{маx}=60,3-10,9=49,4 \text{ мм}$$

Как видно, внутренний диаметр трубы 60x5, изготовленной в пределах требований ГОСТ 633-74, может меняться от 49,4 мм до 52,14 мм, т.е. разница по диаметру может получиться 2,74 мм. Кроме того, вследствие неравномерного износа технологического инструмента и других причин, внутренняя поверхность трубы имеет мелкие продольные риски и прочие дефекты, которые также допускаются ГОСТ-ом. Такое явление не позволяет выдавливать тонкослойное покрытие пуансоном известным способом, а следовательно, и определять адгезию покрытия.

Учитывая вышеизложенное, нами создано устройство для определения адгезии покрытия труб (рис.4) [2].

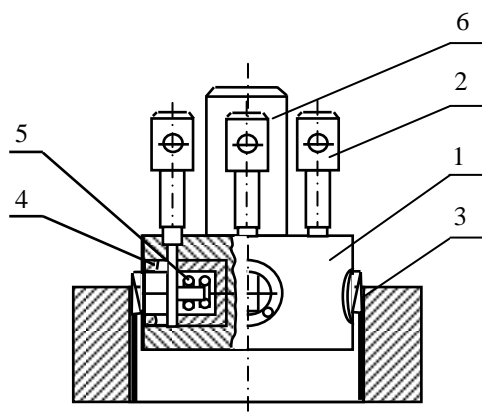


Рис.4. Установка для определения адгезии тонкослойного покрытия труб:
1-корпус; 2- стопорный винт;
3- нож; 4- фиксаторная гайка;
5- пружина; 6- упор.

Метод определения адгезии созданным устройством заключается в следующем. Образцы высотой 30-40 мм, вырезанные из покрытий трубы, подвергаются разделению на участки при помощи горячего ножа, а также с одного торца путем расточки удаляют слой покрытия длиной 5 мм. Далее, при соосном положении испытываемого образца и корпуса (1) устройства поворотом винтов (2) освобождают ножи (3). Последние, перемещаясь при помощи пружин (5), касаются внутренней металлической поверхности трубы, т.е. самоустанавливаются. В таком положении ножи фиксируются винтами (2), передавая нагрузку на упор (6). Корпус (1) перемещается вдоль своей оси и нож (3) отрывает 4 слоя покрытия. Сила, необходимая для перемещения устройства, является силой адгезии покрытия с металлической поверхностью (на неравномерный отрыв). Образцы совместно с вышеуказанным устройством устанавливались на разрывной машине РМ-5 и проводились соответствующие замеры. Адгезия покрытия определялась по формуле

$$\tau = \frac{P}{B} \text{ кг/см} \quad B=4b$$

где b – ширина одного ножа, P – сила вдавления.

Выводы. При создании полупромышленной установки для нанесения покрытия на внутреннюю поверхность труб нефтяного сортамента положено в основу следующее:

1. Возможность полной автоматизации и механизации процесса;
2. Минимальные потери покрасочного материала;
3. Отсутствие токсичных растворителей;
4. Получение покрытий в широком интервале толщины за однократное нанесение;

5. Минимальную стоимость покрытий;

В качестве материала выбрана ЦН краска, где защитные свойства цинка обусловлены более низким электрохимическим потенциалом (-0,76 в) по сравнению с железом (-0,44 в). Поэтому электрохимической паре цинк-железо, возникающей в присутствии воды и электролита, цинк выполняет роль анода.

Несмотря на указанную перспективу в применении ЦН красок для антикоррозионных покрытий, до настоящего времени нет общепризнанного технологического процесса для покрытия и соответствующей установки для покрытия внутренней поверхности труб нефтяного сортамента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклады Международной научно-технической конференции. Современные проблемы машиностроения и приборостроения. Баку: 2005, с.112-115.
2. Аббасов К.С., Мамедов Н.М.. Авторское свидетельство. №396597, 1973. Бюллетень изобретение №36.
3. Антикоррозионная защита стали цинкнаполненная краска цинол. (ТУ 2313-012-12288779-99).
4. Нанесение покрытий. Практическое пособие. Техно Пром – стартовое оборудование для производителей. WWW.technop.ru.
5. Цинол 96 % Zn. Антикоррозионные покрытия трубопроводов. WWW.rosterlo.ru.
6. Антикоррозионные покрытия труб. WWW.metallcomplex.ru.

XÜLASƏ

SİNKLƏ DOLDURULMUŞ BOYA İLƏ BORULARIN DAXİLİ SƏTHİNİN ÖRTÜLMƏSİ ÜÇÜN QURĞU

Abdullayev Q.S., Abbasov Q.S., Bağirov Z.O.

Açar sözlər: örtük, sinklə doldurulmuş, boru, adqəziya, çiləyici başlıq.

Məlumdur ki, neft sənayesində istifadə olunan polad boruların (NKB, qoruyucu və nəqlədiçi) öz xidmət müddətlərindən tez sıradan çıxmalarının əsas səbəbi nəql edilən maddənin boruların daxili səthinə təsiri nəticəsində dağılmasıdır – yəni korroziyasıdır.

