

UOT 536.413-541.661

LAYLI VƏ ZƏNCİRVARİ QURULUŞLU YARIMKEÇİRİCİLƏRİN TERMODİNAMİK PARAMETRLƏRİNİN TEMPERATUR ASILILIQLARINDA DEBAY FUNKSİYASININ ROLU

¹QURBANOV MEHDİ MƏHƏMMƏD oğlu²MƏMMƏDOV FUAD ƏZİZ oğlu³MƏMMƏDOV SƏMƏNDƏR CƏFƏR oğlu⁴QOCAYEV MURĞUZ MUĞAN oğlu

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,2,3,4 - dosent

mehti.qurbanov@bk.ru

Açar sözlər: *istidən genişlənmə əmsalı, Debay temperaturu, Debay funksiyası, orta enerji, termodinamika, halkogenid.*

Mövcud ədəbiyyatlarda göstərilmişdir ki, bərk cisimlərdə bir sıra termodinamik parametrlərin temperatur asılılıqlarını müəyyən edən zaman Debay xarakteristik temperaturu (θ) ilə bərabər Debay funksiyası $D(\theta/T)$ da əsas rol oynayır [1].

Yüksək temperatur oblastında ($T \gg \theta$) bərk cismin orta enerjisi yalnız temperaturla təyin olunur.

$$E = 3KNT \quad (1)$$

Burada K-Bolsman sabiti, N-kristalda olan elementar özəklərin, yaxud atomların sayı, T-mütləq temperaturudur.

Bərk cisimlərin istilik tutumuna aid Debay modeli əsasında hesablanmış orta enerjisi isə

$$E = 3KNTD\left(\frac{\theta}{T}\right) \quad (2)$$

düsturu ilə təyin olunur.

Burada

$$D\left(\frac{\theta}{T}\right) = 3\left(\frac{T}{\theta}\right)^3 \int_0^{\theta/T} \frac{x^3 dx}{e^x - 1} \quad (3)$$

Debay funksiyası adlanır.

Göründüyü kimi, kristalın ixtiyari temperaturdakı enerjisi (1) düsturunda verilən enerjinin qiymətindən Debay funksiyası vuruğu ilə fərqlənir. Digər bir ədəbiyyatda Debay funksiyasının qiyməti belə düstur şəklində hesablanmışdır [2].

$$D\left(\frac{\theta}{T}\right) = \frac{1}{(\theta/T)} \int_0^{\theta/T} (e^x - 1)^{-1} x dx \quad (4)$$

(3) düsturuna əsasən hesablama apararkən inteqralları ifadə sıraya ayrılmış ($T \gg \theta$), ($T \ll \theta$) və aralıq temperatur inteqralları üçün Debay funksiyasının asimptotikaları araşdırılmışdır.

Bu halda yüksək temperatur oblastında ($T \gg \theta$) Debay funksiyasının asimptotikası üçün

$$D\left(\frac{\theta}{T}\right) = 1 - \frac{3}{8}\left(\frac{\theta}{T}\right) + \frac{1}{20}\left(\frac{\theta}{T}\right)^2 \quad (5)$$

qiyməti, aşağı temperatur intervalında isə ($T \ll \theta$)

$$D(\theta/T) = \frac{\pi^4}{5}\left(\frac{T}{\theta}\right)^3 \quad (6)$$

alınmışdır.

Bu ədəbiyyatda həmçinin aralıq temperatur hallarında istifadə oluna biləcək $\int_0^\infty \frac{x dx}{e^x - 1}$ – inteqralı üçün $\frac{\pi^2}{6}$ – qiymətinin alındığı göstərilmişdir.

Mövcud ədəbiyyatda (4) ifadəsindən bütün temperatur intervalında Debay funksiyasının qiymətləri hesablanıb cədvəl şəklində verilmişdir (cədvəl 1). Burada $\frac{\theta}{T} \geq x \geq 0$ götürülmüşdür.

Cədvəl 1.

θ/T	$D(\theta/T)$	θ/T	$D(\theta/T)$	
1	0,778	1,2	0,740	
0,8	0,848	1,4	0,704	
0,6	0,860	2	0,607	
0,4	0,905	2,5	0,540	
0,2	0,931	3	0,487	
		5	0,321	
		6	0,371	
		8	0,205	

Qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıda qeyd olunan işlərdə istilik parametrlərinin temperatur asılılıqları üçün əsasən Debay modelinin nisbətən yaxşı ödənilməsi hallar götürülmüşdür. Laylı və zəncirvari quruluşda kristallaşan mürəkkəb yarımkeçirici birləşmələr üçün Debay funksiyasının cədvəl 1-də verilən qiymətlərindən istifadə etməyin mümkün olmasını araşdırmaq maraq doğurur.

Bu işdə qallium və indium monohalkogenidlərinin istilik parametrlərinin eksperimental qiymətləri əsasında hesablanmış Debay funksiyası və onun ədəbiyyatdan mövcud olan qiymətlərlə müqayisəsi aparılmışdır.

Qallium və indium monohalkogenidləri üçün Debay xarakteristik temperaturu (θ), həmin birləşmələrin istidən genişlənmə əmsallarının eksperimental qiymətlərindən istifadə etməklə ədəbiyyatdan mövcud olan empirik düstur əsasında hesablanmışdır [3].

$$\theta = \frac{19,37}{(\bar{A} \cdot V^{2/3} \alpha)^{1/2}} \quad (7)$$

Burada $\bar{A}$ -ortakkvadratik atom kütləsi, α -istidən xətti genişlənmə əmsalı, V -atomar həcmidir.

Tədqiq olunan birləşmələr üçün istidən xətti genişlənmə əmsalı təcrübi olaraq təyin edilmişdir. Bu halda təcrübənin nisbi xətası 0,5 % olmuşdur [4, 5]. Bütün birləşmələr üçün müxtəlif temperatur intervalında α və θ -nin qiymətləri cədvəl 2 və cədvəl 3-də verilmişdir.

Bu birləşmələr üçün θ/T -nin qiymətləri də həmin cədvəllərdə verilmişdir.

Cədvəl 1-də verilmiş qiymətlərlə müqayisə aparmaq məqsədilə qallium və indium halkogenidləri üçün də Debay funksiyasının hesabat (4) düsturu əsasında aparılmış və alınan nəticələr də cədvəllərdə verilmişdir.

Bu hesablamaların aparılması zamanı (4) düsturuna daxil olan integralın qiyməti üçün ədəbiyyatda verilmiş

$$k = \int_0^\infty \frac{x dx}{e^x - 1} = \frac{\pi^2}{6} \quad (8)$$

qiymətindən istifadə edilmişdir. Burada integralın açılışında Qamma funksiya və Riman funksiyasının hasilı götürülmüşdür [1].

Cədvəllərdən göründüyü kimi, qallium və indium halkogenidlərində Debay xarakteristik temperaturu azalan halda da, başqa sözlə, GaS-dən GaTe-a getdikcə və eləcə də InS-dən InTe-a getdikcə Debay funksiyasının qiyməti artır.

Alınan qiymətlərin Debay funksiyasının ədəbiyyatdan mövcud olan cədvəl qiymətləri ilə müqayisəsi göstərmişdir ki, (7)-düsturunda verilən qiymətlər əsasında aparılmış hesablamalarda (θ/T)-nin qiymətləri kiçik olan hallarda ($\theta/T \leq 2$), onun azalması ilə kənaraçıxma daha çox olur.

Cədvəl 2.

GaS						GaSe						GaTe					
T, K	$\alpha_{ } \cdot 10^6, 1/K$	$\alpha_{\perp} \cdot 10^6, 1/K$	θ, K	θ/T	$D \left(\frac{\theta}{T} \right)$	T, K	$\alpha_{ } \cdot 10^6, 1/K$	$\alpha_{\perp} \cdot 10^6, 1/K$	θ, K	θ/T	$D \left(\frac{\theta}{T} \right)$	T, K	$\alpha_{ } \cdot 10^6, 1/K$	$\alpha_{\perp} \cdot 10^6, 1/K$	θ, K	θ/T	$D \left(\frac{\theta}{T} \right)$
150	6,68	7,37	435	2,9	0,465	150	6,85	9,97	334	2,23	0,596	150	7,07	9,98	259	1,73	0,770
170	6,81	7,54	434	2,55	0,522	170	6,89	10,02	335	1,97	0,675	170	7,21	10,05	260	1,53	0,866
180	6,93	7,65	439	2,45	0,543	180	6,98	10,05	334	1,86	0,715	180	7,47	10,14	261	1,45	0,923
200	7,02	8,12	450	2,25	0,591	200	7,38	10,08	334	1,67	0,796	200	7,92	10,21	272	1,36	0,975
220	7,14	8,33	436	1,98	0,673	220	7,41	10,09	333	1,52	0,878	220	7,95	10,24	272	1,24	1,075
240	7,49	8,45	430	1,79	0,743	240	7,43	10,11	331	1,38	0,965	240	7,96	10,28	271	1,13	1,176
260	7,12	8,68	426	1,64	0,811	260	7,49	10,14	325	1,25	1,066	260	8,05	12,54	255	0,98	1,360
280	7,21	8,79	417	1,49	0,894	280	7,51	10,17	308	1,10	1,211	280	8,14	12,86	242	0,86	1,543
300	7,25	9,00	402	1,34	0,993	300	7,56	10,25	310	1,03	1,470	300	8,26	13,21	249	0,83	1,600

Cədvəl 3.

InS						InSe						InTe					
T, K	$\alpha_{ } \cdot 10^6, 1/K$	$\alpha_{\perp} \cdot 10^6, 1/K$	θ, K	θ/T	$D \left(\frac{\theta}{T} \right)$	T, K	$\alpha_{ } \cdot 10^6, 1/K$	$\alpha_{\perp} \cdot 10^6, 1/K$	θ, K	θ/T	$D \left(\frac{\theta}{T} \right)$	T, K	$\alpha_{ } \cdot 10^6, 1/K$	$\alpha_{\perp} \cdot 10^6, 1/K$	θ, K	θ/T	$D \left(\frac{\theta}{T} \right)$
150	7,05	9,48	352	2,35	0,872	150	8,94	11,2	246	1,64	0,964	150	8,82	10,75	230	1,53	1,034
170	7,82	10,37	349	2,05	0,770	170	9,90	12,4	235	1,38	1,014	170	9,95	12,01	228	1,34	1,180
180	8,17	10,76	352	1,96	0,791	180	10,2	12,9	227	1,26	1,032	180	10,41	12,60	226	1,25	1,316
200	8,76	11,50	349	1,74	0,908	200	10,8	13,7	225	1,12	1,045	200	11,25	13,55	225	1,12	1,411
220	9,35	12,15	354	1,61	0,989	220	11,3	14,3	223	1,01	1,156	220	11,67	14,00	221	1,01	1,567
240	9,82	12,75	352	1,64	1,082	240	11,6	14,8	219	0,91	1,245	240	12,31	14,75	216	0,90	1,678
260	10,25	13,31	353	1,36	1,163	260	12,0	15,3	213	0,82	1,326	260	13,25	15,80	210	0,81	1,679
280	10,60	13,80	335	1,20	1,318	280	12,2	15,7	209	0,75	1,548	280	13,65	16,12	205	0,73	1,682
300	10,83	14,19	295	0,98	1,615	300	12,4	16,0	198	0,66	1,615	300	14,00	16,42	195	0,65	1,691

Qeyd etmək lazımdır ki, Debay funksiyası da Eynşteyn funksiyası kimi $0 \leq T \leq \infty$ oblastında $0 \div 1$ intervalında qiymətlər alır. Başqa sözlə, $D(\theta/T) = \begin{cases} 0; T \rightarrow 0 \\ 1; T \rightarrow \infty \end{cases}$

Temperaturun həmin oblasta uyğun gələn qiymətləri üçün ədəbiyyat [1]-də verilmiş

$$D(\theta/T) = 1 - \frac{3}{8}(\theta/T) + \frac{1}{20}(\theta/T)^2 \quad (9)$$

düstur əsasında hesabat apardıqda cədvəl 1-də verilmiş qiymətlərə daha yaxın qiymətlər alınmışdır.

Qallium və indium monohalkogenidləri üçün (9) düsturu əsasında hesablanmış qiymətlər cədvəl 4 və cədvəl 5-də verilmişdir.

Aparılan araşdırmalar göstərmişdir ki, laylı və zəncirvari quruluşlu mürəkkəb yarımkəçirici birləşmələr üçün də termodinamik parametrlərin hesabı zamanı çox kiçik xəta ilə cədvəl 1-də verilmiş qiymətlərdən istifadə etmək olar. Bu halda meydana çıxan kənarçıxmaları istilik parametrlərinin eksperimental qiymətlərində və Debay xarakteristik temperaturunun hesabında yaranan xətalara əlaqələndirmək olar.

Debay funksiyasının hesabı üçün ədəbiyyat [1]-də verilmiş qiymətlərdən çox aşağı ($T \ll \theta$) və çox yüksək ($T \gg \theta$) temperatur intervalllarında istifadə etmək olar.

Cədvəl 4.

GaS			GaSe			GaTe		
T, K	θ/T	$D(\theta/T)$	T, K	θ/T	$D(\theta/T)$	T, K	θ/T	$D(\theta/T)$
150	2,9	0,333	150	2,23	0,412	150	1,73	0,501
170	2,55	0,369	170	1,97	0,456	170	1,53	0,544
180	2,45	0,382	180	1,86	0,475	180	1,45	0,562
200	2,25	0,410	200	1,67	0,513	200	1,36	0,572
220	1,98	0,454	220	1,52	0,545	220	1,24	0,611
240	1,79	0,489	240	1,38	0,578	240	1,13	0,640
260	1,64	0,519	260	1,25	0,610	260	0,98	0,681
280	1,49	0,553	280	1,10	0,648	280	0,86	0,714
300	1,34	0,587	300	1,03	0,667	300	0,83	0,723

Cədvəl 5.

InS			InSe			InTe		
T, K	θ/T	$D(\theta/T)$	T, K	θ/T	$D(\theta/T)$	T, K	θ/T	$D(\theta/T)$
150	2,35	0,405	150	1,64	0,519	150	1,53	0,544
170	2,05	0,442	170	1,38	0,578	170	1,34	0,578
180	1,96	0,457	180	1,26	0,607	180	1,25	0,610
200	1,74	0,499	200	1,12	0,642	200	1,12	0,642
220	1,61	0,526	220	1,01	0,673	220	1,01	0,673
240	1,46	0,559	240	0,91	0,700	240	0,90	0,703
260	1,36	0,579	260	0,82	0,726	260	0,81	0,729
280	1,2	0,670	280	0,75	0,747	280	0,73	0,753
300	0,98	0,681	300	0,66	0,774	300	0,65	0,778

ƏDƏBİYYAT

1. Əsgərov B.M. Termodinamika və statistik fizika. Bakı: Bakı Universiteti, 2005, 625 s.
2. Францевич Н.Н. Упругие постоянные металлов и сплавов // Вопросы порошковой металлургии и прочности материалов. Вып. 3, Киев: Издательство АН УССР, 1956, 22 с.
3. Курбанов М.М. Тепловое расширение и изотермическая сжимаемость TlGaSe_2 // Неорганические материалы. т.37, №12. М., 2001, с. 1447-1448

4. Алиев Н.Г., Керимов И.Г., Мамедов Т.А. Анизотропия линейного теплового расширения и изотермической сжимаемости халькогенидов и теллурида галлия. Химическая связь в полупроводниках и полуметаллах. Минск: Наука и техника, 1972, с. 313-318
5. Алиев Н.Г., Керимов И.Г., Курбанов М.М. Тепловое расширение и изотермическая сжимаемость монокристаллов халькогенидов индия // Физика твердого тела. СПб.: Наука, 1972, с. 3707-3710

РЕЗЮМЕ

РОЛЬ ДЕБАЕВСКОЙ ФУНКЦИИ В ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВ СО СЛОИСТОЙ И ЦЕПНОЙ СТРУКТУРОЙ

Курбанов М.М., Мамедов Ф.А., Мамедов С.Д., Годжаев М.М.

Ключевые слова: коэффициент теплового расширения, температура Дебая, функция Дебая, средняя энергия, термодинамика, халькогенид.

На основе экспериментальных данных по тепловому расширению проведены расчеты дебаевской характеристической температуры (θ) и дебаевской функции $D(\theta/T)$ для монокхалькогенидов галлия и индия. Показано, что значение данной функции, вычисленные на основе дебаевской модели, не пригодны для соединений, кристаллизующихся в слоистых и цепочных структурах. Для сложных полупроводниковых соединений, кристаллизующихся в слоистой и цепочной структуре, больше подходят значения, получающиеся при разложении в ряд подинтегрального выражения, входящего в формулу для вычисления дебаевской функции. Дебаевские функции, имеющиеся в литературе, можно использовать только при значительно низких и высоких температурах.

SUMMARY

THE ROLE OF THE DEBAY FUNCTION IN THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF THERMODYNAMIC PARAMETERS OF LAYERED SEMICONDUCTORS AND CHAIN STRUCTURE

Gurbanov M.M., Mammadov F.A., Mammadov S.J., Qojayev M.M.

Key words: coefficient of thermal expansion, Debye temperature, Debye function, average energy, thermodynamics, chalcogenide.

Based on the experimental data on thermal expansion, the Debye characteristic temperature (θ) and the Debye function $D(\theta/T)$ for gallium and indium monochalcogenides have been calculated. It was shown that the values of this function calculated on the basis of the Debye model are not suitable for compounds crystallizing in layered and chain structures. For complex semiconductor compounds crystallizing in a layered and chain structure, the values obtained by expanding into a series the integrand in the formula for calculating the Debye function are more suitable. The Debye functions available in the literature can be used only at significantly low and high temperatures.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	24.12.2019
	Son variant	12.02.2020

УДК 519.64

ЗАДАЧА ПОДВИЖНОГО ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

¹МАМЕДОВ АКПЕР ДЖОМАРД оглу²АЛИЕВА ХИДЖРАН ГАМЛЕТ гЫЗЫ³АБДУЛЛАЕВА ИРАНА АЗИЗ гЫЗЫ

Сумгаитский государственный университет, 1,2-доцент,3-докторант

akbar.mammadov.46@mail.ru

Ключевые слова: оптимальное управление, подвижное оптимальное управление, квадратичный функционал, гиперболическая система с запаздыванием

Пусть управляемый процесс описывается уравнением

$$\frac{\partial^2 y(t, x)}{\partial t^2} + Ly(t, x) + b \left[\frac{\partial^2 y(t - \omega, x)}{\partial t^2} + Ly(t - \omega, x) \right] = u(t) \delta(x - \nu(t)), \quad (1)$$

с краевыми

$$\begin{cases} a_0 y(t, 0) + b_0 \frac{\partial y(t, 0)}{\partial x} = \mu_1(t), \\ a_1 y(t, \ell) + b_1 \frac{\partial y(t, \ell)}{\partial x} = \mu_2(t), \end{cases} \quad (2)$$

и начальными условиями

$$\begin{cases} y(t, x) = \varphi(t, x), \\ y'_t(t, x) = \psi(t, x), \end{cases} \quad 0 \leq t \leq \omega, \quad 0 \leq x \leq \ell, \quad (3)$$

где

$$Ly(t, x) = \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[p(x) \frac{\partial^2 y(t, x)}{\partial x^2} \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[q(x) \frac{\partial y}{\partial x} \right] + r(x) y(x, t);$$

$b \neq 0$, $p(x)$, $q(x)$, $r(x)$ заданные достаточно гладкие функции на отрезке $[0, \ell]$, $\varphi(t, x)$, $\psi(t, x)$ - функции, заданные в прямоугольнике $D = [0 \leq t \leq \omega; 0 \leq x \leq \ell]$, которые непрерывны по t на $[0, \omega]$ при каждом фиксированном $x \in [0, \ell]$, $\mu_1(t)$, $\mu_2(t)$ гладкие функции на $[0, T]$, ω - постоянные запаздывания; a_0, b_0, a_1, b_1 постоянные числа удовлетворяющие условию $a_0^2 + b_0^2 > 0$, $a_1^2 + b_1^2 > 0$, $u(t)$ и $\nu(t)$ означает интенсивность внешних сил и положение интенсивности внешних сил соответственно и является управляющим параметром, который удовлетворяет условию

$$\int_0^T u^2(t) dt \leq L^2; \quad 0 \leq \nu(t) \leq \ell; \quad \delta - \text{«дельта» функция Дирака, т.е. функционал действующий}$$

по формуле

$$\int_0^\infty \delta(x) \varphi(x) dx = \varphi(0).$$

Для этой системы рассматривается следующая задача оптимального управления: при известном местоположении источника внешних сил $\nu(t)$, найти управление

$u(t) \in U = \{u(t) \in L_2(0, T) : \|u(t)\| \leq 1\}$ которое при решениях задачи (1)-(3) доставляет наименьшее возможное значение функционала

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

Для исследования задачи оптимального управления сначала для фиксированного управления $u(t)$ определим решение смешанной задачи (1),(2),(3).

Решение задачи (1), (2), (3) ищем в виде:

$$y(t, x) = z(x, t) + \mu_1(t) + \frac{x}{\ell}[\mu_2(t) - \mu_1(t)], \quad (5)$$

Здесь $z(x, t)$ - пока неизвестная функция. Из условий (2) получается

$$z(0, t) = 0, \quad z(\ell, t) = 0, \quad (6)$$

Очевидно, что

$$\frac{\partial^2 y(t, x)}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 z(t, x)}{\partial t^2} + \mu_1''(t) + \frac{x}{\ell}[\mu_2''(t) - \mu_1''(t)],$$

$$Lz(t, x) = Ly(t, x).$$

Тогда для определения $z(x, t)$ получается уравнение

$$\frac{\partial^2 z(t, x)}{\partial t^2} + Lz(t, x) + b \left[\frac{\partial^2 z(t - \omega, x)}{\partial t^2} + Lz(t - \omega, x) \right] =$$

$$= u(t)\delta[x - v(t)] - \mu_1''(t) - \frac{x}{\ell}[\mu_2''(t) - \mu_1''(t)]. \quad (5)$$

Из граничных условий получаем

$$\begin{cases} a_0 z(t, 0) + b_0 z'_x(t, 0) = 0, \\ a_1 z(t, \ell) + b_1 z'_x(t, \ell) = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Из начальных условий (3) имеем

$$\begin{cases} z(t, x) = \varphi(t, x) - \mu_1(t) - \frac{x}{\ell}[\mu_2(t) - \mu_1(t)], \\ z'_t(t, x) = \psi(t, x) - \mu_1'(t) - \frac{x}{\ell}[\mu_2'(t) - \mu_1'(t)]. \end{cases} \quad (7)$$

Таким образом неизвестная функция $z(x, t)$ определяется как решение задачи (5),(6),(7).

Решение задачи (5),(6),(7) ищем в виде

$$z(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} z_k(t) \Phi_k(x), \quad (8)$$

где $\{\Phi_k(x)\}$ является ортонормированной системой собственных чисел спектральной задачи

$$\begin{cases} L\Phi(x) = \lambda\Phi, \\ a_0\Phi(0) + b_0\Phi'(0) = 0, \\ a_1\Phi(\ell) + b_1\Phi'(\ell) = 0. \end{cases} \quad (9)$$

Известно, что [1,4] если $p(x) < 0, q(x) \geq 0$, тогда существует возрастающая последовательность $\{\lambda_k\}$ неотрицательных чисел таких, что при $\lambda = \lambda_k$ спектральная задача (9) имеет единственное решение $\{\Phi_k(x)\}$. Кроме того, система собственных функций $\{\Phi_k(x)\}$ образует ортонормированный базис в $L_2(0, \ell)$.

Очевидно, что $u(t)\delta(x-v(t))$ принадлежит пространству $L_2(0, \ell)$. Тогда имеет место разложение

$$\begin{aligned} u(t)\delta(x-v(t)) &= \sum_{k=1}^{\infty} u(t)\Phi_k[v(t)]\Phi_k(x), \\ \left(1 - \frac{x}{\ell}\right) &= \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k \Phi_k(x), \quad \alpha_k = \int_0^{\ell} \left(1 - \frac{x}{\ell}\right) \Phi_k(x) dx, \\ \frac{x}{\ell} &= \sum_{k=1}^{\infty} \beta_k \Phi_k(x), \quad \beta_k = \int_0^{\ell} \frac{x}{\ell} \Phi_k(x) dx. \end{aligned}$$

Используя эти разложения в формуле (8) из уравнений (5) для определения функции $z_k(t)$ получаем уравнение

$$\begin{aligned} z_k''(t) + \lambda_k z_k(t) + b[z_k''(t-\omega) + \lambda_k z_k(t-\omega)] &= \\ = u(t)\Phi_k(v(t)) - \alpha_k \mu_1''(t) - \beta_k \mu_2''(t), \end{aligned} \quad (10)$$

с начальными условиями

$$\begin{cases} z_n(t) = \varphi_n(t) - \alpha_k \mu_1(t) - \beta_k \mu_2(t), \\ z_n'(t) = \psi_n(t) - \alpha_k \mu_1'(t) - \beta_k \mu_2'(t). \end{cases}$$

Введем обозначения

$$z_{1n}(t) = z_n(t), \quad z_{2n}(t) = z_n'(t) = z_n'(t)$$

уравнение (10) напомним в виде системы

$$A_0 X_n'(t) + A_1 X_n'(t-\omega) + B_0 X_n(t) + B_1 X_n(t-\omega) = F_n(t), \quad (11)$$

где

$$\begin{aligned} A_0 &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad A_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & b \end{pmatrix}; \quad B_0 = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ \lambda_n & 0 \end{pmatrix}, \quad B_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ b\lambda_n & 0 \end{pmatrix}, \\ X_n(t) &= \begin{pmatrix} z_{1n}(t) \\ z_{2n}(t) \end{pmatrix}; \quad F_n(t) = \begin{pmatrix} 0 \\ u(t)\Phi_n[v(t)] - \alpha_k \mu_1''(t) - \beta_k \mu_2''(t) \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Тогда начальное условие (10) можно записать в виде

$$X_n(t) = P_n(t) \equiv \begin{pmatrix} \varphi_n(t) - \alpha_n \mu_1(t) - \beta_n \mu_2(t) \\ \psi_n(t) - \alpha_n \mu_1'(t) - \beta_n \mu_2'(t) \end{pmatrix}; \quad 0 \leq t \leq \omega. \quad (12)$$

Известно [2], что если $u(t)$ принадлежит классу $C(0, \omega)$ за исключением возможно, конечного числа разрывов первого рода в точках множества $S_1 = [0, \infty] \cap m\omega$, а вектор $P_n(t)$ принадлежит классу $C^1(0, \omega)$, то существует единственная вектор функция $X_n(t)$, непрерывная при $t \geq \omega$, удовлетворяющая начальному условию (12) и системе (11) при $t > \omega$, $t \notin (\omega, \infty) \cap n\omega$. Далее $X_n(t)$ принадлежит классу C^1 при $t > 0$, $t \notin S_t$.

Для определения этого решения обозначим через $K^n(t)$ единственную матричную функцию, обладающую следующими свойствами:

- a) $K^n(t) = 0$, $t < 0$;
- b) $K^n(0) = A_0^{-1}$;
- c) функция $A_0 K^n(t) + A_1 K^n(t-\omega)$ принадлежит классу $C(0, \omega)$;
- d) $K^n(t)$ удовлетворяет уравнению

$$A_0 \dot{K}^n(t) + A_1 \dot{K}^n(t-\omega) + B_0 K^n(t) + B_1 K^n(t-\omega) = 0,$$

при $t > 0, t \notin (0, \infty) \cap k\omega \equiv S_t$.

Существование и единственность $K^n(t)$ можно доказать методом последовательного интегрирования. Функция $K^n(t)$ принадлежит классу C^1 при $t > 0, t \notin S_t$, то в общем случае имеет разрывы первого рода в точках множества S_t .

Нетрудно доказать, что

$$\int_0^T K^n(t) e^{-st} dt = H^{-1}(s), \text{ при } \operatorname{Re}(s) > c,$$

где

$$H(s) = A_0 S + B_0 + (A_1 S + B_1) e^{-\omega s} \equiv \begin{pmatrix} s & -1 \\ \lambda_n(1 + b e^{-\omega s}) & s(1 + b e^{-\omega s}) \end{pmatrix}.$$

Обозначим через (c) прямую, которая перпендикулярна действительной оси и расположена в правой полуплоскости. Уравнение такой прямой имеет вид: $S = a + it; -\infty < t < +\infty, a > 0$.

Тогда элементы матрицы $K^n(t)$ определяются соотношением:

$$\begin{aligned} K_{11}^n(t) &= \int_{(c)} \frac{s}{S^2 + \lambda} e^{st} dt; \quad K_{21}^n(t) = \int_{(c)} \frac{-\lambda_n}{S^2 + \lambda_n} e^{st} ds, \\ K_{12}^n(t) &= \int_{(c)} \frac{e^{st}}{(S^2 + \lambda_n)(1 + b e^{-\omega s})} ds, \\ K_{22}^n(t) &= \int_{(c)} \frac{s e^{st}}{(S^2 + \lambda_n)(1 + b e^{-\omega s})} ds. \end{aligned}$$

Используя теорию вычетов из первых двух выражений, получаем

$$K_{11}^n(t) = \cos \sqrt{\lambda_n} t; \quad K_{21}^n(t) = -\sqrt{\lambda_n} \sin \sqrt{\lambda_n} t.$$

Для определения $K_{12}^n(t)$ и $K_{22}^n(t)$ используем тот факт, что если $\ell(t)$ единичная функция, определенная следующим образом:

- 1) $\ell(t) = 1, t > 0$;
- 2) $\ell(t) = 0, t < 0$

то выполняется равенство

$$\int_0^{+\infty} f(t-c) \ell(t-c) dt = \ell^{-cs} \int_0^{+\infty} f(t) e^{-st} dt, \quad c > 0. \quad (13)$$

Используя разложение

$$\frac{1}{1 + b e^{-\omega s}} = \sum_{k=1}^{\infty} (-b)^k e^{-k\omega s},$$

Из равенства (13) и соотношений

$$\begin{aligned} \int_0^{\infty} K_{12}^n(t) e^{-st} dt &= \sum_{k=1}^{\infty} (-b)^k \frac{e^{-k\omega s}}{S^2 + \lambda_n} = \sum_{k=1}^{\infty} (-b)^k e^{-k\omega s} \int_0^{\infty} \frac{\sin \sqrt{\lambda_k} t}{\sqrt{\lambda_k}} e^{-st} dt. \\ K_{12}^n(t) &= \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \sum_{k=0}^{\infty} (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega) e(t - k\omega). \end{aligned}$$

Отсюда, в частности, при $N\omega \leq t \leq (N+1)\omega$ имеем

$$K_{12}^n(t) = \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega) \quad (14)$$

Аналогично можно показать, что

$$K_{22}^n(t) = \sum_{k=0}^N (-b)^k \cos \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega), \quad \text{при } N\omega \leq t \leq (N+1)\omega. \quad (15)$$

В силу известной теоремы Р.Беллмана [2] решение задачи (5),(6),(7) представляется в виде:

$$\begin{aligned} z(x, t) = & \sum_{n=1}^{\infty} \{ [\varphi_n(\omega) - \alpha_n \mu_1(\omega) - \beta_n \mu_2(\omega)] \cos \sqrt{\lambda_n} (t - \omega) + \\ & + [\psi_n(\omega) - \alpha_n \mu'_1(\omega) - \beta_n \mu'_2(\omega)] \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n} (t - \omega - k\omega) + \\ & + b [\psi_n(\omega) - \alpha_n \mu'_1(\omega) - \beta_n \mu'_2(\omega)] \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega) + \\ & + \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \int_{\omega}^t [\psi_n(\tau) \Phi_n(x) - \alpha_n \mu'_1(\tau) - \beta_n \mu'_2(\tau)] \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \tau) d\tau - \\ & - \int_0^{\omega} b [\psi'_n(\tau) - \alpha_n \mu'_1(\tau) - \beta_n \mu'_2(\tau)] \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \tau) d\tau \} \Phi_k(x). \end{aligned}$$

Вычислим интегралы:

$$\begin{aligned} \int_{\omega}^t \mu''_1(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \tau) d\tau &= \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \mu'_1(\tau) \cos \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \tau) \Big|_{\omega}^t - \\ &- \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \int_{\omega}^t \mu'_1(\tau) \cos \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \tau) d\tau = \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} [\mu'_1(\tau) \cos \sqrt{\lambda_n} k\omega - \\ &- \mu'_1(\tau) \cos \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \omega)] - \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \left[-\frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \mu'_1(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \tau) \right]_{\omega}^t + \\ &+ \frac{1}{\lambda_n} \int_{\omega}^t \mu_1(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \tau) d\tau : \\ \int_{\omega}^t \mu'_1(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \tau) d\tau &= \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} [-\mu_1(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n} k\omega - \\ &- \mu_1(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \omega)] \\ \int_{\omega}^t \mu'_2(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \tau) d\tau &= \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} [-\mu_2(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n} k\omega - \\ &- \mu_2(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \omega)], \\ \int_{\omega}^t \mu''_2(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \tau) d\tau &= \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} [\mu'_2(\tau) \cos \sqrt{\lambda_n} k\omega - \\ &- \mu'_2(\omega) \cos \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \omega)] - \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \left[\frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \mu'_2(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n} k\omega + \right. \\ &+ \left. \frac{1}{\lambda_n} \int_{\omega}^t \mu_2(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \tau) d\tau \right] - \frac{1}{\lambda_n} \int_{\omega}^t \mu_2(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n} (t - k\omega - \tau) d\tau. \end{aligned}$$

Учитывая значение вычисленных интегралов, после некоторых эквивалентных преобразований получим решение задачи (1),(2),(3) для фиксированного управления в виде:

$$\begin{aligned}
 y(x, t) = & \sum_{n=1}^{\infty} [\varphi_n(\omega) \cos \sqrt{\lambda_n}(t - \omega) + \psi_n(\omega) \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n}(t - \omega - k\omega) + \\
 & + b\psi_n(\omega) \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n}(t - k\omega) + \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \int_{\omega}^t u(\tau) \Phi_n(\nu(\tau)) \times \\
 & \times \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \lambda_n(b - k\omega - \tau) d\tau - \frac{1}{\lambda_n} \int_{\omega}^t \mu_1(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n}(t - k\omega - \tau) d\tau - \\
 & - \frac{1}{\lambda_n} \beta_n \int_{\omega}^t \mu_2(\tau) \sin \sqrt{\lambda_n}(t - k\omega - \tau) d\tau - b \int_0^{\omega} \psi'_n(\tau) \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \sum_{k=0}^N (b)^k \times \\
 & \times \sin \sqrt{\lambda_n}(t - k\omega - \omega - \tau) d\tau] \Phi_n(x)
 \end{aligned} \tag{16}$$

Используя представление решения задачи (1)-(3) и ее производных после некоторых эквивалентных преобразований функционал (4) можем представить в виде:

$$\begin{aligned}
 J(u) = & \sum_{n=1}^{\infty} \{ [\varphi_n(\omega) \cos \sqrt{\lambda_n}(t - \omega) + \psi_n(\omega) \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n}(t - \omega - k\omega) + \\
 & + b\psi_n(\omega) \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n}(t - k\omega) - b \int_0^{\omega} \psi'_n(\tau) \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \sum_{k=0}^N (-b)^k \times \\
 & \times \sin \sqrt{\lambda_n}(t - k\omega - \omega - \tau) d\tau - Q_{0n} + \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \int_{\omega}^t u(\tau) \Phi_n(\nu(\tau)) \times \\
 & \times \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega - \tau) d\tau]^2 + [-\sqrt{\lambda_n} \varphi_n(\omega) \sin \sqrt{\lambda_n}(T - \tau) + \\
 & + \sqrt{\lambda_n} \psi_n(\omega) \sum_{k=0}^N (-b)^k \cos \sqrt{\lambda_n}(T - \omega - k\omega) + b\psi_n(\omega) \sum_{k=0}^N (-b)^k \cos \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega) - \\
 & - b \int_0^{\omega} \psi'_n(\tau) \sum_{k=0}^N (b)^k \cos \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega - \omega - \tau) d\tau - Q_{2n} + \int_{\omega}^t u(\tau) \Phi_n(\nu(\tau)) \times \\
 & \times \sum_{k=0}^N (-b)^k \cos \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega - \tau) d\tau]^2 \}.
 \end{aligned}$$

Вводим обозначения:

$$\begin{aligned}
 I = & \sum_{n=1}^{\infty} \{ [\varphi_n(\omega) \cos \sqrt{\lambda_n}(T - \omega) + \psi_n(\omega) \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n}(T - \omega - k\omega) + \\
 & + b\psi_n(\omega) \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega) - b \int_0^{\omega} \psi'_n(\tau) \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \sum_{k=0}^N (-b)^k \times \\
 & \times \sin \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega - \omega - \tau) d\tau - Q_{0n}]^2 + [-\lambda_n \varphi_n(\omega) \sin \sqrt{\lambda_n}(T - \tau) + \\
 & + \sqrt{\lambda_n} \psi_n(\omega) \sum_{k=0}^N (-b)^k \cos \lambda_n(T - \omega - k\omega) + b\psi_n(\omega) \sum_{k=0}^N (-b)^k \cos \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega) - \\
 & - b \int_0^{\omega} \psi'_n(\tau) \sum_{k=0}^N (-b)^k \cos \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega - \omega - \tau) d\tau - Q_{2n}]^2 \}.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p(\tau) = & 2 \sum_{n=1}^{\infty} \{ [\varphi_n(\omega) \cos \sqrt{\lambda_n}(T - \omega) + \psi_n(\omega) \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n}(T - \omega - k\omega) + \\
 & + b \psi_n(\omega) \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega) - b \int_0^{\omega} \psi'_n(\tau) \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \sum_{k=0}^N (-b)^k \times \\
 & \times \sin \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega - \omega - \tau) d\tau - Q_{0n}] \frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \int_{\omega}^{\tau} u(\tau) \Phi_n(v(\tau)) \times \\
 & \times \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega - \tau) + [-\sqrt{\lambda_n} \varphi_n(\omega) \sin \sqrt{\lambda_n}(T - \omega) + \\
 & + \sqrt{\lambda_n} \psi_n(\omega) \sum_{k=0}^N (-b)^k \cos \sqrt{\lambda_n}(T - \omega - k\omega) + b \psi_n(\omega) \sum_{k=0}^N (-b)^k \cos \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega) - \\
 & - b \int_0^{\omega} \psi'_n(\tau) \sum_{k=0}^N (-b)^k \cos \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega - \omega - \tau) d\tau - Q_{2n}] \Phi_n(v(\tau)) \times \\
 & \times \sum_{k=0}^N (-b)^k \cos \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega - \tau), \\
 R(\tau, s) = & \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{1}{\sqrt{\lambda_n}} \Phi_n(v(\tau)) \sum_{k=0}^N (-b)^k \sin \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega - \tau) \right] \times \\
 & \times \Phi_n(v(s)) \sum_{k=0}^N (-b)^k \cos \sqrt{\lambda_n}(T - k\omega - s).
 \end{aligned}$$

После этих обозначений функционал $J(u)$ примет вид:

$$J(u) = I + 2 \int_{\omega}^T p(\tau) u(\tau) d\tau + \int_{\omega}^T \int_{\omega}^T R(\tau, s) u(s) u(\tau) ds d\tau \quad (17)$$

Нетрудно доказать, что функции $p(\tau)$ и $R(\tau, s)$ непрерывны относительно своих аргументов в $[\omega, T]$ и $[\omega, T] \times [\omega, T]$ соответственно. Кроме того $R(\tau, s)$ является положительно определенным, симметрическим ядром.

Теорема. Поставленная задача имеет решение.

Доказательство. С этой целью сначала покажем, что функционал $J(u)$ является слабо полунепрерывным функционалом на $L_2(0, T)$, то есть какова бы ни была последовательность $\{u_n(t)\}$ слабо сходящаяся к $u_0(t)$ в $L_2(0, T)$ имеет место неравенство

$$J(u_0) = \lim_{n \rightarrow \infty} J(u_n).$$

Рассмотрим оператор F , действующий из $L_2(0, T)$ в $L_2(0, T)$ и определенный по формуле

$$Fu = \int_0^T R(t, s) u(s) ds.$$

Так как $R(t, s)$ является симметричным и положительным ядром, то F и будет положительный самосопряженный оператор.

Функционал $J(u)$ представим в виде:

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

Из самосопряженности и положительности оператора F в $L_2(0, T)$ следует, что если $\{u_n(t)\}$ слабо сходится к $u_0(t)$ в $L_2(0, T)$, то

$\lim_{n \rightarrow \infty} (Fu_n, u_n) \geq (Fu_0, u_0)$ [4]. Следовательно, функционал $J(u)$ является слабо полунепрерывным и ограниченным снизу в U . Отсюда в силу ограниченности и слабой замкнутости множества U следует хотя бы одно управление, доставляющее наименьшее значение функционалу $J(u)$ [4]. В случае, когда функционал $J(u)$ строго выпуклый, это управление единственно.

Таким образом, существование оптимального управления доказано.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамедов А.Д. Задача оптимального управления системами с распределенными параметрами с запаздыванием нейтрального типа // Известия вузов, Математика, №3, 1983.
2. Бельман Р., Кук К. Дифференциально-разностные уравнения. М.: Мир, 1967, 548 с.
3. Ахиезер И.И., Крейн М.Г. О некоторых вопросах теории моментов. Харьков: ГОНТИ, 1938, 255 с.
4. Вулих Б.З. Введение в функциональный анализ. М.: Наука, 1967, 415 с., .
5. Вайнберг М.М. Вариационные методы следования нелинейных операторов. М.: ГИТТЛ, 1956, 318 с.
6. Russell D.L. Nonharmonic Fourier series in the control theory of distributed parameter systems. // J.Math. Analysis Applic, 1967, v.16, №3, pp.542-560

XÜLASƏ

GECİKMƏLİ HIPERBOLİK SİSTEMLƏR ÜÇÜN HƏRƏKƏT EDƏN OPTİMAL İDARƏETMƏ MƏSƏLƏSİ

Məmmədov Ə.C., Əliyeva H.H., Abdullayeva İ.Ə.

Açar sözlər: *optimal idarəetmə, hərəkətli optimal idarəetmə, kvadrat funksional, gecikməli hiperbolik sistem*

Məqalədə gecikməli hiperbolik sistemlər üçün hərəkət edən optimal idarəetmə məsələsinə baxılır. İdarəedicilə funksiya tənliyinin sağ tərəfində Diracın delta funksiyası şəklində iştirak edir. Optimallıq meyarı olaraq kvadratin funksionalı götürülür. Hər bir qeyd olunmuş idarəedicilə üçün qarışıq məsələnin ümumiləşmiş həlli tapılır. Həllin tapılması gecikən arqumentli diferensial tənliyinin həllinin tapılmasına gətirilir və çıxıqlar nəzəriyyəsi istifadə olunur. Məlum trayektoriya üzrə hərəkət edən idarəedicinin varlığı isbat olunur.

SUMMARY

THE PROBLEM OF MOVING OPTIMAL MANAGEMENT FOR DELAY HYPERBOLIC SYSTEMS

Mammadov A.J., Aliyeva H.H., Abdullayeva I.A.

Key words: *optimal control, mobile optimal control, quadratic functional, hyperbolic system with delay*

The article studies the problem of moving optimal management for delay hyperbolic systems. The governing function is represented as the Dirac delta function on the right side of the equation. The quadratic functional is taken as the test for optimality. A generalized solution of a mixed problem is found for each of the listed management. Finding a solution is brought to find a solution of differential equations with deviating arguments and theory of residues is used. The presence of a steering wheel on a known trajectory is proved.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	07.02.2020
	Son variant	30.03.2020

UOT 547.35; 547.372

HİDRİDSİLANLARIN METALLİL SPİRTİNİN β-SİANETİL EFİRİ İLƏ QARŞILIQLI TƏSİRİ REAKSİYASININ TƏDQIQI

¹AŞUROV DURSUN ƏHMƏD oğlu²AĞAYEV ƏKBƏR ƏLİ oğlu³BAYRAMOV QORXMAZ KƏRİM oğlu⁴NƏSİROVA İRADƏ MƏMMƏD qızıSumqayıt Dövlət Universiteti, 1,2- professor, 3- dosent, 4-baş müəllim
qorkmaz40@gmail.com

Açar sözlər: silisium hidridləri, metallil spirti, Speyer katalizatoru, heksaxlorplatinat turşusu, disproporsialaşma, akrilonitril, Farmer qaydası

Silisium-üzvi polimerlərin molekulları silisium və oksigen atomlarının növbələşməsindən əmələ gəlir. Silisiumun yan zəncirlərində karbon və başqa atomlardan təşkil olunmuş müxtəlif funksional qruplar yerləşdiyindən onlar polimerə, yeni keyfiyyətlər: termostabillik, soyuqadavamlılıq, plastiklik, elastiklik və həlledicilərə həllolma qabiliyyəti verir. Həmin qruplardan biri nitril (CN) qrupudur. [1-3]

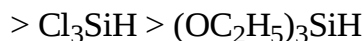
Ona görə də hazırda silisiumun fərdi sianalkil birləşmələri ən əlverişli kar-bofunksional monomerlərdən sayılır. Bu səbəbdən nitril tərkibli silisium-üzvi mono-merlərin sintezi sahəsi sürətli inkişafa və geniş tədqiqat işlərinə səbəb olmuşdur. [4]

Təqdim olunan işdə nitril qrupu alkil radikalında olan silisium-üzvi nitrillərin sintezi və xassələrindən bəhs edilir.

Silisium-üzvi nitrilləri sintez etməkdən ötrü silisium hidridsilanların metallil spirtinin β-cianetil efirinə birləşdirilməsi reaksiyası həyata keçirilmişdir. Metallil spirtinin β-sianetil efirini almaq üçün metallil spirti ilə akrilonitrildən istifadə edilərək sianetilləşmə reaksiyası aparılmışdır.

Silisium hidridlərin metallil spirtinin β-sianetil efirinə birləşdirilməsi reaksiyası soyuducu, mexaniki qarışdırıcı, termometrlə təchiz olunmuş üçboğazlı kolbada atmosfer təzyiqində izopropil spirtinin 0,1 n məhlulunun iştirakı ilə aparılmışdır. Reaksiya zamanı hər qram mol olefinə 0,2-0,3 qr hesabı ilə katalizator əlavə edilir.

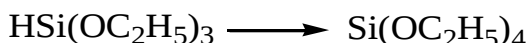
Ümumiyyətlə, silisium hidridlərinin yuxarıda göstərilən olefinə görə aktivliyini aşağıdakı ardıcılıqla göstərmək olar:



Müəyyən edildiyinə görə yuxarı temperaturda (130-160°C) metil dixlorsilan ilə alınan adduktun çıxımı 35-40%, 70-80°C-də isə 45-50% olur. Reaksiyanı 55-65°C-də apardıqda onun çıxımı 75%-dən yuxarı olur.

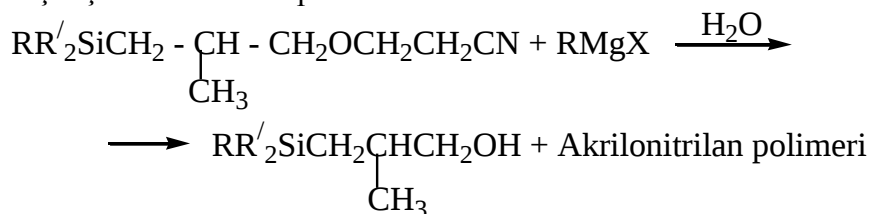
Analoji şəraitdə tətbiq edilməklə ekvimolyar nisbətdə götürülmüş trixlorosilan və monoxloridlə aparılan reaksiya zamanı birinci halda az çıxımla olmuş, ikinci halda isə reaksiya tamamilə getməmişdir. Həmçinin alkilsilanlar da birləşmə reaksiyasına çətin girir və ya birləşmir. Adətən, tetrametilen silan burada da ekzotermiki olub öz aktivliyini nümayiş etdirir.

Eynilə alkoksisilanlar da pis birləşir. Burada birləşmə məhsulunun az olmasına səbəb trietoksisilanın disproporsialaşma reaksiyasına məruz qalmasıdır. Odur ki, birləşmə reaksiyası ilə yanaşı, burada aşağıdakı kimi disproporsialaşma reaksiyası da baş verir:

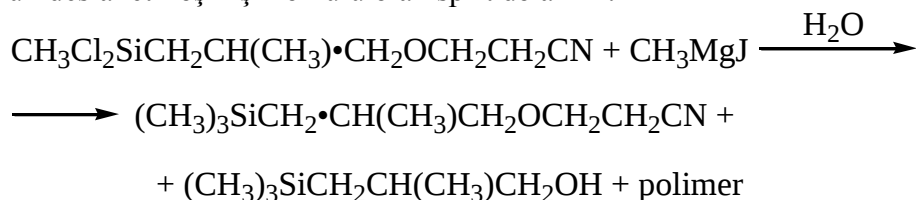


Burada əsaslanmaq olar ki, trietoksisilanın disproporsionalaşmasında nitril tərkibli olefin özü katalitik rol oynamışdır.

Bundan başqa, alınmış adduktlar üzərində bir sıra çevrilmə reaksiyaları aparılmışdır. Ancaq burada nitril qrupunun Qrinyar reaksiyi ilə təsiri zamanı ketona çevrilmək əvəzinə, onun desianetilləşmiş məhsulu olan spirt alınır.



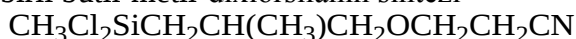
Metildixlorsilan birləşdirilmiş adduktu CH_3MgJ ilə alkilləşdirərkən, alkilləşmiş məhluldan başqa, onun desianetilləşmiş məhlulu olan spirt də alınır:



Spektr vasitəsilə yoxlama zamanı müəyyən edilmişdir ki, alınmış spirtlərdə OH^- qrupu silisium atomuna nəzərən γ -vəziyyətindədir. Bunu nəzərə alaraq, əsaslanmaq olar ki, metil-dixlor silan və alkilsilanlar həmin olefinə Farmer qaydası üzrə və ya Markovnikov qaydasının əksinə birləşirlər. Analoji qaydada metil-dixlor silan, trixlorsilan və alkoksisilanlar da ikiqat rabirədə olan metilen qrupuna, daha doğrusu, Farmer qaydası üzrə birləşmir. Bütün bunlar qarşılıqlı sintez üsuluna əsaslanaraq sübuta yetirilmişdir.

Təcrübi hissə

1. γ - (β-sianetiloksi)-birli butil-metil-dixlorsilanın sintezi

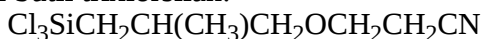


Əks soyuducu, termometr və damcı qıfı ilə təchiz edilmiş kolbada 29,5 q (0,2357 mol) metallil spirtinin β-sianetil efiri yerləşdirilir, üzərinə üç damla H_2PtCl_6 katalizatorunun izopropil spirtindəki 0,1n məhlulu və 25,6 ml metil dixlorsilan əlavə edilib, 65-70°C-də 5 saat qarışdırılır. Sonra qovulma yolu ilə 32,3 q birləşmə məhsulu (76,5%) alınmışdır.

Qaynama temperaturu 125-126° / 1 mm; n_D^{20} - 1,4600; d_D^{20} - 1,1119.

MR_D təcrübi 59,19; MR_D nəzəri 58,97.

2. γ - (β-sianetiloksi)-birli butil trixlorsilan:



Reaksiya kolbasında 9,2 q (0,07 mol) olefin yerləşdirib, üzərinə üç damla platin katalizatoru və 10 q trixlorsilan əlavə edir və qarışıq 65-70°C-də 5 saat qızdırılır.

Qovma əməliyyatı nəticəsində 4,3 q birləşmə məhlulu alınmışdır.

Qaynama temperaturu 120-121° / 0,5 mm; n_D^{20} - 1,4622; d_D^{20} - 1,2254.

MR_D nəzəri 58,60; MR_D təcrübi 58,50.

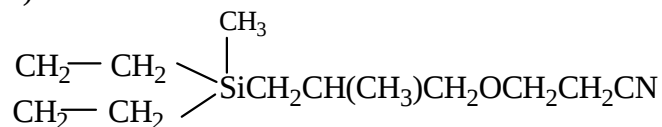
3. γ - (β-sianetiloksi)-birli butil-metil dietil silan.



Reaksiya kolbasında 8,7 q (0,069 mol) olefin yerləşdirib, üzərinə katalizator və 7,2 q hidrid silan əlavə edilmişdir. 12 saat qaynatdıqdan sonra qarışıqın temperaturu 142°C olmuşdur. Vakuuma qovma nəticəsində 109-111°C / 0,5 mm-də 5,4 q birləşmə məhsulu alınmışdır. Təkrar qovma zamanı addukt 111,5°C / 0,5 mm-də qovulmuşdur.

n_D^{20} - 1,4498; d_D^{20} - 0,8890; MR_D nəzəri 68,73; MR_D təcrübi 68,71; Çıxım 34% təşkil edir.

4. γ - (β -sianetiloksi)-birli butil-metil-tetrametilen silan



Analoji olaraq 6,7 q (0,053 mol) olefinlə ekvimolyar nisbətdə götürülmüş 4,8 q metil-tetrametilen silan arasında aparılan reaksiya ekzotermiki getmiş və reaksiya kolbasının temperaturu öz-özünə 170°C-dək qalxmışdır. Vakuumda təkrar qovulmadan sonra birləşmə məhsulu aşağıdakı göstəricilərə malik olmuşdur. Qaynama temperaturu 115-116,5°/ 0,5 mm; ; n_D^{20} - 1,4688; d_D^{20} - 0,940; MR_D nəzəri 66,84. MR_D təcrübi 66,74. Çıxım 80%.

5. γ - (β -Sianetiloksi)-birli butil- fenil-dimetilsilan:



Mexaniki qarışdırıcı kolbada 4,8 q (0,0386 mol) olefin yerləşdirilir. 4 q damla $\text{H}_2\text{O}_7\text{H}_6$ katalizatorunun iştirakında fenildimetil-silan 130°C-dək qızdırılmış olefin üzərinə damla-damla əlavə edilmiş və müntəzəm olaraq qızdırılma davam etdirilmişdir. 10 saatdan sonra temperatur 215°C olmuşdur.

Vakuumda 5,2 q alınan birləşmə məhlulu təkrar qovma nəticəsində aşağıdakı göstəricilərə malik olmuşdur: Çıxım 50,8%.

Qaynama temperaturu 147°/ 3 mm; ; n_D^{20} - 1,5032; d_D^{20} - 0,9829; MR_D nəzəri 79,53. MR_D təcrübi 78,68.

6. γ - (β -sianetiloksi)-birli butil- trietoksi silan:



Reaksiya kolbasında 23 q metallil spirtinin sian etil efiri yerləşdirib 70°C-dək qızdırdıqdan sonra platin katalizatoru və ekvimolyar nisbətdə trietoksisilan (30,2 q) əlavə edilərək 6,5 saat qızdırdıqdan sonra onun temperaturu 192°C olmuşdur. Vakuumda təkrar qovulmadan sonra 13,5 q məhsul alınmışdır. Qaynama temperaturu 128-131°/ 1 mm; ; n_D^{20} - 1,9250; d_D^{20} - 0,9842; MR_D nəzəri 75,20. MR_D təcrübi 75,88. Adduktun çıxımı 20,6% təşkil edir.

ƏBƏBİYYAT

1. Благонравова А.А., Непомнящий А.И. Лаковые эпоксидные смолы. М.: Химия, 1970, 248 с.
2. Юрьева В.П., Салимгареева И.М. Реакция гидросилилирования олефинов. М.: Наука, 1982, 233 с.
3. Казыцина Л.А., Куплемская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР- спектро-скопии в органической химии. М.: Высшая школа, 1971, 263 с.
4. Bayramov Q.K. Epoksinitrillərin kimyəvi çevrilmələrinin tədqiqi // Akademik Toğrul Şaxtaxtinskiy 90-illik yubileyinə həsr olunmuş Elmi konfransın materialları. Bakı, 1915.
5. Tarverdiyev Ş.Ə., Nəsirova İ.M. Dialkil (aril) silalların 1-fenil-4-qlisidiloksibutin-1-ə katalitik birləşməsi // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. C.18, № 3. Sumqayıt: SDU, 2018, s. 37-41

РЕЗЮМЕ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГИДРИДСИЛАНОВ С В-ЦИАН
ЭТИЛОВЫМ ЭФИРОМ МЕТАЛЛИЛОВОГО СПИРТА**

Ашуров Д.А., Агаев А.А., Байрамов Г.К., Насирова И.М.

Ключевые слова: гидриды кремния, метиллиловый спирт, катализатор Снейера, гексахлорплатиновая кислота, диспропорция, акрилонитрил, правило Фармера

Исследована реакция присоединения гидридсиланов к β -цианэтиловому эфиру метиллилового спирта. Установлено, что гидридсиланы при более повышенных температурах в присутствии платинохлористоводородной кислоты присоединяются к указанному олефину по правилу Фармера.

При этом, гидридсиланы имеющие электроотрицательные функциональные группы, приводят к получению аддуктов со сравнительно низкими выходами (20-35%). Однако метил-тетраметилсилан к олефину присоединяется даже экзотермично и аддукт получается с выходом 80%.

SUMMARY

**THE STUDY OF INTERACTION OF HYDRIDSILANES WITH B-CYAN
ETHYL ETHER OF METHALLYL ALCOHOL**

Ashurov D.A., Aghayev A.A., Bayramov Q.K., Nasirova I.M.

Key words: silica hydrides, methallyl alcohol, Speyer catalyst, hexachlorop-latinate acid, disproportionization, acrylonitrile, Farmer's rule

The reaction of addition of hydridsilanes to β -cyanoethyl ester of methallyl alcohol was explored. It was determined that hydridsilanes at higher temperatures in the presence of platinum hydrochloric acid join to specified olefin by Farmer's rule.

Furthermore, hydridsilanes with electronegative functional groups lead to the preparation of adducts in relatively low yields (20-35%). However, methyl tetramethylsilane joins the olefin even exothermically and adduct is obtained in 80% yield.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	11.03.2019
	Son variant	12.05.2019

AROMATİK KARBOHİDROGENLƏRİN ELEKTROKİMYƏVİ SİSTEMDƏ XLORLAŞMASI

MURADOV MAHAL MAYIL oğlu

Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent

mailoglu@mail.ru

Açar sözlər: elektrokimyəvi üsul, xlorüzvi maddələr, abqaz hidrogen xlorid, asidof maddələr, elektrofil əvəzedici

Məlumdur ki, xlorüzvi maddələrin kimyəvi üsulla alınması zamanı külli miqdarda tullantı abqaz hidrogen xlorid alınır və bu da ekoloji təhlükə mənbəyinə çevrilir. Alınan abqaz hidrogen xloriddən istifadə edərək bəzi üzvi maddələrin elektrokimyəvi üsulla xlorlaşmasını həyata keçirməklə ekoloji təhlükəsizlik kifayət qədər təmin olunur.

Fenol və onun törəmələrinin kimyəvi xlorlaşdırılmasında molekulyar xlor, qələvi metalların hipoxloritləri, sulfuril xlorid, fosfor 3-xlorid, fosfor 5-xlorid və s. xlorlaşma agentləri kimi istifadə olunur. Bu reagentlərin əksəriyyəti zərərli maddələrdir. Onların alınması, daşınması və saxlanması həm iqtisadi, həm də ekoloji cəhətdən səmərəli deyildir.

Tərəfimizdən aparılan elektrokimyəvi yolla xlorlaşmada göstərilən xlorlaşma agentlərinin bəziləri proses zamanı alındığı üçün yuxarıda qeyd olunan məsələnin həll olunması üçün mühüm şərtidir.

Sulfuril xloridlə alkilfenolların elektrokimyəvi xlorlaşmasında sulfuril xlorid, həmçinin də sulfuril xloridin alınması üçün tələb olunan SO_2 və Cl_2 qazları proses zamanı alınır və qarşılıqlı təsirdə olaraq xlorlaşma agentləri kimi xlorlaşmada iştirak edir.

Prosesdə susuz inert həlledicidən CCl_4 -dən istifadə olunur, suyun miqdarı minimuma endirildiyi üçün baş verə biləcək oksidləşmə prosesini minimuma endirmək mümkün olur.

2,4 və 2,6-dimetilfenolların xlorlaşması zamanı xlorfenollar 2,4 və 2,6-dixlorfenollardan ayrılaraq sistemə verilir ki, bu da bütün xlorfenolların öz-özünə və ya bir-biri ilə kondensləşməsi nəticəsində çoxsaylı dioksinlərin əmələ gəlməsinin qarşısını kifayət qədər almış olur.

Toluolun qatı xlorid turşusu ilə platin elektrod iştirakında fotokimyəvi, qaz halında xloru sulfat turşusu ilə qurutmaqla və digər üsullarla xlorlaşması nəticəsində benzil xloridin alınması məlumdur. Bu üsullarda bir sıra çatışmayan cəhətlər mövcuddur:

- prosesin yüksək temperaturda aparılması;
- xüsusi, qiymətli avadanlıqlardan (platin) istifadə olunması;
- qaz halında xlordan, qələvidən, qatı sulfat turşusundan istifadə olunması;
- məqsədli məhsulun aşağı çıxımla alınması;
- fotokimyəvi xlorlaşmada vahid gücə malik reaktorların yaradılmasının çətinliyi və s.

Yuxarıda qeyd olunanlardan aydın olur ki, tərəfimizdən elektrokimyəvi yolla xlorlaşma prosesinin aparılması zamanı reagentlərin əksəriyyəti elə prosesin özündə alınır, zərərli aralıq məhsulların miqdarı kifayət qədər azalır. Zərərli maddələrin atmosfərə atılması xeyli dərəcədə azalmış olur və ekoloji təhlükəsizlik təmin edilir. Alınan məqsədli məhsulun təmizlik dərəcəsi və çıxımı yüksək olur.

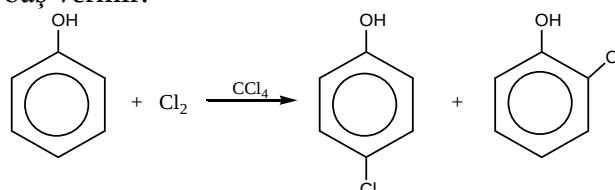
Elektronoakseptor dezaktivləşdirici əvəzedicilər olduqda aromatik birləşmələrin halogenləşməsində katalizatorlardan istifadə olunması mütləqdir.

Bu reaksiyalar yüksək temperaturda baş verir.

Fenollar güclü və zəif elektrofil əvəzedicilərin bütün tipik reaksiyalarına daxil olur. Fenolun

molekulyar xlor yaxud bromla polyar mühitdə halogenləşməni monohalogenləşmə mərhələsində saxlamaq çətin olur. Fenolyat ionunda çox güclü oksidləşdirici qrup – oksigen atomu olduğu üçün fenolyat ionu ilə halogenləşmə fenoldan daha sürətli gedir. Halogenəvəzli fenol fenola nisbətən daha güclü turşu xassəlidir. O, asan dissosiasiya edərək ikinci və üçüncü halogen atomunun –orta və -para vəziyyətə daxil olmasını asanlaşdırır. Fenolun halogenləşməsində Lyuis turşuları ($FeCl_3$, $FeBr_3$, $AlCl_3$) tələb olunmur və molekulyar halogenlərin təsiri ilə asanlıqla halogenləşirlər.

Fenolun monohalogenli törəmələrini qeyri-polyar mühitdə halogenləşmə ilə almaq olur, bu zaman fenolun dissosiasiyası baş vermir.



Halogenləşmə agenti kimi halogenlərin dioksanla kompleksindən də istifadə olunur.

Xlorlaşma CCl_4 həlledicisində aşağı temperaturda aparıldıqda uçucu o-izomerin çıxımı 25%-ə qədər olur. Temperaturu $60^\circ C$ -yə qədər artırıdığında o-izomerin çıxımını kifayət qədər artırmaq olur.

Halogenləşmə agenti $NaOCl$, SO_2Cl_2 , PCl_3 , PCl_5 və s. iştirakı ilə monoxlor törəmələrin kimyəvi üsulla alınması da həyata keçirilmişdir.

Məlumdur ki, bir çox xlorüzvi maddələrin alınması zamanı külli miqdarda abqaz hidrogen xlorid alınır və ekoloji təhlükə mənbəyinə çevrilir. Tullantı abqaz hidrogen xloriddən elektrokimyəvi yolla fenolun, krezoların, naftolların, aromatik aminlərin və s. xlorlaşmasını həyata keçirməklə ekoloji təhlükəsizlik təmin olunur.

Fenolun monoxlor törəmələrinin elektrokimyəvi sistemdə tullantı abqaz hidrogen xlorid, natrium hipoxlorit və sulfuril xlorid iştirakı ilə alınması tərəfimizdən tədqiq olunmuşdur [1]. Proses termostat, əks soyuducu və qarışdırıcı ilə təchiz olunmuş silindrik şüşə (qabda) özəkdə həyata keçirilmişdir.

Xlorlaşdırıcı agent kimi abqaz hidrogen xloriddən istifadə etdikdə elektrod olaraq qrafit katod və ORTA anoddan istifadə olunmuşdur. Xlorfenolun çıxımını və xlorlaşma prosesinin sürətini artırmaq üçün homogen mühitdə hidrogen xloridin elektrolizindən alınan molekulyar xlor inert həlledicidə (CCl_4) həll olunmaqla istifadə olunur. Reaksiya $20 - 30^\circ C$ temperaturda aparılır, elektroliz zamanı ayrılan xlorə kalium yodid məhlulu ilə nəzarət olunur. Reaksiyaya daxil olmayan fenol xlorlaşmış məhsullardan reaksiya qarışığının efir məhlulundan 10%-li potaş məhlulu ilə ayrılır. o- və p- izomer qarışığı isə fraksiyalı distillə ilə ayrılır.