Ona görə də tədqiqatın məqsədi məlum üsulları təkmilləşdirməklə, neft sənayesində istifadə olunan boruları firladaraq onun daxili səthində nazik qatlı korroziyaya davamlı örtüyün alınmasıdır.

SUMMARY

INSTALLATION FOR COVERING THE INTERNAL SURFACE OF THE PIPES WITH ZINC-FILLED PAINT

Abdullayev G.S., Abbasov G.S., Baghirov Z.O.

Key words: covering, zinc pervaded, pipe, glue, head for evaporation.

It is known that the main reason of steel pipes to be conk out, which is used in oil in oil in gusty is the strand corrosion influence on intend surface of the pipes.

Therefore, the purpose of the investigation is to improve known methods and to get the corrosion resistant thin layer on its inner surface by rotating the pipes used in the oil industry.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	20.02.2017
	Son variant	25.09.2017

MÜNDƏRİCAT СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

Fizika və riyaziyyat

1. *Курбанов М.М., Мамедов С.Дж., Годжаев М.М., Байрамов Дж., Дж.* Тепловое расширение, изотермическая сжимаемость, теплоемкость и плотность упаковки атомов в кристаллической решетке халькогенидов галлия 4
2. *Фейзиев Ф.Г., Мехтиева М.Р., Рамазанова Л.М.* Об одной модификации метода Питерсона-Горенштейна-Цирлера для недвоичных кодов Боуза-Чоудхури-Хоквингема 9
3. *Мамедов А.Дж., Алыев Х.Г.* Граничное оптимальное управление колеблющейся системы 14
4. *Sadiqov M.N., Ağayarov M.H.* Vəzi sonlu cəmlərin səmərəli üsulla hesablanması 20

Kimyа

5. *Кулалиев И.Дж., Велиева С.М., Гасанова С.А., Садурзаде И.А.* Многофункциональные сульфонатные присадки к смазочным маслам 23
6. *Ağayev Ə.Ə., Cavadova F.F., Qarayeva İ.E., Feyzullayeva G.Ə.* İzopropil spirtinin kondensləşməsi ilə diizopropilefirinin alınma reaksiyasının termodinamik təhlili 28
7. *Fərzəliyev V.M., Nəzərov N.M., Sucayev Ə.R.* Tetrahidropirimidintionların sintezi və tədqiqi 33
8. *Ramazanov G.A., Guliyev A.M., Guliyev T.D., Yusifli F.X.* Аддукты моно- и дитиолов с непредельными циклическими ацетальями в качестве присадок к смазочным маслам 38
9. *Акперов Э.О., Шуринова Э.А., Акперов О.Г., Кафарова С.Р.* Извлечение Cu^{2+} из водных растворов аммониевой солью тройного сополимера малеиновая кислота-аллил-пропионатстирол 43
10. *Şahgəldiyev F.X., Adilova L.İ., Səfərova G.M., Quliyeva S.A.* Hidrolitik destruksiya əsasında sellülozanın aktivləşdirilməsi və sopolimerlərinin alınması 52
11. *Vaxşaliev A.E., Sultanova N.H., Axundova C.M., Əlizadə K.S.* İnsanda sinir sisteminin ontogenezi 55

Texnika

12. *Mirzəyev G.A., Salmanova M.N., Cavadova S.R.* Qeyri-xətti optimal təqvim planlaşdırma məsələlərinin həllinin sonuncu yaxınlaşma şərtlərindən istifadə etməklə tezləşdirilməsi 58
13. *Mənsurov Q.M.* Kristal qəfəs rəqslərinin elektrik analoqu 61
14. *Cabbarova K.İ.* Z-ədədli çoxmeyarlı investisiya məsələsində qərar qəbuletmə 64
15. *Samedov P.B.* Алгоритм создания отказоустойчивой распределенной системы в частном облаке 69
16. *İsgəndərov Ə.Ə., Tağıyeva A.D., Cavadova S.R.* Şaxələnmiş boru kəmərləri vasitəsi ilə dağlıq ərazilərdə mayenin optimal paylanması məsələsi 73
17. *Quliyev H.B., Hacıyev N.İ., Fərhadov Z.İ., Bayraməliyeva E.N.* Enerji sistemin elektrik şəbəkələrində reaktiv güc mənbələrinin optimal yerləşdirmə üsulu və alqoritmi 80
18. *Məmmədov Ş.H., Şahmarova R.S., Məmmədəliyev R.M.* Kritikdən yüksək təzyiqlərdə n-heptanla soyudulan boru divarının temperatur rejimi 86
19. *Абдуллаев Г.С., Аббасов Г.С., Багиров З.О.* Установка для покрытия внутренних поверхностей труб цинконаполненной краской 90

Kompüter yığımı *S.Şahverdiyeva*
Texniki redaktor *E.Həsəratova*
Dil dəstəyi *Linqvistik mərkəz*

Çapa imzalanmışdır: 25.09.2017-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) 644-88-10
Faks: (0-18) 642-02-70

Web: www.sdu.edu.az
E-mail: sdu.elmixeberler@mail.ru