Seçilmiş şəraitdən asılı olaraq p- və o- xlorfenol yaxud 2,4 dixlorfenol, həmçinin az miqdarda trixlorfenol da alınır. Prosesi natrium hipoxlorit iştirakı ilə apardıqda da elektrod kimi qrafit (katod) və ORTA (anod), həlledici kimi CCl_4 –dən istifadə olunub, proses $10^\circ C$ -də aparılmışdır. Burada monoxlor fenolun çıxımı molekulyar xlorə nisbətən yüksək, di və trixlorfenolun çıxımı isə nisbətən aşağı olur.

Proses $20-30^\circ C$ temperaturda $0.1 A/sm^2$ cərəyan sıxlığında aparılmışdır. Bu prosesdə də o- və p-xlorfenolların qarışığında, p-izomer üstünlük təşkil edir. Onların uyğun mol nisbətləri 0.15:1 kimidir.

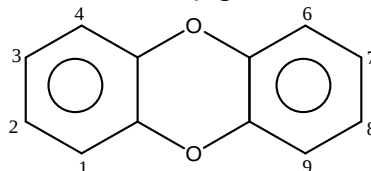
Reaksiyaya daxil olmayan fenol xlorlaşmış məhsullardan reaksiya qarışığının efir məhlulundan 10% -li potaş məhlulu ilə, o- və p- izomerlər qarışığı isə fraksiyalı distillə üsulu ilə ayrılır.

Xlorlaşma agentlərinin - xlor, $NaOCl$, SO_2Cl_2 prosesin gedişi zamanı alınması iqtisadi və ekoloji cəhətdən böyük əhəmiyyət kəsb edir. Aralıq məhsullar kifayət qədər az alınır, reaksiya məhsullarının təmizlik dərəcəsi yüksək olur [2].

Məlumdur ki, 2,4-dixlorfenoksisirkə turşusundan kənd təsərrüfatı bitkilərinin alaq otlarından mühafizəsində geniş istifadə olunur. 2,4-*D* herbisidinin bitkilərə təsir mexanizmi öyrənilmişdir.

2,4-*D*-nin elektrokimyəvi metodla sintezi ilk dəfə tərəfimizdən aparılmış, onun tətbiqində qarşıya çıxan bəzi ekoloji problemlərə nail olunmuşdur.

Aydınlaşdırılmışdır ki, 2,4-*D*-nin sənayedə alınması prosesində özlərini iki yerdən oksigen atomları ilə birləşmiş benzol halqası sistemi kimi göstərən dibenzo-*p*-dioksinin müxtəlif xlorlaşmış törəmələri də alınır. Əmələ gələn dioksinin forması aşağıdakı kimidir:



Müəyyən olunmuş optimal şəraitdə fenolun xlorlaşdırılması 2,4-dixlorfenolun alınmasına gətirir ki, bu törəmələr də biri-birindən benzol halqasında xlor atomlarının sayı və vəziyyəti ilə fərqlənir. Fenolun xlorlaşması 2,4-dixlorfenoldan başqa, benzol halqasında bir-birindən həm xlor atomlarının sayına, həm də vəziyyətinə görə fərqlənən digər xlorfenolların alınmasına da səbəb olur. 2,4-dixlorfenol fenolun xlorlaşma məhsullarından biridir və onun çıxımı digər xlorfenollardan çox yüksək olur. Digər xlorfenolların çıxımı isə reaksiya kütləsinin təxminən 10–11%-ni təşkil edir (2,4,6-trixlorfenol 4%, 2,4,5-trixlorfenol 2%).

Mövcud texnologiyaya görə, monoxlorsirkə turşusu ilə kondensləşmə mərhələsinə fenolun birinci mərhələdə alınan bütün qarışığı 2,4-*D*-an ayrılmadan və təmizlənmədən verilir. Bu isə bütün xlorfenolların öz-özünə kondensləşməsinə və ya kondensləşmə nəticəsində bir-biri ilə müxtəlif nisbətlərdə çoxsaylı dioksinlərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bütün bu tədqiqatlardan sonra 2,4-*D*-nin istehsalı və tətbiqi ilə bağlı məsələ çox müzakirələrə səbəb olmuşdur [3].

Kənd təsərrüfatında onun əvəz olunmasını təmin edəcək başqa preparat olmadığına görə 2,4-*D*-nin istehsalı və tətbiqi bu gün də genişləndirilməkdədir, göstərilən çatışmazlıqlar istiqamətində axtarışlar davam etdirilir.

Hazırkı texnologiya üzrə alınan herbisidlərin dioksinlərdən tamamilə azad olunması mümkün deyil və bu gün də aktual olaraq qalır. Odur ki, prosesdə alınan dioksinlərin miqdarını minimuma endirmək və alınan məhsulda onların miqdarını azaltmaq məqsədilə ənənəvi texnologiyanın təkmilləşdirilməsi istiqamətinə böyük üstünlük verilir. Son zamanlar 2,4-*D*-nin istehsalı və tətbiqi zamanı yaranan ekoloji problemlər diqqət mərkəzindədir. Bu, əsasən fenoksi turşuların sintezi zamanı çoxlu miqdarda dioksinlərin alınması ilə 2,4-*D*-nin özü, həm də onun çevrilmə məhsulları ilə ətraf mühitin və qida məhsullarının çirklənməsidir [4].

İlk dəfə olaraq tərəfimizdən elektrokimyəvi sistemdə 2,4-*D*-nin sintezi tədqiq olunmuşdur [5].

Proses termostat, soyuducu, qarışdırıcı və sifonla təchiz olunmuş silindrik şüşə qabda (elektrokimyəvi özək) aparılmışdır [6].

Elektrod olaraq qrafit (katod) və ORTA (anod) istifadə olunmuşdur. Xlorlaşma agentı olaraq, kimya sənayesində tullantı kimi alınan abqaz xlorid turşusunun elektrolizi nəticəsində əmələ gələn molekulyar xlorid istifadə olunmuşdur.

Alınan 2,4-dixlorfenolu natrium qələvisi ilə kondensləşdirərək natrium-dixlorfenolyat alınır. Dixlorfenolyata monoxlorsirkə turşusunun natrium duz əlavə edilərək elektrokimyəvi sistemdə məqsədli məhsulun (2,4-*D*) alınması həyata keçirilir.

Kimyəvi üsuldan fərqli olaraq, elektrokimyəvi üsulla proses aparıldıqda aralıq dioksanların miqdarı kifayət qədər az olur, məhsulun təmizlik dərəcəsi yüksəlir, proses aşağı temperaturda az müddətdə aparılmaqla 2,4-dixlorfenolun çıxımının yüksəlməsi təmin edilir. Bu isə, 2,4-*D*-nin istehsalı və tətbiqi imkanlarını artırır. Proses ekoloji cəhətdən təmiz və əlverişlidir, belə ki, ətraf mühitə zərərli və zərərli maddələrin atılmasını nəzərəcərpacaq dərəcədə azaldır.

Məhz bu səbəbdən də texnologiyanın təkmilləşməsi ilə prosesdə alınacaq dioksinlərin miqdarının hazır məhsulda minimuma çatdırılması üçün tərəfimizdən proses elektrokimyəvi sistemdə aşağı temperatorda aparılmışdır.

Xlorlaşma prosesi daha aşağı temperaturda ($40 - 60^{\circ}\text{C}$) aparılır və alınan 2,4-dixlorfenol isə II mərhələyə digər xlorfenollardan ayrılıb təmizləməklə verilir. Belə şəraitdə 2,4-*D*-nin yüksək çıxımla təmiz alınmasını təmin etmək və prosesdə alına biləcək dioksinlərin miqdarını minimuma endirmək mümkündür.

Bəzi istehsalçılar temperaturu aşağı salmaqla yanaşı, fenoksirkə turşuları dioksinlərdən perxloretilenlə ekstraksiya etməklə təmizləyirlər. Bu üsul herbisidlərin keyfiyyətinə müsbət təsir göstərsə də, dioksinlərin azalmasına və ətraf mühitin çirklənməsinə müsbət təsir göstərmir.

Elektrokimyəvi üsulla 2,4-*D*-nin alınması kimyəvi üsulla müqayisədə bir sıra üstünlüklərə malikdir:

- prosesin aparıldığı sistem sadədir;
- alınan dioksinlərin miqdarı minimuma endirilir;
- xlorlaşma prosesi aşağı temperaturda aparılır və alınan 2,4-dixlorfenolun II mərhələyə digər xlorfenollardan ayrılaraq və təmizlənərək verilir;
- alınmış məhsulun keyfiyyəti və təmizlik dərəcəsi yüksəkdir;
- proses ekoloji cəhətdən əlverişlidir.

Kimyəvi metodla o-krezolun xlor və digər xlorlaşdırıcı agentlərlə xlorlaşmasından alınan qarışığın tərkibində 65–70% 7-xlor-2-metilfenol, 6 xlor-metilfenol və 4,6-dixlor-2-metil fenol alınır. Bu zaman təmiz məhsul 4-xlor-2-metilfenolu ayırmaq üçün texniki məhsul rektifikasiyaya uğradılır.

Proses CCl_4 həlledicisinin iştirakı ilə aparıldıqda alkil qrupunda xlorlaşma azaldığı üçün məqsədli məhsulun çıxımı bir qədər artır.

Xlor-2-metilfenol o-krezolun xlor, qələvi metalların hipoxloritləri yaxud sulfuril xloridlə xlorlaşmasından alınır. Ən təmiz məhsul o-krezolun sulfuril xloritlə xlorlaşmasından alınır.

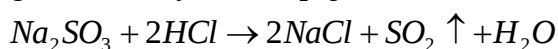
Xlor-o-ktezol (5-xlor-2-oksitoluol) suda çətin həll olur, onu o-krezolun son fraksiya qarışığının Na_2CO_3 məhlulunda qarışığını xlorlaşdırmaqla alırlar. Azoboyaların alınmasında istifadə olunur [6].

Çoxsaylı ədəbiyyat və patent mənbələrindən məlum olur ki, alkilfenolların mono- və di-əvəz olunmuş xlorlu törəmələrinin alınması elektrokimyəvi sistemdə aparılmamışdır.

Bu məqsədlə ilk dəfə olaraq (tərəfimizdən) o-, m- və p- krezolların elektrokimyəvi yolla xlorlaşmaları həyata keçirilmişdir. Bu zaman elektrokimyəvi sistemin özündə alınan Cl_2 və SO_2 -dən istifadə olunmuşdur. Aktiv kömür katalizatoru iştirakında Cl_2 və SO_2 -nin qarşılıqlı təsirindən $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 = \text{SO}_2\text{Cl}_2$ xlorlaşma agentli olan sulfuril xlorid alınmışdır [7].

Xlorlaşma reaksiyası yuxarıda qeyd olunan termostat, sabit cərəyan mənbəyi, qrafit elektrod, əks soyuducu, qarışdırıcı ilə təchiz olunmuş silindrik şüşədən hazırlanmış elektroliz qurğusunda həyata keçirilmişdir.

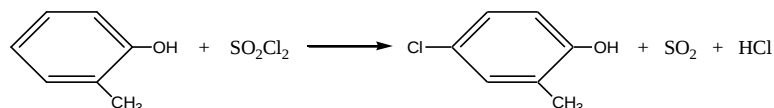
Kükürd qazının alınması üçün natrium sulfit və xlorid turşusundan istifadə olunmuşdur. Reaksiya qurğusuna CCl_4 , hesablanmış miqdarda natrium sulfit və 15–30%-li xlorid turşusu 1:2 ekvimolyar münasibətdə yüklənir. Reaksiya qarışığına termostat vasitəsilə $40 - 50^{\circ}\text{C}$ temperatur verilir, qarışdırılır, nəticədə, aşağıdakı reaksiya ilə SO_2 qazının alınması təmin olunur:



Bundan sonra sabit cərəyan mənbəyindən verilən cərəyanla HCl turşusunun elektrolizindən Cl_2 qazı alınır.

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi SO_2 , Cl_2 və aktiv kömür iştirakında SO_2Cl_2 əmələ gəlir. Bir neçə dəqiqə müddətdən sonra reaksiya qurğusuna o-krezol əlavə olunur, qarışdırıcı işə salınır və xlorlaşma prosesi davam etdirilir.

Alınmış SO_2Cl_2 o-krezolla aşağıdakı reaksiya ilə əsasən 4-xlor-2-metil-fenol əmələ gətirir.

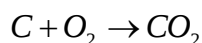


Reaksiyanın benzol nüvəsində getməsi əsasən xlor və kükürd anhidridinin miqdarı, reaksiya şəraitindən asılıdır. Xlorid turşusunun qatılığının, temperaturun, cərəyan sıxlığının, reaksiyanın davam etmə müddətinin, reagentlərin münasibətlərinin xüsusən də SO_2 və Cl_2 benzol nüvəsində əvəzlənməmədə mühüm amillərdir.

Aşağı qatılıqlı xlorid turşusundan o-krezolun xlorlaşmasında istifadə olunduqda cərəyanın bir hissəsi xloratların əmələ gəlməsinə sərf olunduğu üçün o-krezolun cərəyana görə çıxımı azalır.

Xlorid turşusunun qatılığı 15%-dən aşağı olduqda o-krezolun alınan xlorlu məhsullarının çıxımı azalır, belə ki, xlorun ayrılması ilə yanaşı, oksigenin $H_2O - 2e \rightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2H^+$ sxemi ilə generasiyası baş verir.

Xlorid turşusunun çox aşağı qatılıqlarında oksigen əmələ gəlir və qismən anodun oksidləşməsinə sərf olunur.

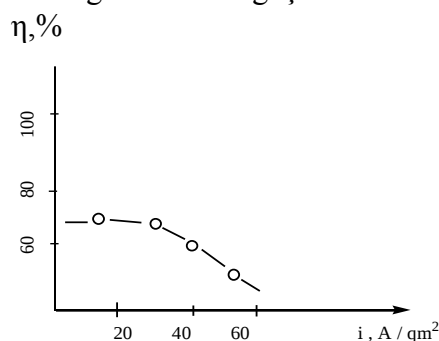


Prosesə təsir edən faktorlardan biri də temperaturdur. Temperaturun təsiri 15–30%-li xlorid turşusu və $10 - 15 \frac{A}{dm^2}$ cərəyan sıxlığında öyrənilmişdir. Alınmış nəticələr şəkil 3-də verilmişdir.

Anod-qrafit, cərəyan sıxlığı $25 - 30 \frac{A}{dm^2}$, temperatur $70 - 75^\circ C$

o-krezolun xlorlaşması zamanı elektrolizerin maksimum məhsuldarlığını müəyyən etmək üçün cərəyan sıxlığının xlorlaşma məhsulunun cərəyana görə çıxımından asılılığı tədqiq olunmuşdur. o-krezol stexiometrik hesablanmış miqdarından 10% artıq götürülür, temperatur $50^\circ C$, xlorid turşusunun qatılığı 15–30% olmaqla proses aparılır.

Cərəyana görə çıxımın cərəyan sıxlığından asılılığı şəkil 4-də verilmişdir.



Şəkil 4. p-ksilolun yan zəncirdə xlorlaşmasında xlorlaşma məhsulunun cərəyana görə çıxımının cərəyan sıxlığından asılılığı: anod - qrafit, temperatur $70 - 75^\circ C$, $C_{HCl} = 30\%$

Temperaturun azalması SO_2 ilə qarşılıqlı təsirdə olan xlorun miqdarının azalmasına səbəb olur. Həmçinin xlor və kükürd qazının CCl_4 -də həll olması xlorlaşma prosesinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir (monoxlorlu törəmələrinin alınmasına).

Aparılmış təcrübələr göstərir ki, o-krezolun xlorlaşması ilə monoxlor törəmələrin alınmasında məhsulun çıxımına təsir edən faktorlar: xlorid turşusunun qatılığı, elektrolitin temperaturu, cərəyan sıxlığı və aparılan reaksiya mühitidir.

Tələb olunan 15–30%-li qatılıqda xlorit turşusundan istifadə etdikdə aktiv xlorun ayrılması asanlaşır, aktiv kömür katalizatoru iştirakında SO_2Cl_2 -in yumşaq şəraitdə əmələ gəlməsi şərtləndirilir.

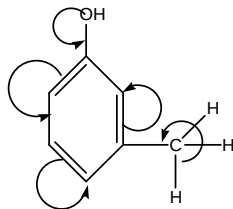
CCl_4 iştirakında monoxlor-o-krezolun alınması asanlaşır. Maksimum çıxım cərəyan sıxlığının 10–15 A/dm² qiymətində alınır.

o-krezolun elektrokimyəvi xlorlaşma prosesi ekoloji təmiz prosesdir, alınan aralıq zərərli maddələr kifayət qədər az olur.

Həmçinin qeyd olunan şəraitlərdə p- və m-xlorfenolların da xlorlaşması elektrokimyəvi yolla həyata keçirilmişdir. Bu zaman alınan p- və m- xlorfenolların çıxımı o-xlorfenolla müqayisədə bir qədər aşağı olur (~ 75%). m-krezolun xlorlaşması 40–50⁰ C temperaturda aparıldıqda çıxım daha yüksək olmuşdur [8].

p-krezolun SO_2Cl_2 iştirakında xlorlaşması reaksiyası nəticəsində əsasən 2-xlor, 4-metilfenol alınır.

Metilfenolların aromatik nüvələrində iki tip əvəzedici - OH və CH_3 qrupu onların π - elektron buludu ilə eyni qarşılıqlı təsirdə olur. Metilfenolların əksər fiziki və kimyəvi xassələri fenol hidroksili ilə benzol nüvəsinin π -aromatik sistemi arasındakı qarşılıqlı təsirlə müəyyən olunur.



OH – qrupunda olan oksigen atomunun bölünməmiş elektron cütlərindən biri benzol halqasındakı π – sisteminə daxil olub benzol nüvəsindəki –orto və –para vəziyyətində elektron sıxlığını artırır, elektrofil hissəciklərin hücumunu asanlaşdırır və hidrogen atomunun həmin vəziyyətdə əvəz olunmasını asanlaşdırır. Beləliklə birinci qrup əvəzedici olan OH qrupu – *J* və + *M* effektlə xarakterizə olunur. Metil qrupu da birinci qrup əvəzedici olmaqla müsbət induktiv effektdə (+*I*) malikdir [9].

Metil qrupunun sayı artdıqda aromatik fenolların xlorlaşması nisbətən asanlaşır. Xlorlaşmanı monoxlor istiqamətində aparmaq üçün xlorlaşma agentii kimi sulfuril xloridən, inert həlledicidən və susuz mühitdən istifadə etmək daha əlverişli üsuldur.

Sulfuril xlorid aromatik karbohidrogenlərin, son zamanlar isə alifatik karbohidrogenlərin də xlorlaşması üçün daha çox istifadə olunan xlorlaşma agentidir. Onun tətbiq olunma sərhədləri müxtəlif təcrübə şəraitlərində çox genişdir. Sulfuril xloridlə xlorlaşmanı həlledicisiz, geniş temperatur sərhədlərində 0⁰C-dən 30 – 45⁰ C (bəzən xlorlaşan maddənin qaynama temperaturunda) aparmaq olur. Bəzən də məhlulda (karbon 4-xlorid, xloroform, efir və s.) 20⁰ C-dən həlledicinin qaynama temperaturuna qədər istifadə olunur. Hərdən katalizator: alüminium xlorid, kükürd xlorid və nəhayət, benzoil peroksid daha maraqlı katalizatorlardır, hansı ki, təcrübədə sulfuril xloridin tətbiq olunma sərhədlərini daha da genişləndirir.

Sulfuril xloridlə xlorlaşmanın mexanizmi şəraitdən asılı olaraq müxtəlifdir. Katalizator iştirak etmədikdə sulfuril xlorid asan dissosiasiya etdiyi üçün $SO_2Cl_2 \rightarrow SO_2 + Cl_2$ molekulyar xlor mənbəyidir. Parçalanma az-çox dərəcədə şəraitdən, xlorlaşan maddənin təbiətindən və bu və ya digər əlavələrin daxil olmasından asılı olaraq baş verir.

Katalizator iştirakında (alüminium xlorid, dəmir xlorid, fosfor 5-xlorid və s.) benzolun homoloqlarının xlorlaşması asanlaşır. Maraqlıdır ki, *Sb, Bi, Fe, Mo, Al, Fe* və *Se* xloridləri nüvədə xlorlaşmanı müvəffəqiyyətlə həyata keçirir, *P, As, Mg* xloridləri iştirakında xlorun yan zəncirə daxil olması baş verir. Məsələn, p-ksilol alüminium xlorid katalizatorunun iştirakı ilə 2-xlor-p-ksilol, m-ksilol fosfor 5-xlorid katalizatorunun iştirakı ilə m-ksilolxlorid əmələ gətirir.

Sulfuril xloridlə o-, m-, p- krezollar, ksilenollar, timol və s. asan xlorlaşırlar.

Xlorfenollar, xüsusən də onların alkil törəmələri mühüm dezinfeksiyaedici vasitə və antiseptiklərdir [10].

Çoxsaylı ədəbiyyat və patent mənbələrindən görünür ki, xlorlaşma ilə alkilfenolların mono və di əvəz olunmuş xlorlu törəmələrinin elektrokimyəvi sistemdə alınması aparılmamışdır [11].

İlk dəfə olaraq alkilfenolların, o cümlədən də 2,6-dimetilfenolun elektrokimyəvi sistemdə xlorlaşması həyata keçirilmişdir.

Xlorlaşma agenti kimi sulfuril xloriddən istifadə olunmuşdur.

Əvvəlcə natrium sulfitin hidrogen xloridlə qarşılıqlı təsirindən CCl_4 həlledicisində SO_2 qazı alınır. Sonra sabit cərəyan mənbəyindən cərəyan verməklə hidrogen xloridin elektrolizi ilə Cl_2 qazı alınır. Aktiv kömür katalizatorunun iştirakı ilə SO_2 və Cl_2 qazlarının qarşılıqlı təsirindən SO_2Cl_2 xlorlaşma agenti alınmaqla, xlorlaşma prosesi həyata keçirilmişdir.

Benzol halqasında əvəz olunma reaksiyası əsasən xlorun, kükürd qazının miqdarından və reaksiya şəraitindən asılı olur.

Hidrogen xlorid turşusunun qatılığı, temperatur, cərəyan sıxlığı və reaksiyanın davam etmə müddətlərinin təsiri də ətraflı tədqiq olunmuşdur.

Təcrübənin nəticələri qrafiki olaraq verilmişdir.

Yuxarıda qeyd olunanlar 2,4-dixlorfenol üçün də öyrənilmişdir.

Aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki, 2,6 və 2,4-dimetilfenolların monoxlorlu törəmələrinin alınmasında çıxıma əsasən xlorid turşusunun qatılığı, temperatur, cərəyan sıxlığı və aparılan reaksiyanın mühiti, həmçinin prosesdə alınan SO_2 və Cl_2 qazlarının mol nisbətləri təsir edir.

Alınan məhsul təmiz, proses isə ekoloji təmiz prosesdir. Belə ki, əsas xamallar elə prosesin özündə alınır, zərərli maddələrin miqdarı kifayət qədər azalmış olur.

Məlumdur ki, 2,6-dimetilfenolun xlorlu törəmələri əsasən bakterisidlərin istehsalında və dezinfeksiya vasitəsi kimi istifadə olunur. Əgər əvəllər fenolun bu törəmələri daş kömür qətranından alınırırsa, hal-hazırda əsas maraq dimetil homoloqların fenol və metanolla bir- və ikimərhələli metodla sintezinə yönəlib.

Digər tərəfdən klassik xlorlaşma üsullarından fərqli olaraq, HCl iştirakı ilə 2,6-dimetilfenolun elektrokimyəvi xlorlaşması daha böyük əhəmiyyət kəsb edə bilər.

2,6-dimetilfenolun katalizator iştirakında 2-metilfenolla metanolun alkilləşməsindən alınması, həmçinin alınmış 2,6-dimetilfenolun sulfuril xloridlə elektrokimyəvi sistemdə xlorlaşması da tədqiq olunmuşdur [12].

2,6-dimetilfenolun 2-metilfenolun metanolla alkilləşməsi əsasında alınması manqanla modifikasiya olunmuş kobalt-ferrit katalizatorunun iştirakı ilə həyata keçirilmişdir. Müəyyən olunmuş şəraitdə 2,6-ksililfenolun çevrilmə reaksiyası və o-krezola görə hesablanmış başlanğıc çıxım 97.5 % və 33.4 % təşkil edir.

Prosesdə alınmış alkilatın sadə tərkibi onların sonrakı emalını asanlaşdırır, həmçinin yüksək səviyyədə təmiz məhsul – 2,6-dimetilfenolun (99.0%) alınmasını təmin edir.

Sulfuril xlorid fenol və onun törəmələrinin xlorlaşması üçün geniş istifadə olunan reagentlərdən olsa da, təklif olunan üsulla xlorlaşmanın aparılması yüngül şəraitdə və məqsədyönlü gedir, ona nəzarət xeyli asanlaşır.

Alkilaromatik karbohidrogenlərin xlorlu törəmələrindən ən çox praktiki əhəmiyyət kəsb edəni xlorun alkil qrupunda olanlardır. Bunlara benzilxlorid, benzotrikslorid, p-ksilendixlorid, heksaxlor-m- və heksaxlor-p- ksilolları aid etmək olar.

Onlar turşu korroziyası üçün effektiv inqibitorların, kauçuku vulkanlaşdırma agenti kimi, istiyədavamlı plastiklərin alınmasında istifadə olunur.

Bütün bu məhsullar uyğun karbohidrogenlərin – toluol və ksilolların yan zəncirdə radikal – zəncir prosesi ilə xlorlaşması ilə alınır.

Sənayedə prosesin məhsul fazada reaksiya təhlükəli yollarla baş verə bilər, şüalandırmaqla, inisiyator iştirakında (məs, azobirləşmələr və peroksidlər) həyata keçirilir.

Alkilbenzolların maye fazada xlorlaşmasında eyni zamanda ardıcıl və paralel əvəzlənmə reaksiyaları yan zəncirdə və nüvədə baş verir.

p-ksilolda metil qrupunda nəzərəcarpacaq xlorlaşma azobisizobutironitril iştirakında müvəfəqiyyətlə həyata keçirilə bilər.

Ksilolların fotoxlorlaşması reaksiyasında reaksiya qabiliyyətli meta→para→orta sırası kimidir. Həddən çox şüalanma intensivliyi prosesin selektivliyini azalda bilər, belə ki, xlor radikalı molekulyar xlorla rekombinasiyaya başlaya bilər.

Fotokimyəvi xlorlaşmanın çatışmayan cəhəti (vahid gücə malik böyük reaktorların yaradılması, xüsusi işıq mənbələrinin hazırlanması, istismarında istifadə olunmanın mürəkkəbliyi, yanğın təhlükəsi, onun qarışıqlara xüsusi həssaslığı) sənayedə yayılma imkanını məhdudlaşdırır.

Toluol və ksilolların inisiyator iştirakı ilə yan zəncirdə xlorlaşmasında inisiyator olaraq ümumi kütlənin 0,1-0,2 %-i qədər porofor azot götürülür.

Hal-hazırda çoxlu birbaşa və dolayısı yolla halogenin üzvi maddəyə daxil edilməsi üsulları vardır. Ən qədim və ümumən qəbul olunan metod sərbəst halogenlə halogenləşmə metodudur ki, bu metod da həmişə qəbul oluna bilmir. Birincisi, sərbəst halogenlə halogenləşmə hidrogen halogenidin ayrılması ilə müşahidə olunur ki, bu da asidof maddələr üçün adi metodikanın tətbiqini istisna edir. İkincisi, bütün təhlükəsizlik tədbirlərinə baxmayaraq, (durulaşma, soyudulma və s.) sərbəst halogenlə halogenləşmə reaksiyası hərdən çox sürətli baş verir ki, nəticədə halogenləşən maddə dağıla bilər.

Son iki-üç onillikdə çoxlu halogenləşmə agentləri təklif olunmuşdur.

Halogenləşmə agenti katalitik əlavə kimi halogenin verilməsini asanlaşdırır.

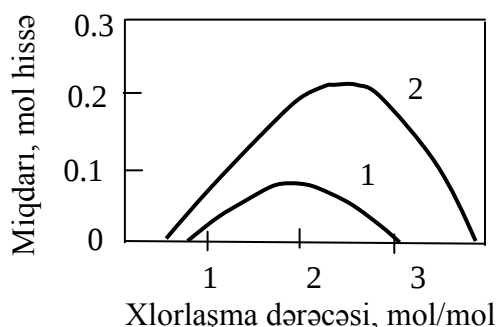
Bəzi hallarda bu əlavələr halogenləşmənin molekulyar parçalanması xarakterinə təsir edir [13].

Aktiv halogen ionu yaxud halogen atomu mənbəyi olan halogenləşmədə istifadə olunan maddələr halogenləşdirici agentin əlavə aktivləşməsinin vacibliyini aradan qaldırır. Bundan başqa, bu zaman halogenləşmə reaksiyası kifayət qədər sakit və yumşaq gedir, belə ki, halogenləşmə istiliyinin bir hissəsi reagentin dissosiasına sərf olunur.

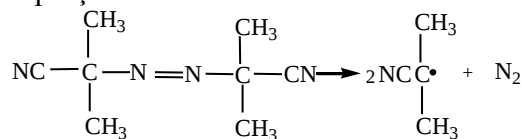
p-ksilolda 50 °C-də C-H əlaqəsində hidrogen atomunun əvəz olunması göstərir ki, CH₃-qrupunda yerləşən xlor atomu radikal xlorlaşmada C-H əlaqəsinin reaksiya qabiliyyətini azaldır, əvəzlənmə CH₃ qrupunun özündə getdikdə, C-Cl əlaqəsi əmələ gəldikdə daha çox nəzərə cəpdir. Bunu p-ksilolun xlorlaşmasından alınan p-ksilidendixloridin qeyri-simmetrik dixlor törəmələrinin az miqdarının p-ksilidendixloridlərin simmetrik xloridləri ilə müqayisəsindən də aydın görmək olar (şəkil 1).

Ksilolların aromatik nüvələrində metil qruplarının müxtəlif vəziyyətlərdə yerləşməsi onların reaksiya qabiliyyətini müqayisə etmək üçün böyük maraq doğurur. p-ksilolun zəncirdə xlorlaşması 80 °C-də xlorlaşdırıcı agent olaraq SO₂Cl₂, inisiyator profor, həlledici olaraq CCl₄-dən istifadə etməklə aparılmışdır. Prosesi aşağıdakı sxem üzrə, ardıcıl-paralel reaksiya ilə göstərmək olar.

1 – p-ksilidendixlorid, 2- p-ksilidendixlorid.



İnisiyatorun köməyi ilə reaksiyanın kimyəvi aktivliyi bütünlüklə effektivdir. 2,2'-azobisizobutironitril yaxud benzilperoksid qızdırıldıqda reaksiya kütləsində radikal əmələ gəlməklə parçalanır.



Çox vaxt reaksiya kütləsinə xlorlaşmanı sürətləndirmək və aralıq məhsulun əmələ gəlməsini azaltmaq üçün fosfor-3-xlorid əlavə edirlər. Hesab edirlər ki, bu hadisədə katalitik təsiri fosfor 3 – xloriddən əmələ gələn fosfor 5-xlorid və reaksiya kütləsində xlor göstərir.

Qızdırma zamanı o dissosiasiya edir, atomar xlor əmələ gətirir.



m-ksilolun yan zəncirdə SO_2Cl_2 ilə qrafit elektrodarda elektrokimyəvi xlorlaşması ilk dəfə (tərəfimizdən) aparılmışdır [14].

Əvvəlcə natrium sulfitlə xlorid turşusunun qarşılıqlı təsirindən SO_2 qazı alınmışdır. Sonra xlorid turşusunun elektrolizi ilə alınan Cl_2 -nin SO_2 ilə reaksiyasından xlorlaşma agentı alınmışdır. P-ksilolun inisiator porofor N iştirakında xlorlaşması aparılmışdır. Xlorlaşma reaksiyası yan zəncirdə baş vermişdir, ~ 75% çıxımla p-ksilol-xlorid alınmışdır.

Prosesə təsir edən amillər - HCl -in qatılığı, temperatur, cərəyan sıxlığı, SO_2 və Cl_2 -nin mol münasibətləri öyrənilmişdir. Nəticələr qrafiki olaraq verilmişdir.

Aparılmış təcrübələr göstərmişdir ki, p-ksilolun xlorlaşması ilə alınan ksilolxloridin çıxımına cərəyan sıxlığı temperatur və reaksiyanın mühiti mühüm təsir göstərir.

Aparılan prosesin optimal şəraiti $70-75^{\circ}C$ temperatur, $25-35A/dm^2$ cərəyan sıxlığı, $pH > 7$ olan mühitdir. Alınan məhsulun çıxımı ~ 73% təşkil edir.

p-ksilolun yuxarıda qeyd olunan xlorlaşması kimi toluolun xlorlaşması ilə benzilxloridin alınması da aparılmışdır.

Son onilliklərdə halogenərkibli maddələrin alınması üçün təklif olunmuş halogenləşdirici agentlərdən biri də hipohalogenid turşuları və onların duzlarıdır. Bu birləşmələrin sərbəst halogenlə müqayisədə bir çox üstünlükləri vardır. Belə ki, halogenləşmə zamanı halogen tamamilə halogen törəmələrinin əmələ gəlməsinə sərf olunur, hidrogen halogenidin ayrılması müşahidə olunmur. Bu turşular və onların duzlarının halogenli agent kimi çatışmayan cəhəti isə onların oksidləşdirici xassələrə malik olmaları, duru məhlullarında isə az davamlı olmalarıdır. Odur ki, onların təzə hazırlanmış məhlullarından, əsasən də bu turşuların və onların duzlarının neytral yaxud zəif turşu və qələvi məhlullarından istifadə etmək daha münasibdir.

4-alkilfenolların elektrokimyəvi üsulla xlorlaşması halogenləşdirici agent olaraq $NaOCl$ istifadə etməklə aparılmışdır.

Alınan 4-benzil-2-xlorfenol benzoatın, 4-tsikloheksil-2-xlorfenol isə onun metil efirinin alınması üçün istifadə edilir.

Anilin susuz mühidə azot-3-xlorid, N,N-dixloretilamin, N, 2,4-trixlorasetanilid və sulfürlü xloridlə xlorlaşması aparılmışdır.

Mono-, di- və trixloranilin anilin xlor, qələvi metalların hipoxloritləri və sulfürlü xloridlə xlorlaşması nəticəsində alınır. Qeyd olunan maddələrin elektrokimyəvi üsulla alınması aparılmamışdır [15].

Hipohalogenid turşusu və onun duzları ilə halogenləşmə.

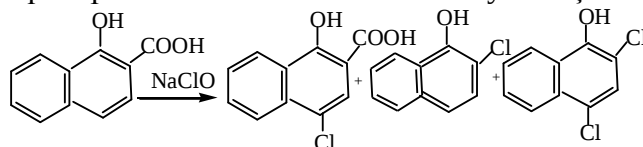
Halogenləşmə agenti kimi hipohalogenid turşusu və onun duzları sərbəst halogenə nisbətən bir sıra üstünlükləri vardır. Hipohalogenid turşusu (duzları) ilə halogenləşmədə hidrogen halogenid ayrılır, halogen bütövlükdə halogen törəmələrin alınmasına sərf olunur. Hipoxlorit turşusu asan dozırovka olunur, halogenləşmə prosesi kifayət qədər yumşaq baş verir. Ancaq hipoxlorit turşusunun halogenləşmə agenti kimi bir sıra çatışmazlıqları da vardır. Hipoxlorit turşusu oksidləşmə xassəsinə malikdir və çox vaxt halogenləşmə təsirindən başqa, üzvi maddənin molekulunun oksidləşməsi də baş verə bilər. Bunu asan oksidləşən maddələrin xlorlaşmasında nəzərə almaq vacibdir. Hipoxlorit turşusundan istifadə olunmasının çətinliyindən biri də onların durulaşdırılmış məhlullarında az davamlı olmalarıdır. Nəhayət, hipohalogenid turşusu və duzlarının sulu məhlullarından istifadə olunur, su isə əksər üzvi maddələr üçün sərfəli həlledici sayılır. Bu iş üçün bu turşunun və duzlarının təzə hazırlanmış məhlullarından istifadə etmək sərfəlidir. Adətən,

hipoxlorit turşusunun duzlarından istifadə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, hipoxlorit turşusunun güclü qələvi məhlulları ancaq oksidləşdirici xassə göstərir. Bütünlüklə hipoxloritlə xlorlaşmanı hazır duzun məhlulundan istifadə etməklə deyil, sərbəst halogenlə üzvi maddənin qələvi məhlulunun qarşılıqlı təsirində aparmaq lazımdır.

Fenol, naftollar və oksiantraxionların hipoxloritlə xlorlaşması daha çox istifadə olunan metoddur. D.Tişenko fenolun, krezolların, timolun, β -naftol və digər aromatik oksibirləşmələrin məhlulda, emulsiyada və bərk maddənin soda məhlulunda xlorə təsirinin öyrənilməsini təklif etmişdir [16].

Bu üsulla xlor törəmələrin çıxımı 70-80%-ə çatır. Hipoxloritin və oksibirləşmənin miqdarı münasibətlərindən asılı olaraq, yalnız mono- deyil, dixlorlu törəmələri də almaq olur. Qələvi hipoxloritlərlə fenolun 2,4,6-trixlorfenola kimi xlorlaşdırılmasını aparmaq olur.

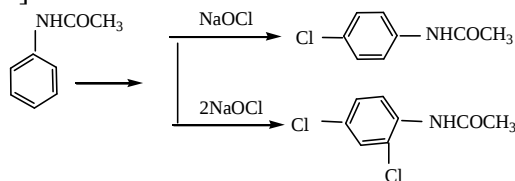
Aromatik oksitürşuların xlorlaşması hərdən karboksil qrupunun parçalanması ilə də müşahidə olunur. Hipoxloritə artıq miqdarda salisil turşusu ilə təsir etdikdə mono və dixloritlərin qarışığı əmələ gəlir və turşunun dekarboksidləşməsi baş verir. Hərdən karboksil qrupunda parçalanma hətta daha yumşaq xlorlaşma şəraitində də baş verə bilər. Məs., natrium hipoxloritin 1-oksinaftoy turşusu ilə qarşılıqlı təsirdən otaq temperaturunda 1-oksi-4-xlor-naftoy-2 turşusu alınır [17].



Hipoxloritlərdən benzoy turşusunun xlorlaşmasında da istifadə oluna bilər. Bu halda reaksiyanı daha sərt şəraitdə aparmaq tələb olunur. F.F.Beylşteyn və A.Kulberq göstərmişlər ki, benzoy turşusunun ağardıcı əhəngin şəffaf qatı məhlulu ilə qaynadılmasından mono-, di- və trixlorbenzoy turşusu əmələ gəlir. Müəlliflər bunu xüsusilə 3,5- dixlorbenzoy turşusunun alınması üçün təklif edirlər. Bu və ya digər son məhsulun alınması əsasən qaynama vaxtından və ağardıcı əhəngin miqdarından asılıdır.

Aromatik aminlərdə amin qrupu ilə tutulmamış karbon atomlarındakı hidrogenləri hipoxloritlə xlorlaşmada xlorla əvəz etməklə, xlorlu törəmələrini almaq olur.

Amin qrupları ilə tutulmamış aromatik aminlər hipoxloritlə güclü qarşılıqlı təsirdə olub, oksidləşmə məhsulları, polimer yaxud xloramin əmələ gətirir. Amini asetilləşdirməklə nüvədə xlorlaşdırma aparmaq asan olur. Məs., ağardıcı əhəngin təsirindən asetat turşusu məhlulunda reagentlərin münasibətinə uyğun xlor asetanilid yaxud 2,4-dixlorasetanilid yaxud 2,4 – dixlorasetanilid əmələ gəlir [18].



2-Asetotoluidid də analogi olaraq 4-xlor-2-asetotoluidid və 4,6-dixlor -2-asetotoluidid verir. Natrium hipoxloritdən istifadə etməklə aminqrupu ilə tutulmuş aromatik aminsulfoturşuları da xlorlaşdırmaq olur.

Hetrotsiklik birləşmələrin xlorlaşması üçün hipoxloridlərdən, demək olar ki, istifadə olunmamışdır. Hipoxloritin qələvi məhlulunun pirrola təsirindən pirrol tetraxlorpirrola kimi xlorlaşır və tədricən dixlormalein turşusuna qədər oksidləşir.

Yuxarıda qeyd olunan kimyəvi üsullarla sulfuril xlorid və hipoxloritlə xlorlaşmanın əksəriyyətinin elektrokimyəvi üsulla xlorlaşması aparılmamışdır.

Hal-hazırda tərəfimizdən göstərilən halogenləşmə agentləri ilə həmçinin abqaz hidrogen xloridlə bir sıra aromatik karbohidrogenlər və onların törəmələrinin elektrokimyəvi üsulla xlorlaşması müvəffəqiyyətlə həyata keçirilir. Belə ki, benzol, toluol, etil benzol, ksilollar, kumol, fenol, alkil fenollar, naftollar, alkil naftolların bəzi nümunələrinin elektrokimyəvi üsulla xlorlaşması

həyata keçirilmiş, dienlər, aromatik aminlər, aromatik oksitürşular və digər birləşmələrin xlorlaşması üzrə tədqiqatlar davam etdirilir.

Bundan başqa polimerlərin alınması və xlorlaşdırılması, sulfoxlorlaşdırılması istiqamətində də laboratoriyamızda tədqiqatlar aparılır.

ƏDƏBİYYAT

1. Hətəmov M.M., Şahgəldiyev F.X., Muradov M.M., Abdullayeva M.B. Elektrokimyəvi sistemdə fenolun xlorlaşması / Boloniya təhsil prosesində universitet-sənaye əlaqələrinin müasir problemləri. Beynəlxalq simpozium. Gəncə-2016, s.223-225
2. Muradov M.M., Hətəmov M.M., Hüseynova İ.H., Ağayev Ə.Ə. Elektrokimyəvi üsulla fenolun xlorlaşması / M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunun 80 illik yubleyinə həsr olunmuş respublika elmi konfransı, 15-16 noyabr, Bakı, 2016, s.188-189
3. Федоров Л.А. Диоксины как экологическая опасность: Ретроспектива и перспективы, М.: Наука, 1993, 266 с.
4. Мельников А.А. Новые средства защиты растений, М.: Знание, 1969, 80 с.
5. Hətəmov M.M., Muradov M.M., Bayramov A.A., Abdullayeva M.B. 2,4-Dixlorfenoksisirkə turşusunun elektrokimyəvi üsulla sintezi // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi, 2017, cild 17, № 1. Sumqayıt, SDU, s. 29-32
6. Патент СССР №187752 (RU 187752), Способ получения п-хлорфенола, Бюллетень №21, 20.X.1966
7. Aghaev A.A., Muradov M.M., Huseynova I.H., Gatamov M.M. Chlorination of o-cresol in the electrochemical system. Norwegian Journal of Development of the International Science, 2017, № 2, V.1, pp.17-21
8. Мурадов М.М., Гусейнова И.Г., Гатамов М.М. Электрохимическое хлорирование м-ксилола в солянокислом растворе // Colloquium-journal Certificate uczestnika czasopisma naukowe, Redaktor naczelny Pawel Nowak 20.02.2018 zeszyt № (13) "Colloquium-journal"
9. Ушакова И.П., Брачина А.А., Миронов А.Ф. Методы галогенирования в тонком органическом синтезе. Уч. Пособие, М., 2005, с.35-38
10. А Авт. Свидетельство №199139, И.Наумов и З.Г.Лаптева, Способ получения мета-хлорфеноле, Оpub. 30 сентября 1949 г.
11. Авт свид. №365351. Б.Я. Либман, В.Ш. Мирзаянов, Е.А. Винников, И.Л.Богатырев и В.И.Носенко. Способ получения моноклорзамещенных алкилфенолов. Заявлено 06.11.1971 (№1619469/23-4), дата опуб. описания 16.V.1973
12. Мурадов М.М., Гусейнова И.Г., Гатамов М.М., Агаев А.А. Хлорирование 2,6-диметилфенола в электрохимической системе // Евразийский союз ученых (ЕСУ) Ежемесячный научный журнал. ч. III, № 8(53), 2018, с.49-52
13. Muradov M.M., Huseynova I.G., Nazarova M.K., Gatamov M.M., Prochokina T.R., Aghayev A.A. Electrochemical method of chlorination 2,4-dimethylphenol // Scientific research of the sco countries: sunergy and integration, Materials of the International Conference, Beijing, China 2019, june14, pp.100-108
14. Мурадов М.М., Гусейнова И.Г., Гатамов М.М. Электрохимическое хлорирование м-ксилола в солянокислом растворе // Colloquium-journal Certificate uczestnika czasopisma naukowe, Redaktor naczelny Pawel Nowak 20.02.2018 zeszyt № (13) "Colloquium-journal"
15. Патент СССР №187752 (RU 187752), Способ получения п-хлорфенола, Бюлл. №21, 20.X.1966
16. Тищенко Д. ЖРХО, 60, 153 (1928)
17. Reissert, Ber, 44, 865 (1911)
18. Chatta Way, Orton, Proc. Chem. Soc.,17, 39 (1920)

РЕЗЮМЕ
ХЛОРИРОВАНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ
В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Мурадов М.М.

Ключевые слова: электрохимический метод, хлорорганические вещества, абгаз хлорида водорода, асидофные вещества, электрофильный заместитель.

В представленном обзоре проведен анализ изданий (литература и патент), посвященных процессу хлорирования ароматических углеводородов химическими методами. На основе анализа литературных сведений было выявлено, что некоторые недостатки, возникающие при хлорировании ароматических углеводородов химическими методами, можно устранить электрохимическим путем. В отличие от химического метода, продукт полученной электрохимическим путем обладает относительно высокой степенью чистоты и выходом, а сам процесс проводится на упрощенной электролизной установке и при низкой температуре. При электрохимическом хлорировании образование побочных продуктов в меньшем количестве, а также образование хлорированных агентов, а также образование хлорированных агентов во время процесса обеспечивают экологическую безопасность.

В настоящее время успешно проводится хлорирование электрохимическим методом ряда ароматических углеводородов и их производных с указанными галогенагентами, в том числе с абгазом хлорида водорода. Таким образом, электрохимическим методом проведено хлорирование некоторых образцов бензола, толуола, этилового бензола, ксилолов, кумола, фенола, алкилфенолов, нафтолов, алкилнафтолов, а исследования по хлорированию диенов, ароматических аминов, ароматических оксикислот и других соединений продолжаются.

SUMMARY
CHLORINATION OF AROMATIC HYDROCARBONS IN THE ELECTROCHEMICAL SYSTEM
Muradov M.M.

Key words: electrochemical method, chlorine organic substances, abgas hydrogen chloride, acidol substances, electrophilic substitutes.

The presented review analyses publications (literature and patents) on the chlorination of aromatic hydrocarbons by chemical methods. On the basis of the analysis of the literature data, it was found that some deficiencies in chlorination of aromatic hydrocarbons by chemical methods can be overcome by electrochemical method. Thus, unlike chemical methods, the degree of purity and discharge of electrochemical products is relatively high, and the process is carried out at a simple electrolysis device and at low temperatures. Insufficient amount of intermediate products in electrochemical chlorination, as well as the acquisition of chlorination agents in the process, ensures environmental security.

Electrochemical chlorination of a number of aromatic hydrocarbons and their derivatives is successfully carried out with the currently mentioned halogenation agents, as well as with abgas hydrogen chloride. Thus, chlorination of some samples of benzene, toluene, ethyl benzene, xylenes, phenol, alkyl phenols, naphthols, and alkyl naphthols by electrochemical method was carried out, and studies on chlorination of dienes, aromatic amines, aromatic oxidants and other compounds are in progress.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	21.02.2020
	Son variant	28.05.2020

УДК 620.197-034 (075.8)

ИЗУЧЕНИЕ КОРРОЗИИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В СРЕДЕ ПОЛУЧЕНИЯ КЛЕЕВОЙ КОМПОЗИЦИИ

³МАМЕДОВА ЭЛЬМИРА САРВАР ГЫЗЫ²САЛАЕВА ЗАРИФА ЧЕРКЕС ГЫЗЫ¹МАМЕДАЛИЕВ ГЕЙДАР АЛИ ОГЛУ*АО «Научно-исследовательский и производственный центр, Олефин», г. Баку, Азербайджан**1-директор, 2-ученый секретарь, 3-н.с.*olefin-merkez@mail.ru⁵ГУСЕЙНОВА АЙБЕНИЗ ЭЛЬБРУС ГЫЗЫ⁴АХМЕДОВА РАХИЛЯ РЗА ГЫЗЫ*Сумгаитский государственный университет, 4-доцент, 5-ст.преподаватель*olefin-merkez@mail.ru

Ключевые слова: коррозия, полимеризация, клеевая композиция, катализатор, металлические материалы, сополимеризация

Коррозия металлов – это разрушение металлов вследствие физико-химического воздействия внешней среды, при этом металл переходит в окисленное состояние и теряет присущие ему свойства. На практике наиболее часто встречаются следующие типы коррозии: язвенная, точечная или (питтинговая), щелевая и др. Эти виды коррозии особенно опасны для конструкций, где важно сохранение герметичности или непроницаемости, например, аппаратов, трубопроводов и т.д. Развитию точечной и язвенной коррозии благоприятствует присутствие в растворе пассиваторов (кислород, окислители) и сильных активаторов (ионы хлора, брома или вода). Одним из методов защиты металлических конструкций от коррозии является применение ингибиторов коррозии. Некоторые из них были разработаны авторами данной статьи [1-3].

Как известно, малоуглеродистая сталь, составляющая большую часть конструкций нефтеперерабатывающих заводов и нефтяных скважин, в агрессивных средах подвергается сильной коррозии [4-6]. Целью настоящей работы является изучение коррозии различных металлических материалов в среде получения клеевой композиции.

Среда производства клеевых композиций не отличаются высокой коррозионной агрессивностью. Наиболее коррозионно-активными компонентами в этом случае являются акриловая кислота и хлорное олово. В блоке в среде азота, в качестве катализатора использовали SnCl_4 – четыреххлористое олово.

Благодаря наличию двойной связи цепи олигомера, полученные соединения в присутствии радикальных инициаторов сополимеризуются с виниловыми мономерами, такими как стирол. Стирол уменьшает вязкость полимеризующейся системы и тем самым несколько повышает кинетическую подвижность олигомерных цепей, в результате чего увеличивается число молекулярных соединений между компонентами и повышается глубина превращения сополимеров в единицу времени. Как было отмечено, следует уделять особое внимание агрессивности среды, которая зависит от состава раствора, однородности и загрязненности образцов, возможности доступа воздуха и т.д. Все, что может повлиять на электрохимический процесс коррозии, будет также влиять на скорость и характер коррозионного разрушения металлов [7-12]. Так, скорость коррозии ст.3 в 0,1%-ном растворе акриловой кислоты составляет 4,9 мм/год; скорость коррозии высоколегированной стали

10XI7H13M3T в 5%-ном водном растворе достигает 5мм/год . Однако, в процессе получения клеевой композиции водный раствор этих веществ не используются и весь процесс протекает в органической среде, что значительно замедляет процесс коррозии.

Экспериментальная часть. Коррозионные исследования проводились в лабораторных условиях в средах, соответствующих стадиям получения клеевой композиции [8-10]. Скорость коррозии определялась гравиметрическим методом по формуле:

$$P = \frac{\Delta P}{S \cdot \tau} \quad \text{г/м}^2 \cdot \text{час}$$

где ΔP – изменение в весе образцов до и после испытаний, час

S – площадь работающей поверхности, м²

τ - время проведения опыта, час

Испытания проводились на образцах в виде прямоугольников. Обработка образцов до и после испытаний проводилась по РТМ 26-01-21-68. Коррозионным испытаниям подвергались следующие материалы: ст.20, ст.08X13, ст. 12С18Н10Т, ст. 12Х21Н5Т, ст. 10Х14Г14Р4Т и титан ВТ1-0. Данные по скоростям коррозии испытанных материалов в I и II стадиях полимеризации, а также в условиях приготовления катализатора SnCl₄ в бензоле приведены в таблице 1.

Таблица 1

*Результаты коррозионных испытаний металлических материалов в процессе получения
клеевой композиции*

Состав среды	Температура, °С	Продолжи- тельность испытаний, час	Марка испытанного материала	Скорость коррозии, г/м ² час	Примечание
SnCl ₄ – 50% Бензол сухой – 50%	25	50	Ст.20 Ст.08X13 Ст.12Х21Н5Т Титан ВТ1-0	903 903 0,004 0,002	
SnCl ₄ – 50% Бензол влажный – 50%	25	150	Ст.20 Ст.08X13	905 903	Точечная коррозия
I стадия полимеризации					
АК – 89 мм ОП – 200 SnCl ₄ – 2,34 мл Бензол – 5 мл ГХ – 0,3 г	20-25	24	Ст.20 Ст.08X13 Ст.12Х18Н10Т Ст.12Х21Н5Т Ст.10Х14Г14Н4Т Титан ВТ1-0	0,041 0,021 0,0087 0,0055 0,0073 0,0063	
// - //	// - //	330	Ст.20 Ст.08X13 Ст.12Х18Н10Т Ст.12Х21Н5Т Ст. 10Х14Г14Р4Т Титан ВТ1-0	0,002 0,002 0,001 0,001 0,002 0,001	
II стадия полимеризации					
АПГ* Третбутилпербензоат Стирол	100	3,5	Ст.20 Ст.08X13 Ст.12Х18Н10Т Ст.12Х21Н5Т Ст. 10Х14Г14Р4Т Титан ВТ1-0	< 0,001 < 0,001 < 0,001 < 0,001 < 0,001 < 0,001	

* АПГ – акрилат пропиленгликоля (моноакрилатолигооксипропиленгликоль)

Следует отметить, что 1 стадия полимеризации – это синтез моноакрилатоолигооксипропиленгликоля (АПГ) на основе акриловой кислоты и окиси пропилена с применением в качестве катализатора четыреххлористого олова; 2 стадия полимеризации – это сополимеризация АПГ со стиролом (SnCl_4).

Как видно из таблицы 1, в условиях приготовления катализатора все испытанные материалы являются достаточно стойкими, но при этом следует учитывать влажность бензола, так как при использовании влажного бензола на образцах из ст.20 наблюдается точечная коррозия [11-12].

В стадии синтеза моноакрилатоолигооксипропиленгликолей все испытанные материалы являются стойкими, причем коррозия во времени даже несколько снижается.

При сополимеризации моноакрилатоолигооксипропиленгликолей со стиролом практически никаких изменений не наблюдалось, скорости коррозии всех материалов ничтожно малы, что позволяет отнести их к группе «совершенно стойкие» по десятибалльной шкале коррозионной стойкости (ГОСТ 13819-68).

Выводы. Несмотря на то, что в условиях полимеризации ст.20 проявляет высокую коррозионную стойкость, однако применение углеродистой стали для приготовления полимеризаторов признается недопустимым, так как на ее поверхности откладывается полимер, что ухудшает теплопередачу и вызывает другие осложнения в производстве. Значительно более долговечными являются полимеризаторы, изготовленные из двухслойной стали ст.3Х18Р10Т или из углеродистой стали, футерованной листовой сталью Х18Р10Т с мешалками из нержавеющей или хромированной углеродистой стали.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с №1007377 СССР, Поли- N-(децил)-N-этилфениламида акрилового ряда в качестве ингибиторов серо-водородной коррозии / Мехтиев С.И., Мамедова Э.С., Гейдаров М.А., опубл. 1982.
2. А. с. №1154916, СССР. Поли- N-замещенные акриламида внутренней циклизации для получения антикоррозионных покрытий / Мамедова Э.С., Тагиев Р.Б., Рыскина Ю.П., опубл. 1985
3. Мамедова Э.С., Мамедалиев Г.А. Полимерная композиция в качестве антикоррозионного покрытия // Материалы VII Бакинской международной Мамедалиевской конференции по нефтехимии, Баку, 3-6 октября, 2012, 380 с.
4. Туфанов Д.Г. Коррозионная стойкость нержавеющей сталей, сплавов и чистых металлов. Справочник «Металлургия». М., 1982, с.209.
5. Мамедова Э.С. Получение линейных и циклических олигомеров катионной полимеризацией пропиленоксида и эпихлоргидрина // Химия и нефтехимия. №4. Баку, 2000, с.24-32
6. Мамедалиев Г.А., Мамедова Э.С. Исследование реакции сополимеризации монометакрилатоолигооксипропиленгликолей со стиролом и возможные области их применения // Вопросы химии и химической технологии» (Украина), 2013, №1, с.88-94
7. Мамедова Э.С., Салаева З.Ч., Мамедалиев Г.А., Джафаров В.Д. Исследование реакции олигомеризации эпихлоргидрина в присутствии акриловой кислоты методом ИК спектроскопии //Вопросы Химии и Химической Технологии, (Украина). №6, 2011, с.60-68
8. Мамедалиев Г.А., Мамедова Э.С., Салаева З.Ч. Синтез ПСО катионной олигомеризацией пропиленоксида // Вопросы химии и химической технологии» (Украина), 2011. №6, с.56-60
9. Мамедалиев Г.А., Мамедова Э.С., Салаева З.Ч., Джафаров В.Д. Синтез ПСО катионной олигомеризацией эпихлоргидрина // Вопросы химии и химической технологии (Украина). №1. 2012, с. 57-60

10. Мамедалиев Г.А., Мамедова Э.С., Салаева З.Ч., Джафаров В.Д. Теплофизические свойства сополимеров стирола с ПСО пропиленоксида и эпихлоргидрина // Вопросы химии и химической технологии. (Украина). №6. 2012, с.64-69
11. Моисеева Л.С. Разработка научных принципов защиты металлов от углекислотной коррозии ингибиторными композициями. Реферат докт. дисс. 1996, Москва, НИФХИ им. Л.Я. Карпова, 50 с.
12. Гончарова О.А. Защита металлов от коррозии летучими олефинами и композициями на их основе. Автореф. канд. дисс. 2010, УРАН ИФХЭХ им. А.Н. Фрункина РАН, 25 с.

XÜLASƏ

YAPIŞQAN KOMPOZİSİYANIN ALINMASI MÜHİTİNDƏ MÜXTƏLİF METAL MATERİALLARIN KORROZİYASININ ÖYRƏNİLMƏSİ

Məmmədova E.S., Salayeva Z.Ç., Məmmədliyəv H.Ə., Hüseynova A.E., Əhmədova R.R.

Açar sözlər: *korroziya, polimerləşmə, yapışqanlı kompozisiya, katalizator, metal materiallar, sopolimerləşmə*

Məqalədə yapışqanlı kompozisiyanın alındığı mühitdə müxtəlif materialların korroziya tədqiqatının nəticələri təqdim edilmişdir. Korroziya dərəcəsi katalizatorun hazırlanmasında və yapışqanlı kompozisiyanın alınmasının müvafiq mərhələlərində laboratoriya şəraitində qravimetrik üsulla öyrənilmişdir. Göstərilmişdir ki, dördkünc qalay katalizatorunun (SnCl₄) hazırlanması şəraitində benzolun rütubətini nəzərə almaq lazımdır, belə ki, nəm benzoldan istifadə zamanı st.20-dən olan nümunələrdə dəqiq korroziya müşahidə edilir. Müəyyən edilmişdir ki, St. 20 polimerləşmə şəraitində yüksək korroziya müqaviməti göstərir, lakin polimerləşdiricilərin hazırlanması üçün karbon poladdan istifadə edilməsi yolverilməz hesab edilir, çünki onun səthində polimer yığılır, bu da istiliyin ötürülməsini pisləşdirir və İstehsalatda digər ağırlaşmalara səbəb olur.

SUMMARY

STUDY OF CORROSION OF VARIOUS METAL MATERIALS IN THE ENVIRONMENT OF OBTAINING GLUE COMPOSITION

Mammadova E.S., Salaeva Z.Ch., Mammadaliyev H.A., Huseynova A.E., Ahmedova R.R.

Key words: *corrosion, polymerization, adhesive composition, catalyst, metallic materials, copolymerization*

The article presents the results of a study of the corrosion of various materials in the environment of the adhesive composition. The corrosion rate was studied by the gravimetric method in laboratory conditions in the preparation of the catalyst and in the environment of the corresponding stages of the preparation of the adhesive composition. It is shown that under the conditions of preparation of the stannum tetrachloride catalyst (SnCl₄), the humidity of benzene should be taken into account, so when using humid benzene, pitting corrosion is observed on samples from st.20. It was established that under the polymerization conditions st.20 exhibits high corrosion resistance, however, the use of carbon steel for the preparation of polymerizers is recognized as unacceptable, since polymer is deposited on its surface, which impairs heat transfer and causes other complications in production.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	24.10.2019
	Son variant	30.01.2020

UOT 543. 546. 881

**MALEİN ANHİDRİDİSTİROL SOPOLİMERİ ƏSASINDA SİNTEZ
OLUNMUŞ 6-FENİL 1,3,5-TRİAZİN 2,4-DİAMİN FRAQMENTLİ
XELATƏMƏLƏGƏTİRİCİ SORBENT VASİTƏSİLƏ VANADIUM
(V) İONUNUN SORBSİYON FOTOMETRİK TƏYİNİ.**

HƏSƏNOVA MÜŞKÜNAZ BƏXTİYAR

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, dissertant

m.hesenova.74@mail.ru

Açar sözlər: sorbsiya, 6-fenil 1,3,5-triazin 2,4-diamin, qatılaşdırma, malein anhidridi, sopolimer, sintetik polimer

Təbiətdə bu metala dəmir filizlərində, çöküntü və maqmatik süxurlarda, eləcə də şistlərdə rast gəlinir. Eyni zamanda vanadium Yer qabığında, dəniz sularında və canlı orqanizmlərdə geniş yayılmış bir elementdir. Vanadiumun Yer qabığında kütlə payı $1,5 \cdot 10^{-2}$ - $1,9 \cdot 10^{-2}$ % təşkil edir [1]. Tibbi nöqtəyi-nəzərdən müəyyən olunmuşdur ki, bu mikroelement canlı orqanizmdə gedən bir çox proseslərin fəal iştirakçısıdır. İnsan orqanizminin vanadiuma olan tələbatı sutkada 2 mq təşkil edir [2]. Belə ki, praktiki məqsədlə bu mikroelementin qəbulu zamanı orqanizmdə gedən oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarının qarşısı alınır və bu zaman sərbəst radikallar yaranma bilmir və nəticədə bir çox onkoloji xəstəliklərin qarşısı alınmış olur [3]. Vanadium ətraf mühətdə yayılmasının antropogen faktorları müxtəlifdir. Bura həm sənaye obyektləri, həm də təbii obyektlər daxildir (vulkan püskürməsi, təbii yanğınlar, külək eroziyası). Vanadiumun toksiki xassəsi onun oksidləşmə dərəcəsi ilə asılıdır, belə ki, oksidləşmə dərəcəsi artdıqca toksiki xassəsi artır və artıq miqdarı olduqca təhlükəlidir. Ona görə də bu elementin mikroqramlarının təyini üçün qatılaşdırmanın zərurəti yaranır. Qatılaşdırmanın müxtəlif metodları var. Qatılaşdırmanın ən əhəmiyyətli metodlarından biri metal ionlarının polimer sorbentlərlə xelatlar şəklində sorbsiyasıdır. Həmin bu polimer xelatəmələgətirici sorbentlər polimer matrisaya kimyəvi modifikasiya vasitəsilə funksional aktiv qrupların daxil edilməsi üsulu ilə alınmışdır. Bu zaman əsasən polistirol və onun sopolimerlərindən daha geniş istifadə olunur. Sorbentlərin sorbsiya xassəsi daxil edilmiş kompleksəmələgətirici qrupun təbiətindən asılıdır. Modifikasiya olunmuş kimyəvi aktiv qruplar məhlulda metal ionları ilə davamlı xelatlar və ion assosiatları yaratmaq xassəsinə malikdir. Polimer xelat sorbentlərlə aparılan sorbsiya prosesi təyinatın sadəliyi, sürətli və yüksək effektivliyinə görə digər metodlardan seçilir. Bu məqsədlə də malein anhidridi-stirol sopolimeri əsasında 6-fenil, 1,3,5-triazin, 2,4- fraqmenti saxlayan amin vasitəsilə formaldehid iştirakında yeni sintetik sorbent sintez edilmişdir. Alınmış sorbentin quruluşu İQ metodu ilə identifikasiya edilmişdir. Həmin bu sistemdə sorbentin sorbsiya xassələrini müəyyənləşdirmək üçün V(V) ionunun sorbsiyasına təsir edən bir sıra parametrlər müəyyənləşdirilmişdir: mühitin pH-nın, metal ionunun qatılığının, zamandan asılılığının və ion qüvvəsinin təsiri öyrənilmişdir. Eyni zamanda udulmuş metal ionlarının sorbentdən desorbsiyası da öyrənilmişdir.

Təcrübi hissə.

Cihazlar və məhlullar.

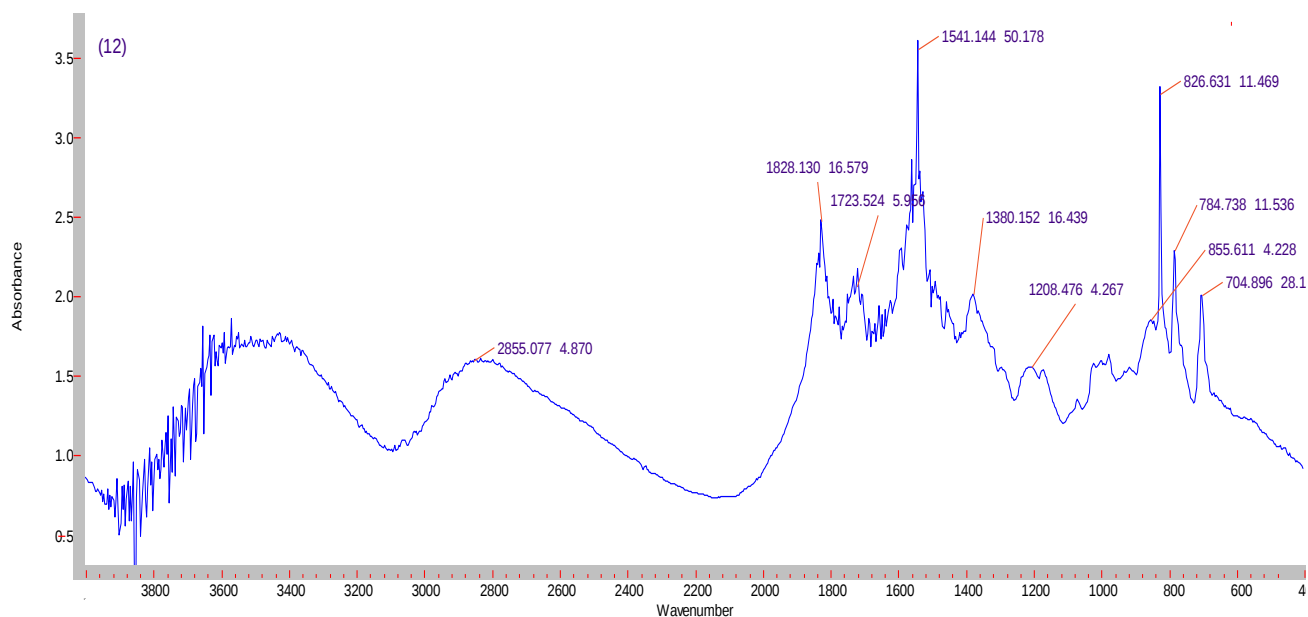
V(V) ionunun məhlulda tarazlıq qatılığı piroqallol əsaslı 2,3,4-trihidroksi, 3-nitro, 4-sulfoazobenzol reagenti ilə spektrofotometrik metodla təyin edilmişdir. Ədəbiyyat məlumatlarının araşdırmaları göstərir ki, vanadium tərkibində O, N,S saxlayan reagentlərlə davamlı kompleks birləşmə əmələ gətirir [4]. Həmin bu reagent satışda olmadığı üçün onu məlum metodika ilə sintez etmişik [5]. 10^{-2} M qatılıqlı məhlulu NH_4VO_3 (k.t.) duzunun qatı H_2SO_4 turşusu ilə birlikdə 1:1 nisbətində qarışdırılaraq 160°C -də asta-asta buxarlandırılaraq (5 ml həcm qalana qədər), 100 ml-ik

kolbada ölçü xəttinə qədər distillə suyu ilə durulaşdırılmasından hazırlanmış və qatılığı standartlarla müqayisə edilərək dəqiqləşdirilmişdir [6]. Mühitin pH-nı sabit saxlamaq üçün HCl fiksanasından (pH 0-2) və ammonium-asetat bufer məhlulundan (pH 3-11) və və $NaOH$ (pH=12-14) məhlulundan istifadə edilmişdir. 0,1 M CH_3COOH və 0,1 M NH_4OH məhlulu 98 %-li sirkə turşusu və 25 %-li ammonium-hidroksid maddələrinin qatı məhlullarından hazırlanmışdır. Natrium-hidroksid məhlulu əvvəlcədən $BaCl_2$ vasitəsilə karbonatlardan təmizlənmiş $NaOH$ -dan hazırlanmışdır. KOH məhlulu qələvinin hesablanmış kütləsinin distillə suyunda həll edilməsi ilə hazırlanmış və standart HCl məhlulu ilə titrlənərək qatılığı dəqiqləşdirilmişdir. İon qüvvəsini sabit saxlamaq üçün (k.t) KCl duzundan istifadə edilmişdir. Məhlulların optiki sıxlıqları "Lambda-40" spektrofotometrində KFK-2 fotokolorimetrində ($\lambda=490$ nm-də) qalınlığı $\ell=1$ sm olan küvetlərdə ölçülmüşdür. Bufer məhlullarına pH-na PHS-25 markalı şüşə elektrodlu ionomer vasitəsilə nəzarət edilmişdir. Sorbentin Varion 640-İR spektrometrində $4000-400\text{ sm}^{-1}$ tezlik diapazonunda spektrivə "STAPT 1600" cihazında termoqramması çəkilmişdir.

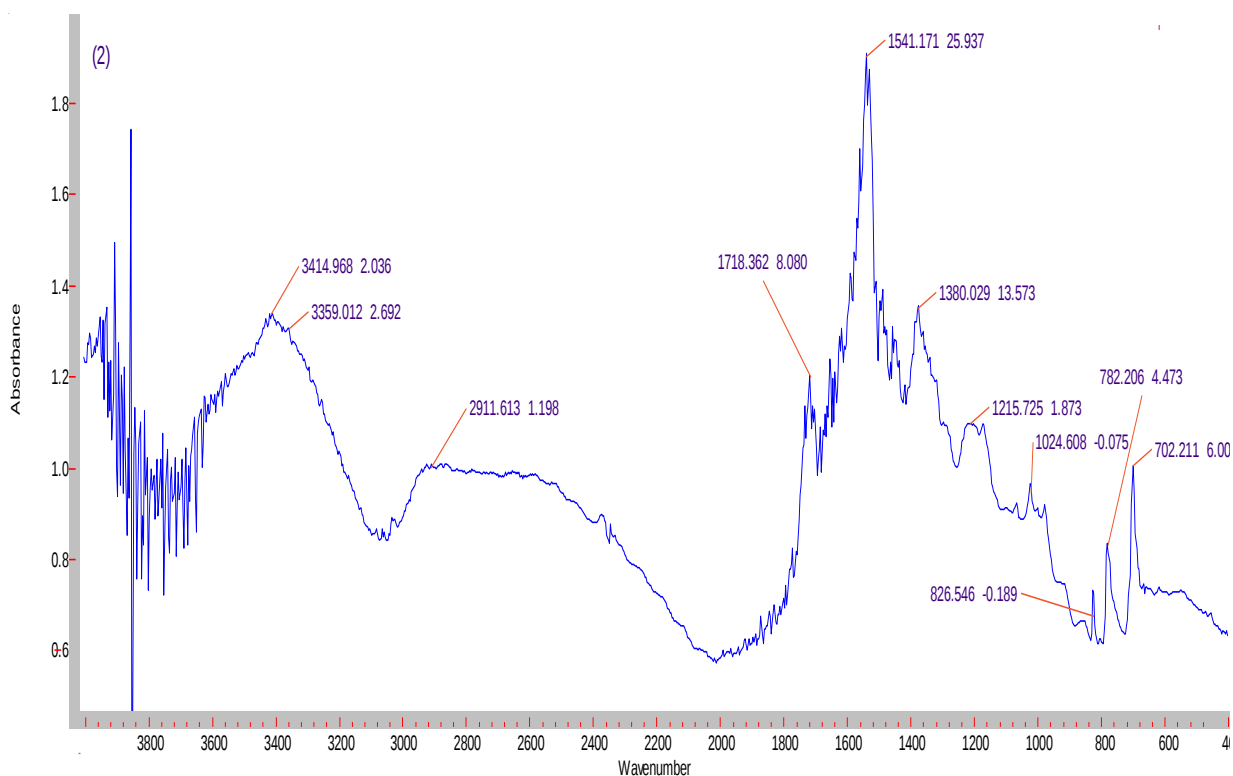
Metodika. Ədəbiyyatdan məlumdur ki, xətti qurluqlu sopolimerlərin sorbsiya tutumu yüksək olur. Araşdırmalarımız göstərir ki, malein anhidridi stirolla 1:1 nisbətində xətti qurluqlu növbəli sopolimer əmələ gətirir [7]. Malein anhidridi - stirol sopolimeri məlum metodika ilə malein anhidridinin (k.t.) stirolla (k.t.) benzol məhlulunda, su hamamında ($80-85^\circ C$, 140 dəq.) radikal sopolimerləşməsindən alınmışdır [8]. İnsiator kimi azobisizobutilonitrildən (ABİN) istifadə edilmişdir. Alınmış sopolimer benzolla yuyularaq $50^\circ C$ -də vakuumda sabit çəkiyə qədər qurudulur. Sorbentin sorbsiya qabiliyyəti onun vahid kütləsinə düşən funksional analitik qrupların qatılığından, metal ionunun polimer matrisə daxilolma dərəcəsiindən, iondəyişmə nəticəsində əmələ gəlmiş rəbitənin və alınmış kompleksin davamlılığından asılıdır. Makromolekulun müxtəlif konformasiyalarda olması nəticəsində metal kationları bütün funksional analitik qruplarla qarşılıqlı təsirdə ola bilmir. Bu səbəbdən sorbentin sorbsiya tutumunun məhlulda olan metal ionlarının qatılığından asılılığı həmişə düzxətli olmur. Təqdim olunan bu işdə məlum metodika ilə malein anhidridi-stirol sopolimeri əsasında 6-fenil, 1,3,5-triazin, 2,4-diaminilə xelatəmələgətirici polimer sorbent sintez olunmuşdur [9]. Sopolimerin üzərinə formaldehid və aminin hesablanmış miqdarı (suda həll edilərək) əlavə edilərək qum hamamında 1,5 saat müddətində fasiləsiz qarışdırılaraq aparılır. Alınmış sorbent su ilə yuyularaq $50^\circ C$ -də vakuumda sabit çəkiyə qədər qurudulur. V(V) ionunun udulmuş miqdarını müəyyən etmək üçün fotometrik metoddan istifadə edilmişdir [10]. Müxtəlif üzvi reagentlərin vanadiuma təsiri göstərir ki, həmin üzvi reagentlərdə vanadium üçün xarakterik olan xüsusi atom qrupları olur. Reagent molekulunda metalla birləşən belə atom qruplarının sayı iki və daha artıq olanda bunların təsiri daha böyük olur. Vanadium tərkibində iki və daha çox belə funksional qrupları olan reagentlərlə xelat kompleks əmələ gətirir. Çox funksional qrup olan liqandların əmələ gətirdiyi komplekslərdə xelat effekti yaranır və kompleks davamlı olur. Beləliklə, məlum olmuşdur ki, V(V) ionu turş mühitdə pH 5-də (maksimum işıq udması $\lambda_{\max}=490$ nm dalğa uzunluğunda) 2,3,4 -trihidroksi 3'-nitro 4'-sulfoazobenzol reaktivləri ilə qarşılıqlı təsirdə olaraq rəngli kompleks birləşmə əmələ gətirir.

Nəticələr və onların müzakirəsi.

Sorbentin və kompleksin identifikasiyası. Alınmış sorbent (şəkil 1) və kompleks (şəkil 2) İQ-spektroskopiya metodu ilə identifikasiya olunmuşdur [11-12]. Aparılan araşdırmalardan məlum olur ki, kompleksin spektrində $3414-3359\text{ sm}^{-1}$ (karboksil qrupundakı $-OH$ qrupunun valent rəqsləri, həmçinin $-NH$ qrupunun valent rəqsləri ($3359-2911\text{ sm}^{-1}$)) $1723-1718\text{ sm}^{-1}$ (karboksil qrupundakı $C=O$ qrupunun valent rəqsləri), $1718-1541\text{ sm}^{-1}$ ($C-N$ valent rəqsləri və $N-H$ deformasiya rəqsləri), $1380-1215\text{ sm}^{-1}$ (benzol halqasında $C-C$ valent rəqsləri), $1024-702\text{ sm}^{-1}$ (benzol halqasında $C-C$ deformasiya rəqsləri) tezliklərdə udma zolaqlarında sürüşmələr müşahidə olunur. Bu kompleksin ehtimal olunan qurluşunun alındığını deməyə imkan verir.



Şəkil 1. 6 fenil 1,3,5 triazin fraqmentli sorbentin İQspektri



Şəkil 2. 6 fenil 1,3,5 triazin fraqmentli sorbentin vanadium (V) ionu ilə əmələ gətirdiyi kompleksin İQ spektri

Sintez olunmuş sorbentin və V(V) ionunun sintez olunmuş sorbent ilə əmələ gətirdiyi polixelatin termoqrammalarının analizinin nəticələri göstərir ki, sorbentlərimiz 120⁰C- temperatura qədər davamlıdır, sorbentə nisbətən isə kompleksdə kütlə azalması zəif sürətlə baş verir və sorbentin özü ilə müqayisədə kütlə azalması azdır. Bu sorbent fazada davamlı xelat tsikllərinin əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır.

pH-in sorbsiya prosesinə təsiri. Sorbsiya prosesi zamanı optimal mühitin seçilməsi ən mühüm parametrlərdən biridir. Sorbentlərin turşu əsaslı xassələri onların əsas xarakteristikası olub, metal ionunun sorbsiyasını, metal ionunun maksimum ayrılma dərəcəsinə uyğun pH-ın intervalını

(pH_{opt}) və sorbsiya zamanı sorbentin seçiciliyini müəyyən edir. Polimer matrisaya daxil edilən analitik qruplar turşu xassəli funksional qruplardır. Mühitin pH sorbsiya tutumuna da əhəmiyyətli təsir göstərir. Məlumdur ki, məhlulda hidrogen ionlarının qatılığı bərk və maye fazaları arasındakı tarazlığa təsir edən faktorlardan biridir. Sorbsiya prosesində optimal pH-ı müəyyənləşdirmək üçün eyni miqdarda (30mq) sorbent və eyni həcmdə metal məhlulu (2ml) və 18 ml uyğun pH əlavə edilərək (pH-3-7) sorbsiya təcrübələri qoyulur. Sutka tamam olduqda hər bir kolbadan müxtəlif alikvot hissə götürülərək, reaktiv və optimal pH fonunda ($\lambda_{max}=490nm$) ölçmələr aparılır. Müəyyən etmişik ki, pH-ın daha kiçik qiymətlərində polimer sorbentin şişmə dərəcəsi aşağı olur. Bunun əsas səbəbi funksional qrupların protonlaşmış formada olması ilə bağlıdır. pH böyük qiymətlərində isə metal ionları hidrolizə uğrayaraq müxtəlif formalı hidroksi komplekslər əmələ gətirir.

Sorbsiya prosesinin zamandan asılılığı. Sorbsiya zamanı sistemdə tarazlığın hansı zaman müddətində yarandığını müəyyən etmək üçün statik şəraitdə optimal pH mühitində (pH=4) ion qüvvəsinin sabit qiymətində sorbsiya təcrübəsi qoyulur və müxtəlif zaman fasilələrində maye fazadan alikvot hissə götürülərək, məhlulda metal ionunun qatılığı müəyyən edilir. İki ardıcıl ölçmə zamanı məhlulda metal ionunun qatılığının eyni olması tam sorbsiya tarazlığının yaranması deməkdir. Müəyyən olunmuşdur ki, vanadium (V) ionunun sintez olunmuş sorbentlə sorbsiya tarazlığı 2 saat müddətində yaranır.

Sorbsiya prosesinin metalın qatılığından asılılığı. Sorbsiya prosesinin metalın qatılıqdan asılılığını müəyyənləşdirmək üçün sorbentin kütləsini sabit saxlamaq $m_{sorbent} = const$ şərti ilə sorbent üçün optimal pH-ın həcmi və metalın qatılığını variasiya etməklə, 2,4,6,8,10, 20, 40, 60,80 $\times 10^{-4}$ M qatılıqlı məhlullar seriyası hazırlanır və sutka tamam olanda alikvot hissə götürülüb reaktiv və pH fonunda ölçmələr aparılır. Cədvəldən göründüyü kimi, V(V) ionunun sorbent ilə udulmasının maksimum qatılığı 80 mq/ml-dir. (ST_{max}=mq/q).

Cədvəl 1.

V(V) ionunun sintez olunmuş sorbent ilə sorbsiyasının metalın qatılığından asılılığı

$C_{Me}, 10^{-3}, mq/ml$	2	4	8	10	20	40	60	80
ST _{max} , mq/q	1,81	2,15	10,39	12,89	38,08	10,95	183,94	259,08

Sorbsiya prosesinə məhlulun ion qüvvəsinin təsiri. İon qüvvəsi metalın sorbsiya dərəcəsinə əhəmiyyətli təsir edir. Məhlulun ion qüvvəsinin artması ilə sorbsiya dərəcəsinin azalması müşahidə olunur. Bu, onunla izah olunur ki, məhlulun ion qüvvəsi artdıqca polimer liqandın çevikliyi azalır, funksional–analitik qrupların əhatəsi dəyişir, sorbentin şişmə dərəcəsi azalır və buna uyğun olaraq sorbsiya tutumunun azalması baş verir. Bu azalmanın konkret olaraq məhlulun ion qüvvəsinin hansı qiymətindən başladığını müəyyən etmək üçün tutum və forması eyni olan müxtəlif qablarda, optimal pH mühitində sorbsiya təcrübələri qoyulur. Bir sutkadan sonra metal ionunun tarazlıq qatılığı fotometrik analiz metodu ilə müəyyən edilir. Dəyişən kəmiyyət yalnız məhlulun ion qüvvəsinin qiyməti olur. Aldığımız nəticələrdən aydın olur ki, maye fazanın ion qüvvəsinin 0,8 mol/l qiymətinə qədər artması sorbsiya dərəcəsinə ciddi təsir etmir. İon qüvvəsinin sonrakı artımı V(V) ionun sorbsiya dərəcəsinin azalmasına səbəb olur.

Desorbsiya prosesinin öyrənilməsi. Sorbent tərəfindən udulmuş metal ionlarının desorbsiyası turş mühitdə öyrənilmişdir. Bunun üçün tutumu və forması eyni olan qablara tərkibində eyni miqdarda metal ionu olan bərabər kütləli sorbent nümunələri əlavə edilir. Maye fazanın həcmi və turşuların qatılıqlarını dəyişməklə desorbsiya təcrübələri qoyulmuşdur. Udulmuş V(V) ionunun polimer sorbentdən desorbsiyasına müxtəlif mineral turşuların (HClO₄, HNO₃, H₂SO₄, HCl) və onların qatılığının təsiri öyrənilmişdir. Təcrübə göstərir ki, HClO₄ turşusu daha yaxşı desorbsiya etmək qabiliyyətinə malikdir. Turşunun optimal qatılığını müəyyən etmək üçün onun müxtəlif qatılığında desorbsiya təcrübələri qoyulmuşdur. Nəticədə, müəyyən olunmuşdur ki, desorbsiyadan sonra sorbent öz sorbsiya xassəsinə itirmir və alınmış sorbentdən təkrar qatılaşdırmada istifadə etmək olar.

ƏDƏBİYYAT

1. Larsson M.A. Vanadium in Soils. Diss. PhD. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2014. 60 p.
2. Crans D.C., Gottlieb M.S., Tawar Jbunch R.L. Thiesen L.A. (1990) Anal Biochem 188, 53 p.
3. Angelos M. Evangelou. Vanadium in cancer treatment Critical Refviews in On-cology /Hemotology 42 (2002) pp.249-265
4. Музгин В.Н., Хамзина Л.Б., Золотавин В.Л., Безруков И.Я. Аналитическая химия ванадия. Серия «Аналитическая химия элементов». М.: Наука, 1981, 216 с.
5. Гамбаров Д.Г. Новый класс фотометрических реагентов-азосоединения на основе пирогаллола. // Дисс. на соиск. учен. степ. док. хим. наук. М., 1984, 295 с.
6. Коростелев П.П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ. М.: Химия, 1964, 386 с.
7. Əkbərov O.N., Əkbərov E.O. Yüksəkmolekullu birləşmələr kimyasından praktikum. Bakı: Elm, 2002, 231 s.
8. Louis A. Cutter, Robert E. Nunn. Making styrene/maleic anhydride copolymers by suspension polymerization. US4145375 A.
9. Мясоедова Г.В., Саввин С.Б. Хелатообразующие сорбенты. М.: Наука, 1984, 173 с.
10. Назаренко В.А., Фелянтикова Г.В. Фотометрические методы анализа веществ высокой чистоты // Журнал аналитической химии, 1977, т.32, № 6, с.1217-1236
11. Корреляции и прогнозирование аналитических свойств органических реагентов и хелатных сорбентов. Отв.ред. Н.Н.Басаргин, Э.И.Исаев. М.: Наука, 1986, 199 с.
12. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. М.: Мир, 1965, 214с.

РЕЗЮМЕ

СОРБЦИОННОЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНА ВАНАДИЯ (V) ПОЛИМЕРНЫМ ХЕЛАТООБРАЗУЮЩИМ СОРБЕНТОМ, СОДЕРЖАЩИМ ФРАГМЕНТЫ 6-ФЕНИЛ 1,3,5-ТРИАЗИН 2,4-ДИАМИНА СИНТЕЗИРОВАННЫЙ НА ОСНОВЕ МАЛЕИНОГО АНГИДРИДАСТИРОЛА

Гасанова М.В.

Ключевые слова: *концентрирование, сорбция, 6-фенил 1,3,5-триазин 2,4-диамин, концентрирование, малеиногидрида, сополимер, синтетический сорбент*

На основе сополимера стирола малеинового ангидрида в присутствии формальдегида был синтезирован новый полимерный сорбент. Полученный сорбент был идентифицирован методом ИК-спектроскопии. Наличие довольно сложного состава природных и промышленных отходов создает необходимость усиления контроля за минимальным количеством ионов различных металлов на объектах окружающей среды. Для определения микрограмм ионов металлов используются различные методы. Наиболее эффективным методом в этих методах является складывание и расщепление. В настоящее время широко применяются синтетические хелатирующие сорбенты для конденсации ионов различных металлов. Это связано с тем, что синтетические сорбенты обладают высокой сорбционной способностью. На основе ангидрида Малеина - стирольного сополимера синтезирован хелатирующий полимерный сорбент, содержащий в своем составе 6-фенил, 1,3,5-триазин, 2,4-диаминосодержащий аминокислотный фрагмент. Для проведения идентификации синтезированного сорбентивного комплекса их спектр Fure-IQ спектрометр Varion 640-IR нанесен в диапазоне частот 4000-400см⁻¹. Устойчивость к температуре как сорбента, так и его комплексного соединения, с металлическим ионом определяется методом термогравметрического анализа. С помощью этого сорбента изучены сорбция и десорбция ионов ванадия (V) в оптимальных *Malein anhidridistirolo sopolimeri əsasında sintez olunmuş 6-fenil 1,3,5-triazin 2,4-diamin fraqmentli xelatəmələgətirici sorbent vasitəsilə vanadium (V) ionunun sorbsion fotometrik təyini*

SUMMARY

**SORPTION PHOTOMETRIC DETERMINATION OF VANADIM (V) ION WITH CHELATY
FORMING SORBENT 6-PHENYL 1,3,5-TRIAZINE 2,4-DIAMINE FRAGMENTED
SYNTHESIZED ON THE BASIS OF MALEIN ANHYDRIDE**

Hasanova M.B.

Key words: *sorption, 6-phenyl 1,3,5-triazine 2,4-diamine, thickening, maleic anhydride, copolymer, synthetic polymer*

The presence of a fairly complex composition of natural and industrial waste makes it necessary to strengthen control over the minimum amount of ions of various metals in the environment. Various methods are used to determine micrograms of metal ions. The most effective method in these methods is folding and splitting. Currently, synthetic chelating sorbents are widely used for the condensation of various metal ions. This is due to the fact that synthetic sorbents have a high sorption capacity. A chelating polymer sorbent containing 6 - phenyl, 1,3,5-triazine, and 2,4-diamine-containing amino acid fragment was synthesized on the basis of Malein-styrene copolymer anhydride. To identify the synthesized sorbent complex, their spectrum of Fure-IQ spectrometer Varion 640-IR is plotted in the frequency range 4000-400cm⁻¹. Resistance to the temperature of the sorbent and its complexes with metal Ion is determined by thermogravimetical analysis. The sorption and desorption of vanadium (V) ions under optimal conditions were studied using this sorbent.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	18.06.2019
	Son variant	10.10.2019

UOT 66.097.3:66.092.094.25.097

DİZEL YANACAQLARININ İKİNCİ EMAL FRAKSIYALARI İLƏ BİRGƏ HİDROKÜKÜRDSÜZLƏŞMƏ PROSESİNDƏ YENİ KATALİZATORLARIN TƏDQIQI

HƏSƏNOVA AYNUR RÖVŞƏN qızı

AMEA Y.H.Məmmədaliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, e.i., doktorant
anr8118@gmail.com

Açar sözlər: halloizit, hidrotəmizlənmə, dizel fraksiyası, ultrasəs kavitasiya

Hal-hazırda neft emalı sənayesində neft emalının dərinləşməsi, çeşidlərin genişləndirilməsi, əmtəə yanacaqlarının keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və həcmnin artırılması məqsədilə onların tərkibinə ikinci emal prosesləri distillatlarının əlavə olunmasına böyük diqqət yetirilir. Müəssisələr, xam neftdən maksimum miqdarda yüngül fraksiyaların əldə olunması, məhdud resursların daimi artımına və eyni zamanda müasir standartlara cavab verən, əsasən mühərrik benzini və dizel yanacağının ekoloji xüsusiyyətlərinə diqqət yetirmək məcburiyyətindədirlər [1-4].

Dünya neft emalı sənayesində son illərdə növbəti tendensiyalar müşahidə olunur:

- tərkibində çox miqdarda heteroatomlu birləşmələri olan ağır neft fraksiyalarının emala cəlb olunması;
- destruktiv proseslərin nisbi payının artması ilə əlaqəli olaraq yüngül neft məhsullarının məhsuldarlığını artırmaq məqsədilə neft emalı dərinliyinin artması;
- yanacağın keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün ekoloji tələbləri sərtləşdirmək.

Məlumdur ki, dizel yanacağı istehsalı zamanı xammalın tərkibinə ikinci emal fraksiyalarının əlavə edilməsi, onun ekoloji və istismar xüsusiyyətlərinin əhəmiyyətli dərəcədə pisləşməsinə gətirib çıxarır. Belə ki, yanacağın tərkibində kükürlü və aromatik birləşmələrin miqdarı artır, aromatik birləşmələrin artması isə setan ədədinin azalmasına səbəb olur. Dizel yanacağının ekoloji xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaq, yanma məhsullarının toksikliyini azaltmaq və mühərrik istismarı zamanı karbon oksidlərinin formalaşmasını azaltmaq üçün yanacaqda kükürlü birləşmələrin və aromatik karbohidrogenlərin azaldılması mütləqdir. Yanacağın adı çəkilən birləşmələrdən təmizlənməsinin ən geniş yayılmış üsullarından biri, hidrotəmizlənmə katalizatorları iştirakında dizel fraksiyasının ikinci emal fraksiyaları ilə qarışıqlarının hidrotəmizlənmə prosesinin aparılmasıdır. Bu da, öz növbəsində, hidrotəmizlənmə prosesi rejiminin ağırlaşmasını və daha effektiv bahalı katalizatorların istifadəsini tələb edir. Əsas problemlərdən biri isə dizelə əlavə olunmuş ikinci emal prosesi fraksiyalarının hidrogenləşdirilməsidir. Ənənəvi hidrokrekinq katalizatorları adi hidrotəmizlənmə katalizatorları ilə müqayisədə ilkin emal vakuum qazoylunun hidrogenləşməsinə daha effektiv təsir göstərir [5-7].

Bu baxımdan hidrokrekinq katalizatorları keyfiyyətində olan, ikinci emal prosesləri fraksiyalarının dizel fraksiyaları ilə birgə qarışıqlarının hidrotəmizlənməsi katalizatorlarının hazırlanması və bu texnologiyanın sənayeyə tətbiqetmə metodlarının işlənməsinin öyrənilməsi vacib və aktual problemdir.

Müasir hidrotəmizlənmə katalizatorları fərqli funksiyaları olan üç qrup (aktiv komponentlər, quruluş komponentləri və modifikatorlar) komponentdən ibarət mürəkkəb sistemi təşkil edir [8-10].

Katalizatorların tərkibi, adətən, aşağıdakı komponentləri əhatə edir:

- VIII qrupun metalları: nikel, kobalt, platin, palladium, bəzən dəmir;
- VI qrup metallarının oksidləri və ya sulfidləri: molibden, volfram, bəzən xrom;

- böyük səthi sahəli və yüksək mexaniki davamlı, inert və ya turşu xassəli, istiliyə davamlı daşıyıcılar;
- modifikatorlar.

Nikel və ya kobaltın molibden və ya volframla birləşməsi qarışıqlar və ərintilərə bifunksional xüsusiyyətlər verir - eyni zamanda homolitik və heterolitik reaksiyaların getməsi və xam neftin tərkibində olan kükürd və azot birləşmələrinin toksik təsirinə qarşı davamlılıq yaradır[11].

Daşıyıcıların istifadəsi katalizatorlarda aktiv komponentlərin miqdarının azaldılmasına və nəticədə, onlara qənaət edilməsinə imkan verir, bu da bahalı metallardan istifadə edərkən xüsusilə vacibdir. Neytral təbii daşıyıcılar - alüminium, silisium, maqnezium oksidləri və s. katalizatorlara əlavə katalitik xüsusiyyətlər vermir. Amorf və kristallik struktura malik, turşu xassəli daşıyıcılar olan alümosilikatlar və sirkoniumsilikatlar isə katalizatorlara izomerləşdirmə və krekinqləşdirmə xüsusiyyətləri verir. Tərkibi VI, VIII qrupların metalları və belə daşıyıcılardan ibarət olan katalizatorlar çoxfunksional hesab edilir [8, 9].

Kobalt və molibden tərkibli katalizatorlar əsasən kükürdlü birləşmələrin və doymamış strukturların hidrogenoliz reaksiyalarında çox aktivdir, nikel və molibden tərkibli katalizatorlar isə aromatik və azot birləşmələrinin hidrogenolizi reaksiyalarında daha aktivdir. Hidrogen-sulfid əmələ gəlməsi ilə gedən reaksiyada oksidlər sulfid formasına keçir və qismən metallara qədər bərpa olunması ilə metalların hidrogenləşdirmə aktivliyi əhəmiyyətli dərəcədə artır. Əgər emal olunan xammalın tərkibində kükürdlü birləşmələr az miqdarda olarsa, katalizatoru istifadə etməmişdən öncə kükürdləşdirmək məsləhət görülür [14-15].

Yanacağa qoyulan ekoloji tələblərin sərtləşməsi və kükürdləşmə dərinliyinin 97% -ə qədər artmasının vacibliyi ilə əlaqəli olaraq, yüksək hidrogenləşdirici tərkibli (4-6%) katalizatorlar hazırlanır[12,13].

Bunları nəzərə alaraq, təqdim edilmiş məqalədə Ni, Mo və Co, Mo oksidlərinin təbii nanoborulu alümosilikatlar olan haloizitlərlə ultrasəs dalğalarının təsiri altında modifikasiya olunmuş katalizatorlarının iştirakında ilkin emal dizel fraksiyasının 30% ikinci emal fraksiyaları ilə qarışıqlarının hidrotəmizlənmə prosesi tədqiq edilmişdir.

Təcrübi hissə. Hidrotəmizlənmə prosesi iki müxtəlif – HNB+NiMo və HNB+CoMo katalizatorlarının iştirakında, xammalın verilmə sürəti $0.5-1 \text{ s}^{-1}$, 3,5-5,0 MPa hidrogen təzyiqində, 320-350°C temperaturda aparılmışdır. Bu proseslərin material balansı cədvəl 1-də verilmişdir.

Ni, Co, Mo metalları oksidləri ilə haloizitlərin modifikasiya olunmuş nümunələrinin iştirakı ilə aparılan hidrotəmizlənmə prosesi zamanı alınmış məhsulda dizel fraksiyasının çıxımı 33% artmışdır. Cədvəl 1-dən görüldüyü kimi, hər iki katalizatorun iştirakı ilə aparılmış hidrotəmizlənmə prosesinin material balansı oxşar nəticələr vermişdir.

Cədvəl 1.

İlkin emal dizel fraksiyasının 30% ikinci emal fraksiyaları ilə qarışıqlarının HNB+NiMo və HNB+CoMo katalizatorlarının iştirakında hidrotəmizlənmə proseslərinin material balansı

Göstəricilər	HNB+NiMo	HNB+CoMo
Götürülüb,% küt.		
Koklaşmanın yüngül fleqması	71,2	71,2
Katalitik krekinqin yüngül fleqması	12,6	12,6
İlkin emal fraksiyası	12,6	12,6
Hidrogen	3,6	3,6
Alınıb,% küt.		
Dizel fraksiyası 180-350°C	94,8	94,8
Benzin fraksiyası q.b.-180°C	1,9	1,8
Qazlar C ₁ -C ₄	1,3	1,3
Koks	1,1	1,2
İtki	0,9	0,9

Cədvəl 2 və 3-də göstərilmiş katalizatorların iştirakında ilkin emal dizel fraksiyasının 30% ikinci emal fraksiyaları ilə qarışıqlarının 3,5-5,0 MPa hidrogen təzyiqində, 320-350°C temperaturda hidrotəmizlənmiş yanacaqların keyfiyyət göstəriciləri verilmişdir.

Cədvəl 2.

HNB+NiMo və HNB+CoMo katalizatorlarının iştirakında 3,5MPa təzyiq altında aparılmış hidrotəmizlənmə prosesindən alınan yanacağın keyfiyyət göstəriciləri

Göstəricilər	Xammal	HNB+NiMo	HNB+CoMo
Sıxlıq 15 °C, kq/m ³	867,9	848,1	846,3
Fraksiya tərkibi, °C			
Qaynama başlanğıcı		190	190
10% qaynayır	242	215	215
50 % qaynayır	295	280	280
Qaynama sonu	348	360	360
Alışma temperaturu, qapalı putada, °C		69	69
Kinematik özlülük 20 °C-də mm ² /s	3,55	3,18	3,19
Bulanma temperaturu °C yüksək olmamalı	-30	- 28	- 28
Donma temperaturu °C yüksək olmamalı	-42	- 37	- 37
Turşuluq mq KOH/100 sm ³ yanacaq.	-1,15	1,27	1,25
Yod ədədi, qJ ₂ /100q yan, çox olmamalı	2,51	2,34	2,30
Ümumi kükürdün miqdarı, % küt.	0,1317	0,0280	0,0213
10 % li qalıqın kokslaşması, % kütlə, çox olmamalı	0,09	0,0020	0,0020
Karbohidrogen tərkibi, küt. %			
aromatik	30,1	20,3	22,0
doymamış	3,5	0	0
parafin-naften	66,4	79,7	78,0
Setan ədədi	-	45	45

Cədvəl 2-dən göründüyü kimi, hidrogen təzyiqi 3,5 MPa, temperatur 350°C olduqda HNB+NiMo katalizatoru istifadə etdikdə ilkin emal dizel fraksiyasının 30% ikinci emal fraksiyaları ilə qarışıqlarının hidrotəmizlənməsi nəticəsində alınan yanacaqlarda ümumi kükürdün miqdarı 0.1317% küt.-dən 0.0280%-dək azalır, HNB+CoMo katalizatorundan istifadə etdikdə isə yanacağın tərkibində ümumi kükürdün miqdarı 0,0213% küt. təşkil edir. Bu zaman kükürdsüzləşdirilmə dərinliyi 78,3-83,8% (küt.) təşkil edir. Hidrotəmizlənmiş yanacaqda aromatik karbohidrogenlərin miqdarı isə 30,1 % küt.-dən HNB+NiMo iştirakı ilə 20,3 %-ə qədər, HNB+CoMo iştirakında isə 22,0% küt.-dək azalır.

Tədqiq olunan katalizatorların istifadəsində hidrogen qazının təzyiqini 5,0 MPa-dək qaldırıqda kükürdsüzləşdirilmə dərinliyi artır. Belə ki, HNB+NiMo katalizatorundan istifadə etdikdə ilkin emal dizel fraksiyasının 30% ikinci emal fraksiyaları ilə qarışıqlarının hidrotəmizlənməsi nəticəsində alınan yanacaqlarda ümumi kükürdün miqdarı 0.1317% küt.-dən 0.0120%-dək azalır, HNB+CoMo katalizatorundan istifadə etdikdə isə yanacağın tərkibində ümumi kükürdün miqdarı 0,0101% küt. təşkil edir. Bu zaman kükürdsüzləşdirilmə dərinliyi 90,8-92,3% (küt.) təşkil edir. Hidrotəmizlənmiş yanacaqda aromatik karbohidrogenlərin miqdarı isə 30,1 % küt.-dən HNB+NiMo-nun iştirakı ilə 19,4 %-ə qədər, HNB+CoMo-nun iştirakında isə 21,0% küt.-dək azalır (cədvəl 3.) setan ədədi isə 46-47 təşkil edir.

Nəticə. Tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, ultrasəs dalğaları təsiri altında hopdurma üsulu ilə modifikasiya olunmuş katalizator nümunələrinin iştirakı ilə aparılan hidrotəmizlənmə prosesindən alınan yanacaqların keyfiyyət göstəriciləri müsbət təsirini təsdiq etmişdir. Nəticələr bir daha göstərdi ki, haloizitin Ni, Mo oksidləri ilə modifikasiya olunmuş katalizator nümunəsi

yanacağın tərkibində olan aromatik karbohidrogenlərin miqdarının azalmasına, Co, Mo tərkibli katalizator isə kükürlü birləşmələrin miqdarının azalmasına daha effektiv təsir göstərir.

Cədvəl 3.

*HNB+NiMo və HNB+CoMo katalizatorlarının iştirakında 5MPa təzyiq altında aparılmış
hidrotəmizlənmə prosesindən alınan yanacağın keyfiyyət göstəriciləri*

Göstəricilər	Xammal	HNB+NiMo	HNB+CoMo
Sıxlıq 15 °C, kq/m ³	867,9	846,3	844,7
Fraksiya tərkibi, °C			
Qaynama başlanğıcı	-	190	190
10% qaynayır	242	215	215
50 % qaynayır	295	280	280
Qaynama sonu	348	360	360
Alışma temperaturu, qapalı putada, °C		69	69
Kinematik özlülük 20 °C-də mm ² /s	3,55	3,29	3,26
Bulanma temperaturu °C yüksək olmamalı	-30	- 29	- 29
Donma temperaturu °C yüksək olmamalı	-42	- 39	- 39
Turşuluq mq KOH/100 sm ³ yanacaq,	-1,15	1,00	1,00
Yod ədədi, qJ ₂ /100q yan, çox olmamalı	2,51	1,63	1,57
Ümumi kükürdün miqdarı, % küt.	0,1317	0,0120	0,0101
10 % li qalıqın kokslaşması, % kütlə, çox olmamalı	0,09	0,0020	0,0020
Karbohidrogen tərkibi, küt. %			
aromatik	30,1	19,4	21,0
doymamış	3,5	0	0
parafin-naften	66,4	80,6	79,0
Setan ədədi	-	47	46

Ni, Co, Mo oksidləri ilə modifikasiya olunmuş haloizit nümunələrinin katalizator kimi hidrotəmizlənmə prosesinə tətbiqi zamanı alınmış dizel fraksiyalarının çıxımı, kükürdsüzləşmə dərinliyi, aşağı temperatur xassələri və aromatik karbohidrogenlərin miqdarı məqsəduyğun nəticələr vermişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Акимов А. С. Гидродесульфирование сернистых соединений дизельной фракции и модельных соединений в присутствии массивных сульфидных катализаторов: дис. канд. хим. наук. Томск, 2015, 117 с.
2. Разработка новой технологии процесса гидрообессеривания дизельных топлив / С. А.Логинов, Б. Л.Лебедев, В. М. Капустин и др.// Нефтепереработка и нефтехимия. № 11. 2001, с. 67-74
3. Руденко А. В. Повышение эффективности процесса гидроочистки дизельного топлива // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. №5-1. 2014, с.25-27.
4. Анчиба Х, Спейт Дж. Переработка тяжелых нефтей и нефтяных остатков. Гидрогенизационные процессы: пер. с англ / [Х. Анчиба, Дж. Спейт]; под ред О.Ф. Глаголевой. СПб.: ЦОП «Профессия», 2012, 384 с.
5. Власов В.Г. Гидроочистка, гидрообессеривание и гидрокрекинг нефтяного сырья. Уч.-метод.пособие. Самара: Самарский гос. техн. ун-т, 2013, 139 с.
6. Капустин В.М., Гуреев А.А Технология переработки нефти. ч II / В.М. Капустин, А.А. Гуреев. М.: Колос, 2007, 334 с.
7. Кожемякин М.Ю, Черкасова Е.И. Гидроочистка дизельного топлива // Вестник технологического университета. т.18, №23. 2015, с. 28-30
8. Robertse. D. Повышение качества сульфидирования катализаторов гидрообработки // Нефтебазовые технологии. №1. 2009, с. 93-96

9. Алиев Р.Р Катализаторы и процессы переработки нефти. М.: Химия, 2010, 398 с.
10. Тараканов Г.В, Нурмухаметова А.Ф Многослойные катализаторные системы для гидрооблагораживания нефтяных фракций // Химия и технология топлив и масел. №6. 2007, с. 48-51
11. Способ сульфурирования катализаторов гидроочистки / К. Брюн, Т. Шолле, Ж. Фреми: пат. 2237518, Рос. Федерация МПК-2000.01 B01J 37/20, C10G 45/02. № 2000109486/04, заявл. 19.04.2000; опубл. 10.10.2004. Бюл. №28.
12. Способ приготовления катализаторов для глубокой гидроочистки нефтяных фракций /А. А. Пимерзин, Н. Н. Томина, П. А. Никульшин, Ю. В. Еремина, Ю. Н. Климочкин: пат. 2385764, Рос. Федерация МПК2006.01 B01J 23/882, B01J 37/02. № 2008127214/04, заявл. 07.07.2008; опубл. 10.04.2010. Бюл. №10.
13. Способ приготовления катализаторов для глубокой гидроочистки нефтяных фракций /Н. Н. Томина, Н. М. Максимов, В. С. Цветков, А. А. Пимерзин, Т. Н. Сафронова: пат. 2555764, Рос. Федерация МПК2006.01 B01J 37/02, B01J 37/08, B01J 21/04, B01J 23/88, C10G 45/08. № 2013143688/04, заявл. 27.09.2013; опубл. 10.07.2015. Бюл. №19.
14. Нагиев Р. С., Чернов Е. Б. Разработка современных отечественных носителей для катализаторов гидроочистки на основе γ -Al₂O₃ // Башкирский химический журнал. т. 22, № 2. 2015, с. 38-40
15. Албердина М.А., Стыценко В. Д. Модифицированные биметаллические катализаторы реакций гидрогенолиза // ВЕСТНИК АГТУ. № 4 (23). 2004, с. 82-87

РЕЗЮМЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ПРОЦЕССЕ ГИДРОДЕСУЛЬФУРИЗАЦИИ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ С ФРАКЦИЯМИ ВТОРОЙ ОБРАБОТКИ

Гасанова А.Р.

Ключевые слова: галлуазит, гидроочистка, дизельная фракция, ультразвуковая кавитация

Исследован процесс гидроочистки при температуре 320-350°C давление водорода 3,5-5.0 МР с использованием в качестве сырья смеси прямогонной дизельной фракции с 30% фракциями второй обработки с использованием в качестве катализатора галлоизитов, обогащенных оксидами Ni, Co и Mo.

Выявлено, что при использовании катализаторов, полученных обогащением галлоизитов оксидами Ni, Co и Mo с использованием ультразвука, общее содержание серы в составе дизельных фракций уменьшается от 0,0280-0,0213 до 0,0120-0,0101 % масс., при этом глубина обессеривания составляет 78,3-83,8 и 90,8-92,3% масс., а количество ароматических углеводородов 20,3-22,0 и 19,4-21,0 % масс.

SUMMARY

RESEARCH OF NEW CATALYSTS IN HYDRODESULFURIZATION PROCESS OF DIESEL FUELS WITH THE SECOND RECYCLING OF FRACTIONS

Hasanova A.R.

Key words: halloysite, hydrotreating, diesel fraction, ultrasound cavitation,

The hydrotreating process of the pure initial refining diesel fraction the mixture of it with second recycling of fractions of 30% (by mass) have been operated at 320-350°C with hydrogen pressure of 3.5-5.0 MPa by using halloysite that enriched with transition metal oxides as catalyst.

It has been observed that, when the halloysite sample that enriched with Ni, Co and Mo oxides by ultrasound cavitation is used, the total sulphur content decreases from 0,0280-0,0213 to 0,0120-0,0101 (by mass) and the desulphurization depth is 78,3-83,8 and 90,8-92,3 %. Meantime, the amount of aromatic hydrocarbons was 20,3-22,0 and 19,4-21,0 % (by mass).

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.09.2019
	Son variant	20.12.2019

UOT 541.128.3

1-NAFTOLUN ETANOLLA ALKİLLƏŞMƏ REAKSİYASININ KİNETİK TƏDQİQATLARI

SÜLEYMANOVA PƏRVANƏ VAQİF qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, dissertant

parvana.suleymanova80@mail.ru

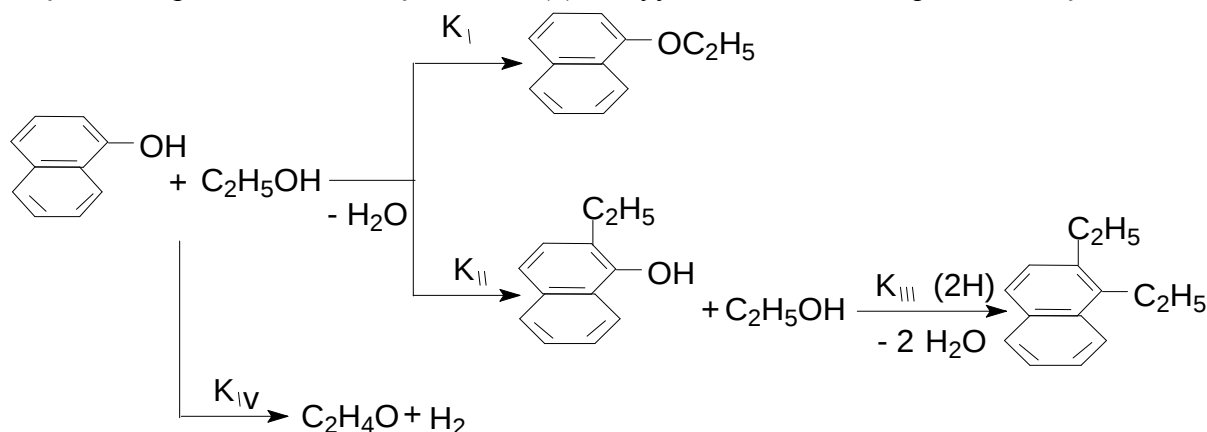
Açar sözlər: 1-naftol, etanol, alkilləşmə, 2-etil-1-naftol, marşrut, məhdudlaşdırıcı mərhələ, aktivləşmə enerjisi, kinetik model.

1-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasının tədqiqində sirkonium tərkibli H-mordenitin yüksək katalitik xassələr nümayiş etdirdiyi əvvəllər müəyyən edilmişdir. Belə ki, azot mühitində aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmiş şəraitdə 2-metil-1-naftolun 83.6-91.0% selektivliklə sintezi mümkün olmuş və bu zaman başlanğıc 1-naftolun konversiyası 24.5-54.9% təşkil etmişdir (1-2). Prosesdə alınan digər məhsullara 1-etoksinaftalin, 1.2-dietilnaftalin, etanalı misal göstərmək olar. Bəzi məhsulların, məsələn, 4-etil-1-naftol, 1-okso-2.2-dietil-1.2-dihidronaftalinin, digər alkil naftalinlərin qatılıqları cüzi olub, optimal qəbul edilmiş temperatur həddində izlərinə rast gəlinir. Temperaturun artması ($\geq 360^\circ\text{C}$) oksobirləşmənin qatılığının kəskin azalmasına və alkilnaftalinlərin və 4-etil-1-naftolun və etanalın miqdarının artmasına səbəb olur. Bu da katalizator səthində mürəkkəb proseslərin, o cümlədən yan çevrilmələrin baş verdiyini göstərir. Ardıcıl və paralel reaksiyaların olduğunu sübut edir.

Kinetik tədqiqatlar diferensial reaktorlu qurğuda aşağıdakı şəraitdə aparılmışdır. $T=310-350^\circ\text{C}$, kontakt vaxtı 8 saniyəyə qədər, başlanğıc komponentlər olan 1-naftol (P_1^0) və etanolun (P_2^0) parsial təzyiqləri uyğun olaraq $P_1^0=4.0\div 13.50$ kPa; $P_2^0=22.80\div 54.0$ kPa. Təcrübələr üç dəfə təkrar olunmuş və alınan nəticələrin orta qiymətləri hesablanmışdır. Qeyri-katalitik çevrilmələrin payını müəyyənləşdirmək üçün katalizatorsuz şəraitdə xüsusi təcrübələr qoyulmuş və bu zaman 1-naftolun konversiyası 0%, etanolun konversiyası isə 2.5% olmuşdur. Ona görə də alınan fərdi birləşmələrin əmələgəlmə sürətlərinə və başlanğıc komponentlərin ümumi çevrilmə sürətlərinə düzəlişlər etmək lazım bilinməmişdir.

Daxili və xarici diffuziyanın varlığını təyin etmək üçün aparılmış ilkin təcrübələr də uğursuz nəticələrin alınmasına gətirib çıxarmış və 1-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasının kinetik sahədə gerçəkləşdiyi təsdiq edilmişdir. Kinetik tədqiqatlar azot mühitində aparılmış onun digər durulaşdırıcılarla (su buxarı, hava və s.) əvəz olunması prosesinin göstəricilərinə mənfi təsir etmişdir.

Kinetik tədqiqatlar nəticəsində alınan alkilatların tərkibi yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi olur. Bu araşdırmalar prosesin əsas marşrutlarının (3) müəyyən olunmasına istiqamət vermişdir.



Açar maddələr kimi 1-naftol (1), etanol (2), etanal (4), 1-etoksinaftalin (5), 2-etil-1-naftol (3), 1.2-dietilnaftalin (6), hidrogen (7), götürülmüş texiometrik əmsallar cədvəli tərtib edilmiş (cədvəl 1), açar maddələrin müşahidə olunan sürətləri (W_i) ilə marşrutların sürətləri (r_i) arasındakı riyazi əlaqə (1) tənliklər sistemi ilə müəyyən olunur.

Cədvəl 1.

Açar maddələrin stexiometrik əmsallar cədvəli

Marşrutun №-si	Açar maddənin №-si						
	1	2	3	4	5	6	7
I	-1	-1	0	0	1	0	0
II	-1	-1	1	0	0	0	0
III	0	-1	-1	0	0	1	-1
IV	0	-1	0	1	0	0	1

$$W_1 = -r_I - r_{II} \quad W_3 = r_{II} - r_{III}$$

$$W_2 = -r_I - r_{II} - r_{III} - r_{IV} \quad W_4 = r_{IV} \quad (1)$$

Açar maddənin nömrəsi onun i-saylı sürətinə və j-saylı parsial təzyiqinə uyğun gəlir.

2 saylı cədvəldə prosesin mərhələli sxemi verilmişdir ki, bu da 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsiri reaksiyasının stexiometrik bazisi ilə tam uzlaşır. Aşağı sürətlə baş verən maddələr kimi 2, 5, 7 və 10 qəbul edilmiş, digərlərisə sürətli, yaxud tarazlıq mərhələləridir. Katalizator səthində mövcud olan 2 müxtəlif növ mərkəzlər arasındakı tarazlığı əks etdirən 12-ci mərhələ də sxemə əlavə edilmişdir.

Qariuti qaydasına (4) görə mərhələli sxemdən doğan marşrutların sayı $p = s - \ell = 12 - 8 = 4$. Burada s-mərhələlərin sayı, ℓ -səth üzərində əmələ gələn aralıq maddələrin sayıdır.

Cədvəl 2.

Prosesin mərhələli sxemi

Mərhələlərin №	Mərhələ	Marşrutlar üzrə mərhələlərin stexiometrik əmsalları			
		1	2	3	4
1.	$1-C_{10}H_7OH + Z = 1-C_{10}H_7OHZ$	1	0	0	0
2.	$1-C_{10}H_7OHZ + C_2H_5OH \rightarrow 1-C_{10}HZOC_2H_5Z + H_2O$	1	0	0	0
3.	$1-C_{10}H_7OC_2H_5Z \rightarrow 1-C_{10}H_7OC_2H_5 + Z$	1	0	0	0
4.	$1-C_{10}H_7OH + ZH = 1-C_{10}H_7OHZH$	0	1	0	0
5.	$1-C_{10}H_7OHZH + C_2H_5OH \rightarrow$ $\rightarrow 2-C_2H_5-1-C_{10}H_6OHZH + H_2O$	0	1	0	0
6.	$2-C_2H_5-1-C_{10}H_6OHZH = 2-C_2H_5-1-C_{10}H_6OH + ZH$	0	1	-1	0
7.	$2-C_2H_5-1-C_{10}H_6OHZH + C_2H_5OH + [2H] =$ $= 1.2-(C_2H_5)C_{10}H_6ZH + 2H_2O$	0	0	1	0
8.	$1.2-(C_2H_5)C_{10}H_6ZH \rightarrow 1.2-(C_2H_5)_2C_{10}H_6$	0	0	1	0
9.	$C_2H_5OH + Z = C_2H_5OHZ$	0	0	0	1
10.	$C_2H_5OHZ \rightarrow C_2H_4OZ + H_2$	0	0	0	1
11.	$C_2H_4OZ \rightarrow C_2H_4O + Z$	0	0	0	1
12.	$2Z + H_2 \rightarrow 2ZH$	0	0	0	0

Boş marşrutların olmadığını müəyyən etdikdən sonra marşrutlar üzrə sürət sabitlərinin qiymətlərinin aşağıdakı məhdudlaşdırıcı mərhələlərin sürət sabitləri ilə hesablandığı məlum olur.

$$K_I = K_2; \quad K_{II} = K_5; \quad K_{III} = K_7; \quad K_{IV} = K_{10}$$

Kinetik təcrübələrin nəticələrini daha əlverişli ifadə edən tənliklər sistemi (2) seçilərək kinetic sabitlər hesablanmışdır:

$$r_I = \frac{K_I P_1 P_2}{(1 + b_1 P_1 + b_2 P_3)^2} \quad r_{III} = \frac{K_{III} P_3 P_2}{(1 + b_1 P_1 + b_2 P_3)^2} \quad (2)$$

$$r_{II} = \frac{K_{II} P_1 P_2}{(1 + b_1 P_1 + b_2 P_3)^2} \quad r_{IV} = \frac{K_{IV} P_2}{1 + b_1 P_1 + b_2 P_3}$$

b_1 , b_2 -uyğun olaraq 1-naftol və 2-metil-1-naftolun katalizator səthində adsorbsiya əmsallarıdır. Prosesdə hidrogenin qatılığının müəyyən edilməsi mürəkkəb məsələ olduğundan onun parsial təzyiqi aşağıdakı ifadə ilə hesablanmışdır.

$$P_7 = (P_2^0 - P_1^0) - (P_2 - P_1) - P_3 - P_6$$

Marşrutlar üzrə sürətlərin qiymətləri MATLAB-6 proqramı əsasında təcrübi qiymətlərlə model göstəriciləri arasındakı orta kvadratik fərqlərin minimumlaşdırılması yolu ilə dəqiqləşdirilmişdir. Əsas kinetik göstəricilər 3-cü cədvəldə verilmişdir. K_I , K_{II} , K_{III} və K_{IV} üçün ölçü vahidi q/sm^3 (kat)saat $\times$ kPa²; K_V üçün isə q/sm^3 (kat)saat $\times$ kPa. Daha əlverişli bazis almaq üçün kinetik tənliklərin kəsr tərtibli verilməsi və stexiometrik əmsallar cədvəlinin başqa formada qurulması daha çox xətalara gətirib çıxarmışdır.

Cədvəl 3.

Əsas kinetik göstəricilər				
Marşrut	$\ln k_0$	E, kkal/mol	$\ln b_0$	Q, kkal/mol
1-C ₁₀ H ₇ OH+C ₂ H ₅ OH→1-C ₁₀ H ₇ OC ₂ H ₅ +H ₂ O	0.8950	10.675	-4.45	3.1
1-C ₁₀ H ₇ OH+C ₂ H ₅ OH→2-C ₂ H ₅ -1-C ₁₀ H ₆ OH+H ₂ O	9.675	18.051	-4.51	2.17
2-C ₂ H ₅ -1-C ₁₀ H ₆ OH+C ₂ H ₅ OH+2[H]→1.2-(C ₂ H ₅)C ₁₀ H ₆ +2H ₂ O	8.851	19.312	-	-
C ₂ H ₅ OH→C ₂ H ₄ O+H ₂	2.215	9.035	-	-

Müxtəlif temperaturalar üçün sürətlərin təcrübi qiymətləri ilə model göstəricilərinin müqayisəsi aparılmış və sürətlərin orta nisbi xətalrı 4-cü cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 4.

Sürətlərin orta nisbi xətaları				
Sürətlər	Temperatur, °C			Σ _{orta}
	310	330	350	
W ₁	7.5	8.0	6.8	7.4
W ₂	4.4	8.5	8.0	7.0
W ₃	12.5	14.0	11.0	12.5
W ₄	10.5	9.4	15.5	11.8

Alınmış kinetik model 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsiri prosesinin nəticələrini vəsfi və miqdarı cəhətlərdən qənaətbəxş ifadə edir, adekvatlığı ilə seçilir və gələcəkdə prosesin modelləşmə və optimallaşmasında əsas kimi götürülə bilər.

ƏDƏBİYYAT

- Ağayev Ə.Ə., Süleymanova P.V., Nəzərova M.K. Sirkonium tərkibli mordenit iştirakı ilə 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirinə tədqiqi // Kimya problemləri. №2 (16), 2018, s.223-229
- Ağayev Ə.Ə., Tağıyev D.B., Nəzərova M.K., Süleymanova P.V. Zr, H-mordenit iştirakı ilə 1-naftolun etanolla alkilləşməsi / Akademik V.S.Əliyevin 110 illik yubileyinə həsr olunmuş "Neft emalı və neft kimyasının innovativ inkişaf perspektivləri" adlı Beynəlxalq elmi-praktiki konfransın tezisləri. 09-10 oktyabr. Bakı, 2018, s.49.
- Темкин М.И. Кинетика стационарных сложных реакций / В кн. Механизм и кинетика сложных каталитических реакций. М.: Наука, 1970, с.52-72

4. Киперман С.Л. Основы химической кинетики в гетерогенном катализе. М.: Химия, 1999, 361 с.

РЕЗЮМЕ
КИНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ АЛКИЛИРОВАНИЯ
1-НАФТОЛА ЭТАНОЛОМ
Сулейманова П.В.

Ключевые слова: 1-нафтол, этанол, алкилирование, 2-этил-1-нафтол, маршрут, лимитирующая стадия, энергия активации, кинетическая модель.

На основе проведенных кинетических исследований реакции алкилирования 1-нафтола этанолом определены основные маршруты катализа, рассчитаны кинетические константы и получена кинетическая модель получения 2-этил-1-нафтола, которая удовлетворительно описывает основные и вторичные превращения, протекающие на поверхности цирконийсодержащего морденитного катализатора.

Полученная кинетическая модель выражает результаты процесса взаимодействия 1-нафтола с этанолом, количественно отличается адекватностью и в дальнейшем может быть взята за основу в моделировании и оптимизации процесса.

SUMMARY
KINETIC STUDIES OF THE ALKYLATION REACTION
OF 1-NAPHTHOL WITH ETHANOL
Suleymanova P.V.

Key words: 1-naphtol, ethanol, 2-ethyl-1-naphtol alkylation, route, limiting stage, activation energy, kinetic model.

On the basis of kinetic studies of the reaction of alkylation of 1-naphtol with ethanol determined the main routes of catalysis, calculated kinetic constants and the kinetic model of obtaining 2-ethyl-1-naphtol, which satisfactorily describes the main and secondary transformations occurring on the surface concomitantemente catalyst.

The resulting kinetic model expresses the results of the interaction of 1-naphtol with ethanol, is quantitatively adequate, and can be used as a basis for modeling and optimizing the process in the future.

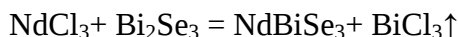
Daxilolma tarixi:	İlkin variant	30.12.2019
	Son variant	03.03.2020

UOT 658.87.23.

NdBiSe₃ BİRLƏŞMƏSİNİN ALINMASI VƏ TƏDQIQI**QƏNBƏROVA GÜNEL TEYMUR qızı***Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan, doktorant*seferli.1991@inbox.ru*Açar sözlər* sistem, monokristal, eutektika, peritektika, birləşmə

Bi₂Se₃-Nd₂Se₃ sistemində peritektik proses ilə alınmış NdBiSe₃ birləşməsinin sistemdən fərdi şəkildə ayrılması çox çətin prosesdir. Ona görə də NdBiSe₃ birləşməsinə dolayı üsulla sintez etmək lazım gəlmişdir, bunun üçün ekvimol şəkildə götürülmüş bərk halda Bi₂Se₃ və NdCl₃ birləşmələrindən istifadə edilmişdir. Bi₂Se₃ bismut və selenin birləşməsi stexiometrik miqdarında götürülmüş elementləri sintez etməklə alınmışdır.

Bi₂Se₃ və NdCl₃ maddələri əzilərək narın toz halına keçirilmiş və qarışdırılaraq reaktorun içərisində yerləşdirilmiş kvarts stəkana keçirilmişdir. Reaksiyadan qaz halında ayrılan BiCl₃-ün çıxması üçün reaktor Tişenko aparatı vasitəsilə su nasosuna birləşdirilir. Prosesdən əvvəl reaktora argon ötürülür. Sintez 1050 K temperaturda 5-6 saat ərzində aparılmışdır. Proses zamanı Bi₂Se₃ və NdCl₃ ərintisində mürəkkəb qarşılıqlı təsir baş verir. Prosesi aşağıdakı reaksiya tənliyi ilə ifadə etmək olar.



Reaksiya məhsulu kimyəvi, diferensial termiki (DTA) və rentgenfaza analizi (RFA) ilə tədqiq olunmuşdur. DTA havası 10⁻³ mm.cv.st. qədər seyrəkləşdirilmiş ampulalarda “Termoskan” cihazında aparılmışdır. Birləşmənin termoqramında kristallaşma əyrisinin gedişi və orada alınan 870 K effekti NdSbSe₃ birləşməsinin peritektik çevrilmə yolu ilə alındığını əks etdirir. Birləşmənin mikroqruluşu MİM-7 markalı cihazında öyrənilmiş və onun birfazlı olduğu müəyyən edilmişdir. Mikrobərklik isə PİMT-3 cihazında ölçülmüş və çəki 20 q olmuş, bu zaman H_μ=1170 MPa qiyməti alınmışdır. NdBiSe₃ otaq temperaturunda tünd boz rəngli toz halında alınmışdır. Havaya davamlı, su ilə və üzvi həlledicilərlə (aseton, benzol, etil spirti) qarşılıqlı təsirdə olmur, ancaq mineral turşuların təsiri nəticəsində (HCl, H₂SO₄, HNO₃) H₂Se ayırmaqla parçalanır. NdBiSe₃ –ün stexiometrik tərkibi Nd və Se çəki, Bi isə həcmi metodlarla kimyəvi analiz yolu ilə müəyyən edilmişdir.

Analizin nəticələri belədir:

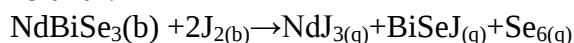
Tapılmış çəki %			hesablanmış çəki%		
Nd	Bi	Se	Nd	Bi	Se
39,60	33,96	26,44	39,83	33,60	26,5

NdBiSe₃ –ün monokristalları kimyəvi qazdaşıyıcı reaksiya (KQR) metodu ilə göyərdilmiş, daşıyıcı kimi ampulanın həcminə uyğun yoddan istifadə edilmişdir. İynəvari şəkildə alınmış monokristalın yetişməsinin optimal, rejimi təkrar təcrübələr aparmaqla müəyyən edilmiş və nəticələr aşağıda verilmişdir.

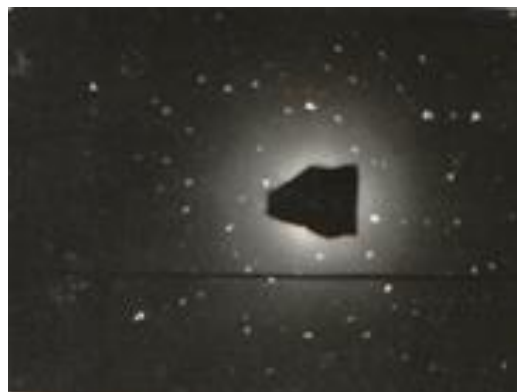
Birləşmə	T ₁ , K	T ₂ , K	monokristalın ölçüsü mm ²	zaman, saat
NdBiSe ₃	600	700	(3-6) x (1,5-1,2)	36

Alınmış birləşmənin monokristallığı laueqram çəkməklə yoxlanılmış, tərkibi isə kimyəvi analizlə müəyyən edilmişdir [1,2].

NdBiSe₃ –ün monokristallarının əmələgəlmə mexanizmi aşağıda göstərilmiş tənliklər üzrə getməsi ehtimal olunur:



Sistemdə əmələ gələn NdBiSe₃ birləşməsinin toz metodu ilə kristalloqrafik xassələri öyrənilmişdir. Birləşmənin müstəvilərarası məsafəsi (d), hkl və difraktoqramda xətlərin intensivliyi cədvəl 1-də verilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, NdBiSe₃ birləşməsi rombik sinqoniyada stibinit (Bi₂S₃) tipində kristallaşır: a=12,77±0,005; b=14,08±0,003; c=5,82±0,002Å⁰, f.qr Pbnm, Z=8, sıxlığı ρ_{pik}=6,20q/sm³, ρ_{rent}=6,38q/sm³.



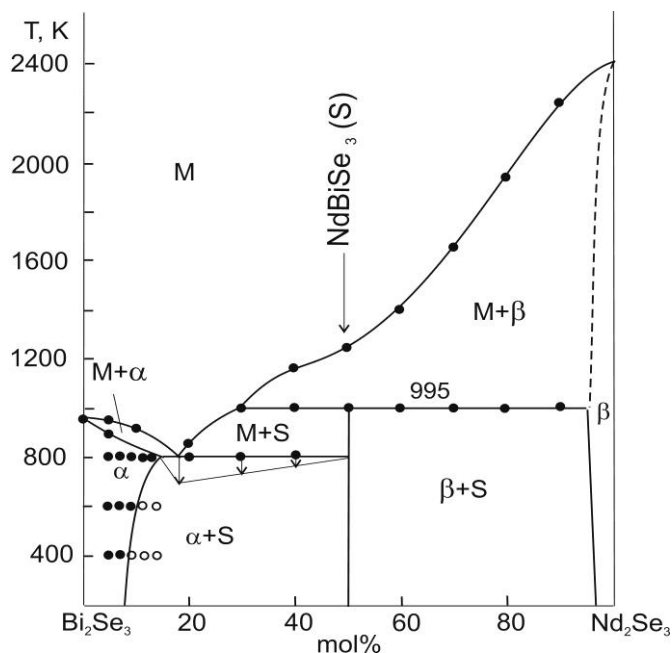
Şəkil 1. (Bi₂Se₃)₉₄ və (Nd₂Se₃)₆ tərkibli nümunənin laueqramı

Cədvəl 1.

NdBiSe₃ birləşməsinin rentgenoqrafik məlumatları

Nö	I	d Å	d Å	1/d ² Å	d ² Å	hkl
1	6	6,3827	6,3887	0,0245	0,0245	200
2	7	5,8629	5,8222	0,0291	0,0295	001
3	21	5,2364	5,2202	0,0365	0,0366	111
4	43	3,5189	3,5202	0,0807	0,0807	040
5	19	3,1943	3,1927	0,0949	0,0981	400
6	26	3,1579	3,1528	0,1003	0,1006	330
7	4	2,9965	3,0124	0,1114	0,1102	041
8	100	2,9108	2,9100	0,1180	0,1181	002
9	31	2,8632	2,8375	0,1220	0,1242	102
10	32	2,8229	2,8161	0,1255	0,1261	050
11	20	2,7722	2,7810	0,1301	0,1292	112
2	21	2,6237	2,6398	0,1453	0,1435	430
13	17	2,5500	2,5540	0,1538	0,1533	500
14	8	2,3158	2,3063	0,1899	0,1880	232
15	6	2,2606	2,2733	0,1957	0,1935	322
16	6	2,1796	2,1796	0,2105	0,2105	061
17	12	1,9900	1,9864	0,2525	0,2533	170
18	8	1,9179	1,9181	0,2719	0,2718	103
19	7	1,7600	1,7600	0,3228	0,3228	080
20	7	1,7100	1,6991	0,3420	0,3464	043
21	5	1,5699	1,5665	0,4057	0,4075	381
22	6	1,5481	1,5456	0,4172	0,4186	702
23	5	1,4997	1,4957	0,4446	0,4470	353
24	3	1,4543	1,4549	0,4724	0,4724	004

Sistemdə əmələ gələn aralıq faza (NdBiSe₃) hərtərəfli tədqiq edildikdən sonra Bi₂Se₃-Nd₂Se₃ sisteminin hal diaqramı qurulmuşdur [3,4].



Şəkl. 2. Bi₂Se₃- Nd₂Se₃ sisteminin hal diaqramı

ƏDƏBİYYAT

1. Sadıqov F.M., İlyaslı T.M., Qənbərova G.T., Sb₂Se₃(Bi₂Se₃) əsasında bərk məhlul ərintilərinin monokristallarının alınması. Koordinasiyon birləşmələr kimyası. / Akad. R.Ə.Əliyevanın 85 illik yubleyinə həsr olunmuş Beynəlxalq elmi konfrans. Bakı, 2017, 255 s.
2. Ганбарова Г.Т., Садыгов Ф.М., Ильяслы Т.М., Исмаилов З.И. Электрофизические свойства твердых растворов на основе Bi₂Se₃, кинетика и механизм кристаллизации / Тезисы докладов VIII Межд. Науч. Конф., Иваново, Россия, 2014, с.65-66
3. Qənbərova G.T., Məmmədov E.A., İlyaslı T.M., Sadıqov F.M., Cəfərova Y.K. Bi₂Se₃-Nd₂Se₃ sisteminin tədqiqi / Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-cü ildönümünə həsr olunmuş Doktorant, magistrant və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın aktual problemləri” IX Respublika elmi konfransının materialları, Bakı, 2015, s. 88
4. Yang J., Aizawa T., Yamamoto A., Ohta T. Thermoelectric properties of type (Bi₂Se₃)_x(Bi₂Te₃)_{1-x} prepared. // J. Alloys Compd., 2000, v.312(1), pp.225-228

РЕЗЮМЕ

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ NdBiSe₃

Ганбарова Г.Т.

Ключевые слова: система, монокристалл, эвтектика, перитектика, соединение

В настоящем исследовании соединение NdBiSe₃ было синтезировано косвенным путем. Микроструктурный анализ соединения изучался на приборе МИМ-7. Было установлено, что оно однофазное. Оптимальный режим выращивания монокристаллов (36 часов, 600-700К, размер монокристалла (3-6)х(1,5-1,2) мм²) определяли путем многократных экспериментов. Изучены кристаллографические свойства образовавшегося в системе соединения NdBiSe₃. После завершения промежуточной фазы тестирования системы (NdBiSe₃) была построена схема решения системы Bi₂Se₃ - Nd₂Se₃.

SUMMARY
SYNTHESIS AND RESEARCH OF NdBiSe₃ COMPOUND
Ganbarova G.T.

Key words: *system, monocrystall, eutectic, perithetic, compound*

In the present study, NdBiSe₃ combination was synthesized indirectly. Mixture of the compound was studied on the MIM-7 device. It has been identified that it is a phase. The optimal mode of cultivation of monocrystalline monocrystals (36 hours 600-700K monocrystal size (3-6) x (1.5-1.2) mm²) was determined by repeated experiments. The crystallographic properties of the NdBiSe₃ compound formed in the system are studied. After completing the system-tested intermediate phase (NdBiSe₃) a Bi₂Se₃- Nd₂Se₃ system solution diagram was constructed.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	03.07.2019
	Son variant	10.10.2019

UOT 551.43

DIFFERENTIATION OF MOUNTAIN-MEADOW SOD SOILS ON SOUTHERN SLOPE OF GREAT CAUCASUS BY DEGREE OF SOIL EROSION

²MARDANOV ILHAM ILDIRIM¹AGHAYEV TAHIR DOVLAT³AHMADOVA NARMIN MIRZALI

Sumqayıt State University, 1-professor, 2-PhD, 3- teacher

geography.sumqayit@mail.ru

Key words: relief, massive, weathering, process, high mountainous, zone, natural

Whole complex of natural factors has been considered in the article which is condition of development of soil cover of high-mountainous part of Greater Caucasus within Azerbaijan Republic. The character of rocks, inclinations of surfaces of slopes, vibrations of temperature of air and character of precipitations have the main place in this line. The registration of reasons of development of processes of degradation of soils of high-mountainous is necessary during the planning of economical and natural defense measures in this territory that is why they can do unnecessary proofs to the financial and temporary calculations of works and give negative effect.

Introduction. The mountain-meadow and partially rock-nival belts, as mentioned before, covers the abutment zone of the main Caucasus and side ridges and slopes of adjacent ridges. For these zones, frost weathering and gravity, nival-solifluction processes are characteristic of slopes and slope slides in the upper rocky areas, where there are small modern glaciers, especially, in the Tufan, Shahdag and Bazarduzu mountains. The preservation of traces of ancient icing varies with the active erosion and deep seas decay. In the more elevated sections of the shaly strip of the Tufan anticlinorium, Tufan, Bazarduzu, and other peaks traces of ancient icing are well preserved in the peaks, in places where the shale is more resistant to denudation sands and mergels, and also in the Shahdag and Gyzylgaya massifs, which are hardly washed.

The urgency of the problem. The study of natural disasters in high mountainous regions of the world is faced with great organizational, technical and scientific challenges, which are constantly associated with complex transportation, weather conditions and the speed of the process. However, the current experience of expedition and cameral research, including visual assesment of the environmental situation, laboratory analysis of the samples taken and topographic mapping of the high mountainous areas of the Caucasus in the territory of Azerbaijan, is a natural addition [1,2].

Results and their discussion. The studied area is a mountainous zone, severaly fragmented by erosion and denudation as a whole [3]. This is primarily due to the mountainous relief, tectonic activity, along with climatic factors that lead to the intensive development of exogenous reforestation processes. The main processes in the Caucasus range are associated with weathering. These processes determine the nature of erosion processes in the mountain-meadow belt, where the physical and chemical abrasion occurs at a laver intensity than the rock-nival belt, which has whole, wetlands. The relief of the southern slopes of the Main Caucasus ridge in itself is a very important factor in the development of exogenous processes cantribute to the formation of abrasive shells of different thickness in the enviroment for the formation of grassland and thick sod meadow soils. Favorable conditions for the formation of thick turf soils depend on the thickness of the material, even on the slopes of the Main Caucasus ridge and its branches. The processes of wear on these slopes are so intense that denudation doesn't always have the ability to edge the whole material [4].

Climatic factors of soil erosion formation in the Caucasus and in general, in Azerbaijan are characterized by three features. These features include high daily temperatures caused by physical deterioration, longterm droughts in the hot period of the year preceding floods, and frequent high intensity atmospheric precipitation [5]. Absolute elevation and slope change significantly affect the amount of total solar radiation from this area. According to Shikhlinki's calculations (1968) [6], the total radiation in the high mountainous erosion zones of the large and small Caucasus reaches 140-145 kcal/cm², which is 10-15 kcal/cm² higher than the lowland and lowland areas. According to Eyyubov and Rahimov (2003) [7], this figure is 145-150 kcal/cm² in the highland of the Caucasus. This is due to changes in atmospheric transparency as a result of increased altitude. Winter is severe in the high mountainous zone of Azerbaijan in the Caucasus. Adverse winter temperatures and spring frosts cause the development of debuis, which in turn leads to the formation of fissures, fragmentary fissures and more frequent floods in the southern slope of the Caucasus. Thus, according to the data of Eyyubov and Rahimov the absolute minimum air temperature on 2000 m above the sea level is -19,1⁰ C, 2500 m above sea level is -22,1⁰C and the maximums reaches +25⁰C, +28⁰C. These elevations in the subalpine zone, where high-altitude land use is most active, are becoming more intensive development of soil degradation processes in the subsequent expansion of anthropogenic activity under such annual temperature amplitudes. One of the major factors involved in the formation of soil erosion center is precipitation of long-lasting draughts. Formation and fore of abundant atmospheric precipitation of 1000-1300 mm and sometimes 1400 mm is explained by zonal circulation and local atmospheric processes [5, 7, 8]. In addition to small and high plain slopes characterized by defended from erosion, rich sub alp vegetation in the sub alpine zone, the slopes are covered by rocky vegetation and rocky clumps, sub alpine meadows with tall and dense vegetation cover are used as mowers. The productivity of the grass is high. Low grass cover meadows are used as summer grass, with avarage pasture productivity of 6-8 (9) s/ha [9]. Alpine meadows of the highlands range from 2400-2500 m to 3000 m above sea level and in some areas with harsh climates, starting from lower and higher. Studies on the high slopes of the southern slopes of the Main Caucasus ridge show that there is a wide range of mountain-meadow soils ranging from 1700 to 2500-3000 m above sea level. The mountain-meadow soils are mainly divided into primary mountain-meadow, mountain-meadow sod and mountain-meadows-stepp soils. Mountain-meadow sod soils developed in wide aquifers, slopes of the north and northeast expositions. Is a fully developed profile of 40-60 cm and sometimes 100 cm non-eroded mountain-meadow sod soils [10]. These soils are characterized by a well-defined structure, porosity and the presence of dense vegetation on the surface in the sub alpine zone. Alpine mountain-meadow soils have a unique dry plat horizon with a depth of 1-2 cm, which sets them apart from other mountain-meadow soils. They have a more acidic reaction than the sub alpine soils, with a smaller amount of absorbed bases. The non-eroded mountain-meadow sod soils are characterized by high humus content of 10-12% and sometimes 24%, with depth decreasing with increasing concentrations of Ca 100 g in soil absorption from 17 to 26 and magnesium by 1,5-5.

This is basal enrichment of the soil from north-west to south-east along the Main Caucasus and Lateral ridges system. Soil erosion is reflected in the erosion of mountain rivers, which is an indicator of erosion processes and has spatial and temporal differentiation thourghout the Great Caucasus. The amount of washing from the basin surface can be judged by the data obtained by our scientists over the years of research into the amount of river deliveries. The figures obtained through their calculations allowed to identify the erosion module and thus to characterize the results of surface washing processes in the territory of Azerbaijan. Total flow of Azerbaijani rivers to vary between 12 t/km² in Lankaran region and 3486t/km² on southern slope of Main Caucasus [11]. South and northeastern slopes of the Main Caucasus are selected by a large flow module. Observations shows that the flow module fluctuates between 222 and 3486 t/km² in the southern slopes of the Main Caucasus range such inequality in the flow module is due to the presence of easily eroded rocks in the Greater Caucasus region, the intensity of modern tectonic up lifts, the

presence of large areas in the highlands of the basin, the large inclination of the slopes, their fragmentation and other development.

Conclusion. The harsh natural conditions in the highlands of the Caucasus cause the formation of different types of soil that differ in the accumulation and fragmentation of debris due to changes in relief and climatic conditions. Different physical and chemical composition of soils and fragmentation of mountain rocks occur due to the increase in hypsometric height and differences in slope exposition. This leads to changes in the intensity of the wear processes. Natural factors influencing the development of the highlands of the Caucasus and their landscapes, represented by mountain-meadow and rock-nival types as a whole, are the unity that determines the nature of land use and the nature of natural destructive processes [12]. Predicting the likelihood of these processes is always relevant for the environmental safety of both the local population and construction projects.

REFERENCES

1. Марданов И.И., Абдурахманова И.Г. Экзогенное рельефообразование в высокогорной части Северо-Восточного склона Большого Кавказа // Изв. Азерб. Нац. Аэрокосмич. Агенства, физико-технические проблемы дистанционного зондирования Земли, ISSN 0235-6031. т.10, №1-2 (10). Баку, 2007, с.61-65
2. Mardanov I.I., Ismayilov M.J., Karimova E.J., Tarikhazer S.A. The transformations of slope slide landscapes of Great Caucasus: possibilities of discovering of main factors, Selcuk Univ. J. Eng. Sci. Tech., v.6, Special Issue, pp. 787-797, 2018 ISSN: 2147-9364 (Electronic) DOI: 10.15317/Scitech.2018.168 EURASIAN GIS CONGRESS 2018.
3. Мамедов Г.Ш. Деградация почвенного покрова Азербайджана и пути его восстановления // Экология и биология почв. Ростов-на-Дону, 2005, с.288-293
4. Марданов И.Э., Приказчикова Л.К. Роль энергии рельефа и уклонов склонов в развитии склоновых процессов (на примере северо-восточного склона Большого Кавказа) // Изв. АН Азерб. ССР, сер. науки о Земле. №6. Баку, 1977, с.93-97
5. Эйюбов А.Д. Климатические факторы формирования селей в горах Азербайджана // Материалы V Всесоюз. совещания по изучению селевых потоков и меры борьбы с ними. Баку: Изд-во АН Азерб. ССР, 1962, с.49-55.
6. Шихлинский Э.М. Атмосферные осадки Азербайджанской ССР. Баку: АН Азерб. ССР, 1949, 331 с.
7. Эйюбов А.Д., Рагимов Х. Климатические ресурсы // Региональные географические проблемы Азербайджанской Республики. Шеки-Закатальский экономический район (на азерб. языке). Баку: Nafta-Press, 2003, с.58-63
8. Джаббаров М.А. Выпадение обильных осадков над Азербайджанской частью южного склона Большого Кавказа при выходе южных циклонов // Изв. АН Азерб. ССР. Сер. наук о Земле. 1971, №1, с.99-106
9. Прилипко Л.И. Растительный покров Азербайджана. Баку: Элм, 1970, 169 с.
10. Алиев Г.А. Почвы Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской ССР): ч.1. Баку: Элм, 1978, 157 с.
11. Ахундов С.А. Сток наносов горных рек Азербайджанской ССР. Баку: Элм, 1978, 98 с.
12. Nabiyev G., Tarikhazer S., Kuliyeve S., Mardanov I.I., Aliyeva S. Formation characteristics of the mudflow process in Azerbaijan and the division into districts of territory based on risk level (on the example of the Greater Caucasus). Applied ecology and environmental research, 17(2): 5275-5291. <http://www.aloki.hu>, ISSN 1589 1623 (Print), ISSN 1785 0037 (Online), DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aer/1702_52755291, 2019, ALÖKI Kft., Budapest, Hungary.

XÜLASƏ
BÖYÜK QAFQAZIN CƏNUB YAMACINDA ÇİMLİ DAĞ-ÇƏMƏN TORPAQLARININ
EROZİYAYA UĞRAMA DƏRƏCƏSİNƏ GÖRƏ DİFERENSİASİYASI

Mərdanov İ.İ., Ağayev T.D., Əhmədova N.M.

Açar sözlər: relyef, massiv, aşınma, proses, yüksək dağlıq, zona, təbii

İşdə Azərbaycan hüduqları daxilində Böyük Qafqazın yüksək dağlıq hissəsinin dağ-çəmən torpaqlarının inkişafına təsir göstərən təbii amillərin bütöv bir kompleksi nəzərdən keçirilmişdir. Bu amillər sırasında əsas yeri döşəmə süxurlarının xarakteri, yamaqların səthinin meyilliyi, və həmçinin havanın temperaturlarının tərəddüdləri və düşən yağıntıların xarakteri tutur. Yüksək dağlığın torpaqlarının degradasiyası proseslərinin inkişafının səbəblərinin nəzərə alınması bu ərazidə təsərrüfat və təbiəti mühafizə tədbirlərinin planlaşdırılması zamanı vacibdir, belə ki, bu amillər maliyyə və zaman hesablamalarına arzuolunmaz korreklələr edə və əks nəticələr verə bilər.

РЕЗЮМЕ
ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ГОРНО-ЛУГОВЫХ ДЕРНОВЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО СКЛОНА
БОЛЬШОГО КАВКАЗА ПО СТЕПЕНИ ЭРОДИРОВАННОСТИ

Марданов И.И., Агаев Т.Д., Ахмедова Н.М.

Ключевые слова: рельеф, массив, выветривание, процесс, высокогорье, зона, природный

На развитие почвенного покрова высокогорий Большого Кавказа в пределах Азербайджанской Республики влияет целый комплекс природных факторов, рассмотренных в этой статье. К ним можно отнести характер пород, уклоны склонов, колебания температуры воздуха и характер осадков. Учет причин развития процессов деградации высокогорных почв необходим при планировании хозяйственных и природоохранных мероприятий на этой территории с целью предотвращения нерационального использования финансовых средств и потери времени, что может дать отрицательный эффект.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.02.2020
	Son variant	26.05.2020

UOT 582.28

ABŞERON YARIMADASI FLORASININ VƏ TERMAL SULARININ MİKOBİOTASININ BİOMÜXTƏLİFLİYİ

¹HƏSƏNOV XANƏHMƏD ƏBİLHƏSƏN oğlu

²ƏLİYEV FİKRƏT TOFİQ oğlu

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

syrius80@gmail.com

Açar sözlər: Abşeron, növ, dominant, flora, örtülütoxumlu

Təbiətin mühafizəsi və təbii ehtiyatlardan səmərəli istifadə edilməsi bəşəriyyət qarşısında duran ən vacib problemlərdən biridir. Bu problem ətraf mühitin qorunması, təbii ehtiyatlardan düzgün və səmərəli istifadə edilməsi, onların bərpası üzrə kompleks tədbirlərin hazırlanmasını tələb edir. Bu və ya digər rayonun bitki örtüyünün qorunması və səmərəli istifadəsi üçün onun bitkiçiliyinin hərtərəfli öyrənilməsi, xalq təsərrüfatı əhəmiyyətli bitkilərin aşkar edilməsi çox vacibdir. Bu işdə regional floristik materialların çox böyük əhəmiyyəti vardır [1].

Abşeron yarımadasının ümumi sahəsi 23232,0 min hektardır. Bunun 16535,0 ha qış otlaqlarının yararlı sahələrinə aiddir. Lakin qalan 6697,0 ha tədqiq olunmayan otlaqların torpaqlarıdır. Həmin qış otlaqları Qaradağ və Abşeron rayonlarının həddlərində yerləşməklə, otlaqların bitki örtüyü okean səviyyəsindən – 26 metrədən 400 metrə kimi yüksəklikdə Xəzər dənizindən tutmuş Qaraquş, Kərkəs, Bozdağ dağlarına qədər müxtəlif relyefdə yayılmışdır. O cümlədən tədqiq olunmuş səhra və yarımsəhra fitosenozları eroziyaya məruz qalmış, şorakətləşmiş və şorlaşmış boz-qonur torpaqlarda, habelə Xəzərin sahilindəki qumluqlarda, Sumqayıt çayın kənarı və çoxsaylı göllərin əhatəsində formalaşmışdır [2].

Cədvəl.

Abşeronda yayılan Trametes Quel. cinslərinə aid göbələk növlərinin ümumi xarakteristikası

№		Ayrılan ştam sayı	Ekolo-trofik əlaqəsi	Çürümə tipi	Hifal sistem	Substrata münasibət
1	Trametes cervina	4	politrof	Ağ	dimitik	evritrof
2	T. heteromorpha	4	saprotrof	Qonur	dimitik	
3	T.hirsuta	5	politrof	Ağ	trimitik	
4	T. hohneli	4	saprotrof	Qonur	dimitik	
5	T.ochraceus	4	saprotrof	Ağ	trimitik	
6	T.pubescens	4	politrof	Ağ	trimitik	
7	T.suaveolens	3	politrof	Ağ	trimitik	
8	T. trogii	4	politrof	Ağ	trimitik	
9	T.versicolor	5	saprotrof	Ağ	trimitik	
10	T.zonata	6	saprotrof	Ağ	trimitik	
Cəmi.		43	P/S=5/5	Q/A=2/8	D/T=3/7	

Tədqiqat obyektini kimi Trametes Quel cinsinə aid ksilotrof bazidiomisetlər seçilmiş və bu cinsə aid növlərdən təmiz kulturaların ayrılması üçün Abşeronda bitən ağaclarla məskunlaşan meyvə cisimlərindən (MC) istifadə edilmişdir. MC-nin götürülməsi zamanı isə əsas diqqət onların

məskunlaşdıqları substratlara, substratın bioloji vəziyyətinə, eləcə də fəsil amilinə yönəlmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, işin gedişində Mərkəzi Nəbatat bağı, şəhər yaşıllıqlarında olan ağaclardan da nümunələr götürülmüşdür.

Göründüyü kimi, qeydə alınan göbələklər müxtəlif aspektlərdə fərqli xüsusiyyətlər daşısalar da (cədvəl), aralarında həqiqi biotroflara rast gəlinmir, yəni onlar əsasən bioloji vəziyyətinə görə canlılığını itirmiş və ya itirməkdə olan substratlarda məskunlaşır.

Azərbaycan Respublikası son dərəcə zəngin və rəngarəng bitki sərvətinə malikdir. Müəyyən olunmuşdur ki, Azərbaycan florasında 4500-ə yaxın bitki növü vardır ki, onların da 800-ə qədəri efir yağlı bitki hesab olunur. Eyni zamanda qeyd etmək yerinə düşər ki, hal-hazırda dünya elminə 2000-ə yaxın efir yağlı bitki növü məlumdur ki, onların da bir sıra nümayəndələri xalq təbabətində müalicə məqsədləri üçün istifadə edilir [3].

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində Azərbaycanın müxtəlif ekoloji ərazilərində yayılmış efir yağlı bitkilərin mikobiotası taksonomik strukturuna, rastgəlmə tezliyinə və ekolo-trofik əlaqələrinə görə kompleks şəkildə tədqiq edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, Azərbaycan florasına daxil olan 40 növ efir yağlı bitkinin mikobiotasının formalaşmasında 87 göbələk növü iştirak edir ki, onların da 82,8%-ni anamorf göbələklər təşkil edir və qalan göbələklərin taksonomik struktur vahidi üzrə paylanma ardıcılığı aşağıdakı kimi olmuşdur: Zygomycota – 8,0%, Ascomycota – 4,6%, Bazidiomycota – 4,6%.

Novxanı qəsəbəsi ətrafında 26 ha ərazidə tərəfimizdən efir yağlı bitkilərdən olan *Senecio vulgaris*-in $11,2 \pm 1,3$ kq-a qədər ehtiyatı olduğu müəyyənləşdirilmişdir. Qeyd edək ki, *S. vulgaris* olan senozlarda tərəfimizdən bir sıra təsviri xarakterli müşahidələr aparılmışdır. Birinci təsviri müşahidəmiz yol kənarlarında həyata keçirilmişdir. Bu senozların edifikatoru əsasən, *Hirschfeldia incana* (L.) və *Calendula persica* C. A. Mey. hesab olunur. Bu otluğun 40-50%-i bu bitkilər tərəfindən örtülmüşdür.

İkinci təsviri zonamız bu qəsəbənin sahil boyu ərazilərindən ibarət olmuşdur. Burada *Senecio vulgaris* və ya *Adi xaçgülü* ot bitkiləri arasında seyrək və ya 5-7 fərddə yayılmışdır. İkinci təsviri zona kimi bitki örtüyü, demək olar ki, olmayan boş ərazilər götürülmüşdür. Hansı ki, belə senozlarda, əsasən, *Climacoptera crassa* (Bieb.) Botsch. və *Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge dominantlıq edirlər. Bu ərazilərdə *Senecio vulgaris* adətən tək-tək halda bitir. Eyni zamanda qeyd edək ki, *Senecio vulgaris* və ya *Adi xaçgülünün* Nəbatat bağı ərazisində də yayılması tərəfimizdən müəyyən edilmişdir.

Ümumiyyətlə, apardığımız genişmiqyaslı tədqiqatlar nəticəsində məlum oldu ki, *Senecio vulgaris* və ya *Adi xaçgülü* Abşeron rayonu ərazisində geniş yayılmışdır. *Adi xaçgülü* halomezokserofit ekoloji qrupuna aid olunur. Bu bitkiyə, bir qayda olaraq, otlarlarda, psammofit-littoral və səhra bitki örtüyündə, bostanlarda, üzüm plantasiyalarında, tarlalarda rast gəlinir [4]. Qeyd etmək yerinə düşər ki, *Senecio vulgaris* adventiv tipli areala malik olur.

Respublikamızın onlarca təbii yeraltı sərvətlərindən olan termal su mənbəyi ölkəmiz üçün mühüm önəm daşıyır. Bu baxımdan belə bir sərvətin istifadə imkanları, qorunması onun fiziki-kimyəvi tərkibinin, mikobiotasının öyrənilməsi zərurəti yaradır [5].

Abşeron yarmadasında yerləşən Şıx termal su mənbəyinin temperatur göstəricisi (65°C) göbələklərin böyüməsi üçün temperaturun ən yuxarı həddindən də böyükdür, lakin buna baxmayaraq həmin mənbədən götürülən nümunələrdə göbələklərə rast gəlinmişdir ki, bu zaman da göbələk koloniyasına başlanğıcı orada olan konidilər vermişdir. Belə ki, göbələk konidilərinin temperatura davamlılığı mitselilərlə müqayisədə $8-12^{\circ}\text{C}$ qədər fərqlənir, yəni konidilərin öz həyat qabiliyyətini daha yüksək temperaturda saxlaması aydın olmuşdur.

Müəyyən edilmişdir ki, termal su mənbələrindən ayrılan göbələk ştamlarının, demək olar ki, hamısı hidrolitik fermentləri sintez etmək qabiliyyətinə malikdirlər və onların sintez etdikləri fermentlər 65°C -də temperatura münasibətinə görə termohəssas ($\tau_{1/2} \leq 35$ dəq), termotolerant (60 dəq $\geq \tau_{1/2} \leq 600$ dəq) və termostabil ($\tau_{1/2} \geq 720$ dəq) olurlar.

ƏDƏBİYYAT

1. Qarayusifova A.K. Azərbaycanın bəzi meşələrində yayılan afilloroidli göbələklərin növ müxtəlifliyi və resurs potensialı. Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim olunan dissertasiyanın avtoreferatı. Bakı, 2012, s.24
2. Abşeronun ümumi coğrafi xəritəsi. M:1:100000. Bakı, Azərbaycan Respublikasının Geodeziya və Kartografiya üzrə Dövlət Komitəsi. 1992.
3. Azərbaycanın faydalı bitkiləri. Bakı: Elm, 1971, 185 s.
4. Ağayeva S.O., Baxşəliyeva K.F. Azərbaycanın yaz xacgülü bitkisinin efir yağılılığı və antifunqal xassələrinin öyrənilməsi // "Faydalı bitkilərdən istifadənin aktual problemləri" mövzusunda Beynəlxalq konfransın materialları. Bakı: Elm, 2011, s.234-237
5. Aslanov A.D., Akhundov V.S., Ahmedova O.M. Mineral and thermal waters. Baku: BSU, 1997, p.106

РЕЗЮМЕ

БИОРАЗНООБРАЗИЕ МИКОБИОТЫ ФЛОРЫ И ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Гасанов Х.А., Алиев Ф.Т.

Ключевые слова: Апшерон, вид, доминант, флора, покрытосеменные

Растительность Апшеронского полуострова сформировалась, начиная с четвертичного периода. Современные фитоценозы образовались, начиная с Каспийского моря и до его берегов, под влиянием разнообразных климатических, эуаферических и других экологических условий. Различные экологические условия являются одним из главных факторов, способствующих формированию специфичной микобиоты в конкретном биоценозе. В целом, в результате проведенных нами широкомасштабных исследований стало известно, что *Senecio vulgaris* широко распространен на территории Апшеронского района.

SUMMARY

BIODIVERSITY OF MYCOBIOTA FLORA AND THERMAL WATERS OF THE ABSHERON PENINSULA

Hasanov H.A., Aliev F.T.

Key words: Absheron, species, dominant, flora, angiospermae.

The vegetation of the Absheron Peninsula was formed starting from the Quaternary period. Modern plant communities were formed, beginning from the Caspian sea to its shores under the influence of various climatic, euafrica and other environmental conditions. Different environmental conditions are considered one of the main factors contributing to the formation of a specific mycobiota in a particular biocenosis. In general, as a result of our extensive research, it became known that *Senecio vulgaris* is widely distributed in the territory of the Absheron region.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.05.2019
	Son variant	10.10.2019

UOT 582.26

XƏZƏRYANI AKVATORİYADA BAKTERİOPLANKTONUN FORMALAŞMASI

¹QARAYEVA AMALYA QASIM qızı

²MƏHƏRRƏMOVA KÖNÜL QORXMAZ qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-dosent, 2-magistrant

konul.maharramova85@gmail.com

Açar sözlər: bakterioplankton, evtrofikasiya, Xəzəryanı akvatoriya, mikroflora, Kür çayı, fitobentos.

Mövzu Xəzəryanı akvatoriyada bakterioplanktonun formalaşması prosesini əhatə edir. Çirklənmənin təsirindən Kür çayı biosenozunun mikrobiotasının pozulması, mikrobioloji çirklənməsi, evtrofikasiyası və digər xoşagəlməz proseslər qeyd olunur. Nəticədə, çayda bioloji məhsuldarlıq normadan bir neçə dəfə artır.

Kür çayı ilə dəniz sularına qarışan kənar maddələrdən mikrofloraya fəal təsir edən alloxton üzvi maddələr və biogen elementlərdir. Kür çayı özünəməxsus bulanıqlığı ilə fərqlənir. Ona görə də çay məcrası boyu sulara olan biogen elementlər fitoplankton tərəfindən mənimsənilmir. Lakin mineral azot və fosfor birləşmələri çayın dəniz mənsəbində bioloji dövrəyə aktiv qatılır, koagulyasiya prosesləri artır. O cümlədən şəffaflıq dərəcəsi yüksək olan biotoplarda yosunların, bakterioplanktonun inkişafı üçün əlverişli şərait yaranır.

Xəzər dənizi fitoplanktonunda həm şirin və həm də şortəhər su yosunları yaşayır. Bu da dənizin duzluluğunun az olması ilə bağlıdır. Xəzər dənizinin fitoplanktonunda 450 növ yosun qeyd edilmişdir ki, onların 163 növü diatom, 102 növü göy-yaşıl, 139 növü yaşıl, 39 növü dinofit, 2 növü qızılgül, 5 növü evqlen yosunlardır. Xəzərin fitoplanktonunda 47 növ dəniz yosunu, 66 növ şortəhər su yosunu, 74 növ şortəhər-şirin su yosunu, 210 növ şirin su yosunu və 52 növ başqa yosunlar vardır.

Xəzər dənizi fitoplanktonunda prosentrum və rizosoleniya daha çoxdur. Orta və cənubi Xəzərin suyunun duzluluğu Şimali Xəzərə nisbətən yüksək olduğu üçün burada şirin su yosunları yaşaya bilmir və məhv olur. Akvatoriyada duzluluq azalır, suyun şəffaflığı artır, dispersiya vəziyyətində olan asılı maddələr koagulyasiyaya uğrayır və bakterioplanktonun kütləvi inkişafına lazım olan biogen elementlərlə, energetik maddələrlə təminat yaxşılaşır. Ona görə bütün dəniz-okeanlarda, şirin və duzlu sular qarışan sahələrdə, hər iki mühitə xas olan orqanizmlərə təsadüf edilir və bioloji məhsuldarlıq daha yüksək olur. Bu qanunauyğunluq Cənubi Xəzərin Kür vadisində də mövcuddur. Belə ki, fitoplanktonun floristik tərkibi burada daha zəngin olmaqla, fəsillər üzrə də biokütlə baxımından kəskin dəyişir.

Müəyyən olunmuşdur ki, Kür vadisində qış və payız fəsillərində alqoflorada diatomlar üstünlük təşkil edir. Yaz mövsümündə diatomlarla birgə yaşıl yosunlar, fitoplankton kütləsinin 45-60%-ni təşkil edir.

Payız fitoplanktonunda dominant növlər diatomlara aid edilir, xüsusilə *Rhizosolenia calcaravis* bütün Kür vadisi sularında görünür. Maraqlıdır ki, payızın sonu və qışın əvvəlində göy və göy-yaşıl yosun siniflərinə məxsus növlər kəskin dərəcədə ixtisar olunur və diatomlara məxsus növlərin sayı çoxalır ki, onlardan *Skeletonema costatum*-u göstərmək olar.

Ərazi sularında ilkin üzvi maddələrin çoxalması, birinci növbədə, mikrofloranın kütləvi inkişafına səbəb olur və substratların mineralizasiyası sürətlənir, nəticədə, mühitdə həll olunmuş vəziyyətdə olan oksigenin miqdarı azalır. Cənubi Xəzərdə ən kəskin evtroflaşma məhz onun qərb hissəsində, yəni Kür çayı vadisinə qonşu olan akvatoriyalarda gedir. Maraqlıdır ki, fitoplanktonun

fotosintezində əmələ gələn üzvi maddələrin zaman baxımından artması, ümumi üzvi maddələrin biodestruksiya hadisəsinin güclənməsi ilə üst-üstə düşür. Bu da onu göstərir ki, Kür suyu ilə Xəzərə axıdılan külli miqdar biogen elementlər, Kür vadisində yosunların fotosintezində tam istifadə olunmur. Səbəbi də ondan ibarətdir ki, son 40 ildə həmin sahədə suyun şəffaflığı, demək olar ki, dəyişməmişdir və 0,28-0,33 m arasında tərəddüd edir. Bununla belə, məhz həmin ərazidə biodestruksiyanın ən yüksək göstəricisi qeyd edilir.

Başqa sözlə desək, Kür suyu ilə dənizə qarışan maddələr, ərazidə fauna-floranın inkişafına, bioloji məhsulun əmələ gəlməsinə, maddələrin mübadiləsinin gedişinə və başqa proseslərə fəal təsir edir.

Məlum olmuşdur ki, Kür çayı hövzəsində aramsız davam edən və intensivləşən antropogen təsirlər sayəsində Kürətrafi akvatoriyada hidrokimyəvi inqradientlər həm kəmiyyət, həm də keyfiyyətə qeyri-sabitdir. Maraqlı cəhətlərdən biri də ondan ibarətdir ki, nisbətən sabit saxlanan göstərici təkə ərazidə suyun şəffaflığıdır. Belə ki, son 35-40 ildə Kür vadisində çay suyu ilə dəniz suyunun qarışan sahəsi nisbətən dəyişməmişdir. Lakin ümumi duzluluq (xlora görə), qələvilik, turşuluq (pH) və biogen elementlərin həmin zaman kəsiyində artması qeyd edilir. Məhz bu səbəbdən də Xəzərin Kürətrafi akvatoriyasında bakterioplanktonun kütləvi inkişafı sayəsində antropogen evtroflaşma ildən-ilə intensivləşir, oksigen məsrəfi artır və s.

Eyni zamanda Kür suyunun Xəzərdə əsas axın istiqamətində cənub-qərb sahədə, ilkin üzvi maddələr Kür vadisində qeyd olunan artımdan 4 dəfə çoxdur. Beləliklə, bir daha aydın olur ki, hövzə boyu kənar maddələrlə (özü də ildən-ilə intensivləşməyə meyil etməklə) zənginləşən Kür suyu Cənubi Xəzərin qərb hissəsində bakterioplanktonun kütləvi şəkildə inkişafına səbəb olur. Bununla yanaşı, həmçinin Kür suyu Xəzərə nəql olunan kənar maddələrdən asan mənimsənilən alloxton üzvi maddələr bir tərəfdən oksigen məsrəfini artırır, mikrofloranın generasiyasını sürətləndirir, biogen elementlərin regenerasiyasını təmin etməklə, bərk çöküntülərdən azad olan sulara fitoplanktonun aktiv fotosintezinə zəmin yaradır, digər tərəfdən biogen elementlərin izafi qatılığı şəraitində, gen-bol günəş radiasiyası ilə təmin olunan alqoflora çiçəklənmə səviyyəsində inkişaf edir.

Bu da onunla əlaqədardır ki, üzvi maddələr, sulfat-sulfid duzları olan mühitdə oksigen azlığı hidrogen-sulfid qıvcırması kimi təhlükəli prosesin yaranmasını reallaşdırır.

Xəzərdə fitoplanktona məxsus məhsulun aramsız artmağa meyil etməsi, biodestruksiya proseslərinin intensivləşməsinin oksigen rejiminə mənfi təsirini, ərazidə yaranan arzuolunmaz ekoloji vəziyyət kimi qiymətləndirmək lazımdır.

Fitoplanktonun əmələ gətirdiyi ilkin üzvi maddələrin məkan və zaman baxımından artması – çoxalması qeyd edilir.

Şimali Xəzər fitoplanktonunda şirin su yosunları üstünlük təşkil edir ki, bunlardan da ən çox yayılanı göy-yaşıl və yaşıl yosunlardır. Orta Xəzər fitoplanktonunda diatom və göy-yaşıl yosunlar üstünlük təşkil edirlər.

Fitoplanktonun fəsillər üzrə dəyişməsi aşağıdakı kimidir. Yazda Şimali Xəzərin cənub-qərb və Volqa çayı tökülən hissəsində diatom yosunların külli miqdarda inkişafı qeyd edilir. Yayda fitoplanktonda yaşayan yosunların növ tərkibi artır. Payızda Şimali Xəzər fitoplanktonunda göy-yaşıl yosunlar, demək olar ki, yox olur və onların əvəzində əsasən diatom və dinofit yosunları inkişaf etməyə başlayır.

Şimali Xəzərin fitobentosunda diatom, yaşıl, göy-yaşıl, qırmızı və qonur yosunların müxtəlif növlərinə, habelə ali bitkilərə rast gəlinir. Hazırda fitobentosda 350 növ yosun və 5 növ ali bitki qeyd edilmişdir. Şimali Xəzərin fitobentosunda ali bitkilərdən dənizotu, suçiçəyi və ruppiyaya rast gəlinir.

Orta Xəzərin qərb sahilində fitobentosun inkişafı dənizin 10 m-ə qədər dərinliklərində qeyd edilir. Burada onlar daşların və balıqqulaqlarının üzərində, ali bitkilər isə lil-qum biotopunda geniş yayılmışdır. Mahaçqala limanı yaxınlığında yosunlar daşlar üzərində yaşayır.

ƏDƏBİYYAT

1. Budaqov B.Ə. Xəzər dənizinin müasir problemlərinə dair / Xəzər dənizinin müasir problemlərinə həsr olunmuş konfrans. Bakı, 1993, s.3-9
2. Ənsərova A.H. Xəzərin Kür vadisinin mikroorqanizmlərinin fizioloji-biokimyəvi xüsusiyyətləri . c.2. Bakı: Elm, 2005, s.126-132
3. Абдуллаева Т.Г. Роль бактериопланктона в продукционно-деструкционных процессах озер Аджикабул, Аггелъ и Мехман. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Баку, 1995, 27 с.
4. Абдурахманов Ю.А. Рыбы пресных вод Азербайджана Баку: АН Азерб. ССР, 1962, 407 с.
5. Андреева А.М. Об использовании биохимических маркеров при исследовании продукционно-деструк.процессов // Мат. междун. конф.(Борок). Ярославль, 2004, с. 3-5
6. Алиев С.Н. Микрофлора реки Куры и ее роль в процессах самоочищения. Автореф. дис. канд. биол. наук. Киев, 1980, 23 с.

РЕЗЮМЕ

ФОРМИРОВАНИЕ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА В ПРИКАСПИЙСКОЙ АКВАТОРИИ

Гараяева А.Г., Маггеррамова К.Г.

Ключевые слова: бактериопланктон, эвтрофикация, Прикаспийская акватория, микрофлора, река Кура, фитобентос

Тема охватывает процесс формирования бактериопланктона в Прикаспийской акватории. Под воздействием загрязнения отмечаются нарушения микробиоты биоценоза реки Кура, микробиологическое загрязнение, эвтрофикация и другие нежелательные процессы. В результате биологическая продуктивность реки увеличивается в несколько раз от нормы. Вещества, смешивающиеся с морской водой, активно влияют на развитие фауны и флоры территории, на формирование биологического продукта, на ход обмена веществ и другие процессы.

SUMMARY

FORMATION OF BACTERIOPLANKTON IN THE CASPIAN WATER AREA

Garayeva A.Q., Maharramova K.Q.

Key words: bacterioplankton, eutrophication, Caspian area, microflora, Kur river, phytobenthos.

The topic covers the process of formation of bacterioplankton in the Caspian water area. Under the influence of pollution, violations of the microbiota of the Kur river biocenosis, microbiological contamination, eutrophication and other unpleasant processes are noted. As a result, the biological productivity of river increases several times from the norm. Substances that mix with sea water of the species actively affect the development of the fauna and flora of the territory, the formation of a biological product, the course of metabolism and other processes.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	24.05.2019
	Son variant	10.10.2019

ŞAXƏLƏNMİŞ SU TƏCHİZATI SİSTEMİNİN OPTİMAL İDARƏEDİLMƏ MƏSƏLƏSİ

¹İSGƏNDƏROV ƏLƏSGƏR ƏLƏKBƏR oğlu

²MAHMUDOV RASİM REYMUD oğlu

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-professor, 2-magistrant

elesger_54@mail.ru

Açar sözlər: su təchizati, magistral xətt, paylaşıdırıcı xətt, suyun sərfi, tələbat məntəqəsi, su təchizati sistemi, su tənzimləyici qurğu, suyun qiyməti, optimal idarəetmə, optimallaşdırma meyarı.

Məqalədə bir mənbədən su götürən, magistral və ondan şaxələnməş paylaşıdırıcı xətlər vasitəsilə çoxlu sayda tələbat məntəqələrini təmin edən su təchizati sisteminə baxılır. Hər bir xəttin sonunda sistemdə toplanan artıq suyu kənara axıtmaq üçün qəza suburaxıcı qurğuları qoyulmuşdur. Sistemdə istifadə olunan suyun sərfi stoxastik şəkildə dəyişir. Belə sistemdə su təchizatını idarə etmək üçün optimal idarəetmə məsələsi qoyulmuş və məsələnin həllinə aid misal verilmişdir.

İşdə bir mənbədən su götürüb, magistral xətt (MX) və ondan şaxələnməş paylaşıdırıcı xətlər (PX) vasitəsilə çoxlu sayda tələbat məntəqələrini (TM) təmin edən su təchizati sisteminə baxılır. Bu xətlər sutənzimləyici qurğular (STQ) vasitəsilə ardıcıl yerləşmiş hissələrə bölünmüşdür. Sistemdə toplanmış artıq suyu kənara axıtmaq üçün hər bir xəttin sonunda qəza suburaxıcı qurğusu (QQ) qoyulmuşdur. Sistemdə su tələbatı məntəqələrinin sifarişləri, elektrik enerjisinin verilməsi, sutənzimləyici qurğuların sərfələri, təmir vaxtları tez-tez və təsadüfi olaraq dəyişir. Bu səbəblərə görə tələbat məntəqələrinin sifarişləri vaxtında yerinə yetirilə bilmir, sistemin normal iş rejimi və səmərəli fəaliyyəti pozulur. Bunun aradan qaldırılması üçün suyun mənbədən optimal götürülməsi və tələbatçıları arasında paylanması məsələsi qoyulmalı və həll edilməlidir.

Mövcud elmi ədəbiyyatda şaxələnməş su təchizati sistemlərinin idarə edilməsinə aid çoxlu sayda işlər vardır. Məsələn, [1]-də binaların, ayrı-ayrı obyektlərin və yaşayış məntəqələrinin su təchizati və suyun kənara axıdılması sistemlərinin qurulması və istismarı məsələləri verilir. Bu işlərin yerinə yetirilməsi üçün metodik vəsait təqdim edilir. [2]-də su təchizati və suyun kənarlaşdırılması işlərinin sərbəst yerinə yetirilməsi qaydaları verilir, mühəndis şəbəkələrinin qeyri-qənaətbəxş işləməsi və bu halların aradan qaldırılması qaydaları izah edilir. [3]-də qrupşəkilli su təchizati sisteminin vəziyyətinin analizi, bu sahədə görülməş işlərin optimallaşdırılması məsələlərinin qoyuluşu, struktur-sxem və parametrik-sxem qaydaları ilə optimallaşdırılması üsulları haqqında məlumat verilir. [4]-də mürəkkəb su təchizati sistemlərinin idarəedilmə məsələlərinin kompüterin köməyi ilə həlli üçün onların optimal layihələndirilməsi, hidravlik zəncir nəzəriyyəsi şəklində baxılması yolları izah edilir. [5]-də paylanmış su nəqli şəbəkələrində suyun götürülməsi və tələbatçıları arasında paylanması prosesinin optimallaşdırılması məsələləri verilmişdir.

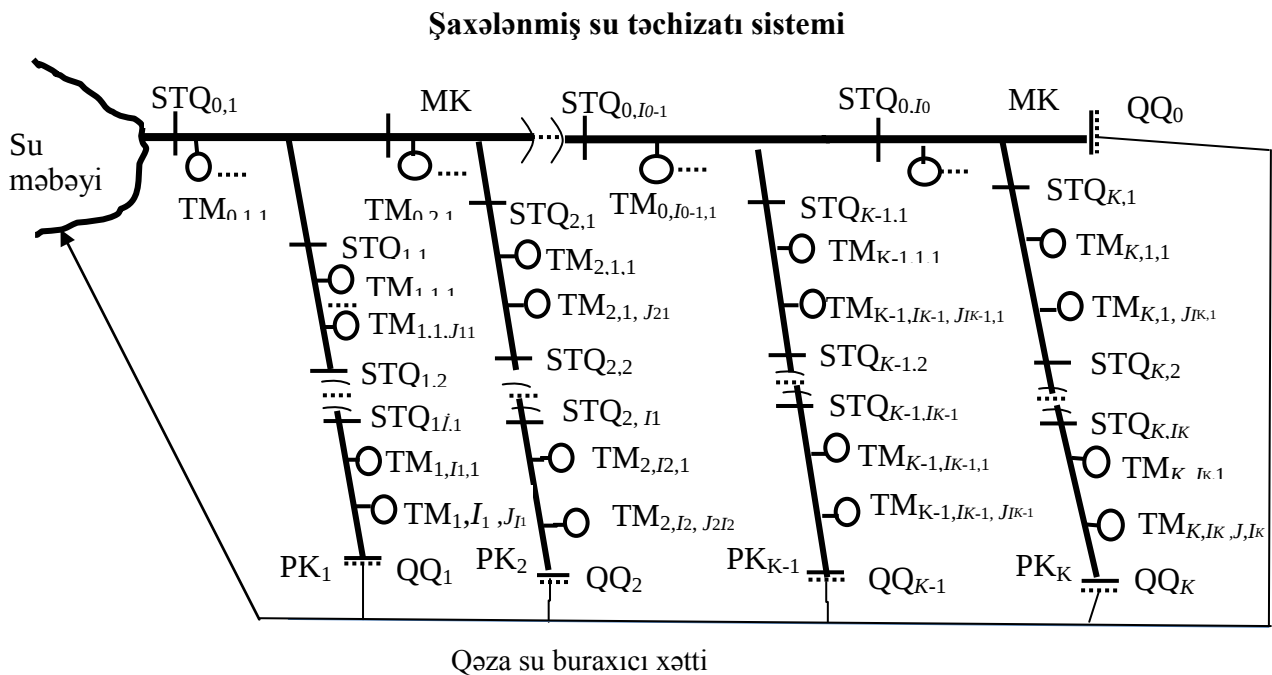
Lakin yuxarıda göstərilən və digər işlərdə belə sistemlərin su təchizatının optimal idarəedilmə problemi hələ tam yerinə yetirilməmişdir. Bu çatışmazlığın aradan qaldırılması üçün məqalənin müəllifləri tərəfindən paylanmış su təchizati sistemlərinin optimal idarə edilməsi məsələsi təklif edilmişdir.

Məsələdə baxılan sistem üçün sərfələrin optimal qrafiklərinin tərtib edilməsi məsələsinin riyazi qoyuluşu və həlli verilmişdir. Buna uyğun məsələ Ə.Ə.İsgəndərov tərəfindən şaxələnməş sistemlərdə maye məhsullarının paylanması üçün yazılmış işdə verilmişdir [6]. Lakin burada məsələnin həlli və optimal iş rejimlərinin tapılması üçün riyazi proqramlaşdırma üsullarından istifadə edilməmişdir.

İndi təqdim edilən işdə məsələnin yeni variantı verilir. Burada məqsəd funksiyası və məhdudiyyətlər baxılan obyektlər üçün dəqiqləşdirilmiş və məsələnin həlli üçün Matlab riyazi proqramlaşdırma paketindən istifadə edilmişdir [7].

Şaxələnmiş su təchizatı sisteminin optimal idarəedilmə məsələsinin qoyuluşu. Fərz edək ki, su təchizatı mənbəyi, magistral xətt (MX), ondan şaxələnmiş K sayda paylaşıdırıcı xətt (PX) vasitəsilə təmin olunan su təchizatı sisteminə baxılır. MX və PX-lərin hər biri su sərfini tənzimləyən qurğular (STQ) vasitəsilə $I_k, k = \overline{0, K}$ sayda ardıcıl yerləşmiş hissələrə bölünmüşdür. Hər bir hissə üzərində $J_{k,i}, k = \overline{0, K}, i = \overline{1, I_k}$ sayda tələbat məntəqəsi (TM) yerləşmişdir və hər bir kanalın sonunda sistemdə toplanmış artıq suyun kənara axıdılması üçün qəza su buraxıcı qurğular (QQ) qoyulmuşdur. Sistemdə suyun həcmi və sərfini idarə etmək üçün onun uyğun qurğularında sərf və səviyyəölçənlər, həmçinin avtomatlaşdırılmış sərf tənzimləyiciləri qoyulmuşdur.

Müxtəlif səbəblərdən qurğuların sərfəri tez-tez və təsadüfi vaxtlarda dəyişir. Belə hallarda sistemin normal iş rejiminin təmin edilməsi üçün suyun götürülməsi və paylanması prosesini elə yerinə yetirmək lazımdır ki, TM-lərdə tələb olunandan fərqli sərfə verilən və mümkün qədər az, QQ-lardan kənara axıdılan suyun həcmi mümkün qədər az olsun, eyni zamanda STQ və TM-lərdə suyun sərfi və xətlərin hissələrində toplanan suyun həcmi əvvəlcədən verilmiş minimal və maksimal qiymətlərdən kənara çıxmınsın.



Şəkil 1. Şaxələnmiş su təchizatı sisteminin struktur sxemi

Məsələnin riyazi qoyuluşunu vermək üçün aşağıdakı işarələmələri qəbul edək:

- $Q_{ki}^{\min}, Q_{ki}^{\max}, Q_{ki}(t), k = \overline{0, K}, i = \overline{0, I_k}, t \in (0, T)$ – xətlərin sənətimləyici qurğularında suyun minimal, maksimal və cari sərfəri, m^3/s ;
- $Q_k^{q\min}, Q_k^{q\max}, Q_k^q(t), k = \overline{0, K}, t \in (0, T)$ – xətlərin sonlarında olan qəza qurğularında suyun minimal, maksimal və cari sərfəri, m^3/s ;
- $q_{kij}^{\min}, q_{kij}^{\max}, q_{kij}(t), k = \overline{0, K}, i = \overline{1, I_k}, j = \overline{1, J_{ki}}, t \in (0, T)$ – tələbat məntəqələrində suyun minimal, maksimal və cari sərfəri, m^3/s ;

- $\bar{q}_{kij}(t), k = \overline{0, K}, i = \overline{1, I_k}, j = \overline{1, J_{ki}}, t \in (0, T)$ – tələbat məntəqələrində suyun tələb olunan sərfələri, m^3/s ;
- $V_{ki}^{\min}, V_{ki}^{\max}, V_{ki}(t), k = \overline{0, K}, i = \overline{1, I_k}, t \in (0, T)$ – MX və PX-lərin hissələrində suyun minimal, maksimal və cari həcmələri, m^3 ;
- $c_k, k = \overline{0, K}$ – qəza qurğularından atılan vahid həcmdə suyun qiyməti, man./ m^3 .
- $c_{ki}, k = \overline{0, K}, i = \overline{1, I_k}$ – xətlərin sutənzimləyici qurğularından verilən vahid həcmdə suyun qiyməti, man./ m^3 ;
- $c_{kij}, k = \overline{0, K}, i = \overline{1, I_k}, j = \overline{1, J_{ki}}$ – tələbat məntəqələrinə verilən vahid həcmdə suyun sərfələri, man./ m^3 .

Burada $k=0$ – MX-in başlanğıc qurğusunun, $i=0$ isə – MX və PX-lərin birinci hissələrinin nömrəsinin işarələridir. Sistemin struktur sxemi Şəkil 1-də göstərilmişdir.

MX və PX-lərin sonuna yaxınlaşdıqca istismar xərcləri, filtrasiya və buxarlanma nəticəsində suyun qiyməti artır.

Optimal idarəetmə məsələsində $Q_{k,i}(t), Q_k^q(t), q_{k,i,j}(t)$ sərfələrinin və $V_{k,i}(t)$ həcmələrinin elə qiymətlərinin tapılması tələb olunur ki, TM-lərin hesablanan $q_{k,i,j}(t)$ sərfələri tələb olunan $\bar{q}_{k,i,j}(t)$ sərfələrindən minimal fərqlənsin, $Q_k^q(t)$ sərfələri minimum olsun, eyni zamanda $Q_{k,i}(t), Q_k^q(t), q_{k,i,j}(t)$ və $V_{k,i}(t)$ kəmiyyətləri $(0, T)$ zaman intervalı ərzində əvvəlcədən verilmiş minimal və maksimal qiymətlərdən kənara çıxmasın.

Məsələnin riyazi yazılışı belədir: Məqsəd funksiyasını aşağıdakı kimi götürək:

$$C = \int_{t=0}^T \sum_{k=0}^K \left(c_k Q_k^q(t) + \sum_{i=1}^{I_k} \sum_{j=1}^{J_{ki}} c_{k,i,j} [q_{k,i,j}(t) - \bar{q}_{k,i,j}(t)]^2 \right) dt.$$

Məsələdə elə $Q_k^q(t)$ və $q_{k,i,j}(t), k = \overline{0, K}, i = \overline{1, I_k}, j = \overline{1, J_{ki}}, t \in (0, T)$ qiymətlərinin tapılması tələb olunur ki, seçilmiş məqsəd funksiyası minimallaşsın:

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

və aşağıdakı şərtlər ödənilsin:

- STQ $_{k,i}$ –lərdə sərfələrə qoyulan məhdudiyyətlər

$$Q_{k,i}^{\min} \leq Q_{k,i}(t) \leq Q_{k,i}^{\max}, k = \overline{0, K}, i = \overline{1, I_k}, t \in (0, T); \quad (2)$$

- QQ $_k$ -larda sərfələrə qoyulan məhdudiyyətlər

$$Q_k^{q\min} \leq Q_k^q(t) \leq Q_k^{q\max}, k = \overline{0, K}, t \in (0, T); \quad (3)$$

- TM $_{k,i,j}$ –lərdə sərfələrə qoyulan məhdudiyyətlər

$$q_{k,i,j}^{\min} \leq q_{k,i,j}(t) \leq q_{k,i,j}^{\max}, k = \overline{0, K}, i = \overline{1, I_k}, j = \overline{1, J_{ki}}, t \in (0, T) \quad (4)$$

- MX və PX-lərin hissələrində suyun həcminə qoyulan məhdudiyyətlər

$$V_{k,i}^{\min} \leq V_{k,i}(t) \leq V_{k,i}^{\max}, k = \overline{0, K}, i = \overline{1, I_k}, t \in (0, T) \quad (5)$$

- BQ $_{k,i}$ və TM $_{k,i,j}$ -ların sərfələri ilə H $_{k,i}$ hissələrinin həcmələri arasında əlaqələr

$$\Delta Q_{k,i}(t) - \sum_{j=1}^{J_{k,i}} \Delta q_{k,i,j}(t) - \sum_{p=1}^{P_{k,i}} \Delta Q_{k,p_i} - \Delta Q_{k,i+1}(t) = \frac{\Delta V_{k,i}(t)}{\Delta t}, k = \overline{0, K}, i = \overline{1, I_k}, t \in (0, T) \quad (6)$$

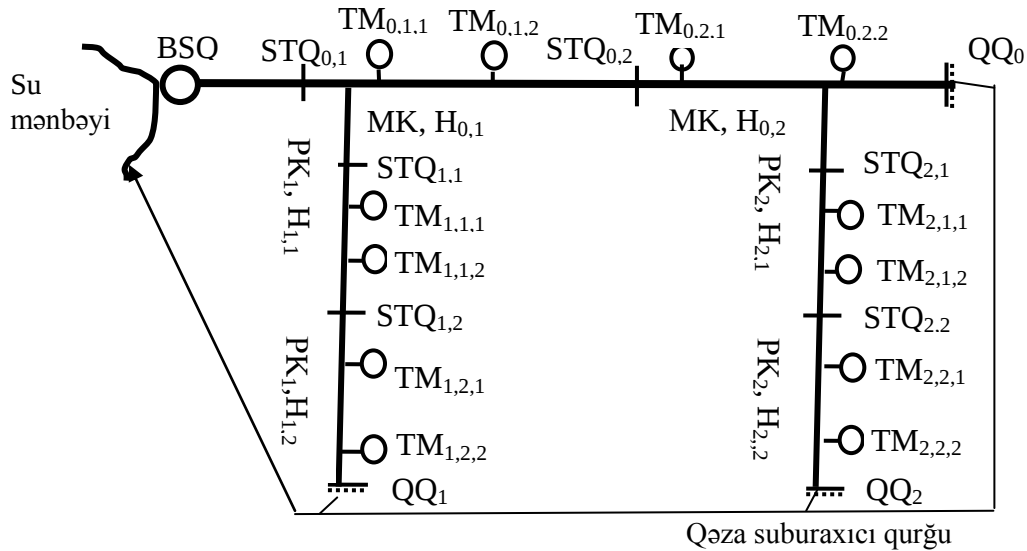
(6) düsturunda Q_{k,p_i} – k,i -ci hissədən su götürən k,p -nömrəli PX-nin başlanğıc STQ-sının sərfi, $P_{k,i}$ – bu PX-lərin sayı, Δ işarəsi isə uyğun parametrlin zamana görə artımını göstərir.

Məsələnin həlli üçün başlanğıc şərtlər kimi BQ $_{k,i}$ -lərdə sərfin $Q_{k,i}(0)$, $k = \overline{0, K}$, $i = \overline{1, I_k}$, QQ $_k$ -larda $Q_k^q(0)$, $k = \overline{0, K}$, TM $_{k,i,j}$ -larda $q_{k,i,j}(0)$, $k = \overline{0, K}$, $i = \overline{1, I_k}$, $j = \overline{1, J_{k,i}}$, TM $_{k,i,j}$ -larda sərfərin $(0, T)$ müddəti ərzində tələb olunan $\overline{q_{k,j,i}}(t)$, $k = \overline{0, K}$, $i = \overline{1, I_k}$, $j = \overline{1, J_{k,i}}$, $t \in (0, T)$ qiymətləri və $H_{k,i}$ hissələrində həcmərin $V_{k,i}(0)$, $k = \overline{0, K}$, başlanğıc qiymətləri götürülür.

Məsələnin həlli nəticəsində $(0, T)$ vaxt intervalı ərzində sərfərin TM-lərdə $q_{k,i,j}^{op}$, $k = \overline{0, K}$, $i = \overline{1, I_k}$, $j = \overline{1, J_{k,i}}$, STQ-lərdə $Q_{k,i}(t)$, $k = \overline{0, K}$, $i = \overline{1, I_k}$, QQ-larda $Q_k^{op}(t)$, $k = \overline{0, K}$ qiymətləri, su təchizatı xətlərinin hissələrində isə həcmərin $V_{k,i}^{op}(t)$, $k = \overline{0, K}$, $i = \overline{1, I_k}$ qiymətləri hesablanır.

(1) – (6) məsələsinin həllini asanlaşdırmaq üçün $(0, T)$ zaman intervalını, suyun qurğulardakı sərfələri və həcmələri təqribən sabit qalan, kiçik (t_{p-1}, t_p) , $p = \overline{1, P}$ hissələrinə bölərək, bu hissələrin hər birində optimal idarəetmə məsələsini ardıcıl olaraq riyazi proqramlaşdırma üsulu ilə həll etmək olar.

Məsələnin həllinə aid nümunə. Fərz edək ki, su mənbəyindən baş sugötürücü qurğu (BSQ) vasitəsilə su götürən, bir MX və iki PX-dən ibarət su təchizatı sistemi verilmişdir. MX və PX-lərin hər biri STQ-lar vasitəsi ilə iki H hissələrinə ayrılmışdır. Hissələrin hər birində 2 tələbat məntəqəsi vardır və xətlər QQ-larla qurtarır (Şəkil 2).



Şəkil 2. MX və iki PX-dən ibarət 12 tələbat məntəqəli su təchizatı sistemi.

BQ, QQ-lar və TM-lərdə suyun minimal, maksimal və başlanğıc sərfələri, H-lərdə suyun minimal, maksimal və başlanğıc həcmələri, 1 m^3 suyun qiyməti, həmçinin optimallaşdırma məsələsinin uyğun parametrləri 1, 2 və 3 cədvəllərində verilmişdir.

Cədvəl 1.

BQ və QQ-larda suyun minimal, maksimal və başlanğıc sərfələri, 1 m³ suyun qiyməti və optimallaşdırma məsələsinin uyğun parametrləri

Sərfələr(m ³ /s), suyun qiyməti (man/m ³) və parametrlər	MX			PX ₁			PX ₂		
	TM _{0,1}	TM _{0,2}	QQ ₀	TM _{1,1}	TM _{1,2}	QQ ₁	TM _{2,1}	TM _{2,2}	QQ ₂
Minimal sərfələr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maksimal sərfələr	10.0	7.0	2.0	5.0	3.0	2.0	5.0	3.0	2.0
Başlanğıc sərfələr	6.0	4.0	0.5	1.5	1.0	0.5	3.5	1.5	0.5
1m ³ suyun qiyməti	10.0	11.5	13.0.	13.5	15.0	16.5	17.0	18.5	20.0
Parametrlər	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉

Cədvəl 2.

TM-lərdə suyun minimal, maksimal və başlanğıc sərfələri, 1 m³ suyun qiyməti və optimallaşdırma məsələsinin uyğun parametrləri

Sərfələr(m ³ /s), suyun qiyməti (man/m ³) və parametrlər	MK, H _{0,1}		MK, H _{0,2}		PK ₁ , H _{1,1}		PK ₁ , H _{1,2}		PK ₂ , H _{2,1}		PK ₂ , H _{2,2}	
	TM _{0,1,1}	TM _{0,1,2}	TM _{0,2,1}	TM _{0,2,2}	TM _{1,1,1}	TM _{1,1,2}	TM _{1,2,1}	TM _{1,2,2}	TM _{2,1,1}	TM _{2,1,2}	TM _{2,2,1}	TM _{2,2,2}
Minimal sərfələr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maksimal sərfələr	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Başlanğıc sərfələr	0.5	1.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1m ³ suyun qiyməti	10.5	11.0	12.0	12.5	14.0	14.5	15.5	16.0	17.5	18.0	19.0	19.5
Parametrlər	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁

Cədvəl 3.

Su təchizatı xətlərinin hissələrində suyun minimal, maksimal və başlanğıc həcmələri və optimallaşdırma məsələsinin uyğun parametrləri

Suyun həcmi (m ³) və uyğun parametrlər	MK, H _{0,1}	MK, H _{0,2}	PK ₁ , H _{1,1}	PK ₁ , H _{1,2}	PK ₂ , H _{2,1}	PK ₂ , H _{2,2}
Minimal həcmələr	16000	16000	11000	13000	12000	15000
Maksimal həcmələr	35000	35000	31000	33000	32000	35000
Başlanğıc həcmələr	25000	26000	21000	23000	22000	25000
Parametrlər	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅	X ₂₆	X ₂₇

Məsələdə TM_{k,i,j}, k=0, 1,2, i=1, 2, j=1, 2-ların tələblərinin (00.00 -24.00) intervalı ərzində ödənilməsi üçün optimal sərfələrin tapılması tələb edilir.

Fərz edək ki, texnoloji prosesi elə (00.00, 08.00), (08.00, 16.00), (16.00, 24.00) zaman intervallarına bölmək olar ki, onların hər birində texnoloji parametrlərin qiymətləri sabit qalır və cədvəl 4-də verilən kimidir.

Cədvəl 4.

TM-lərdə başlanğıc anda olan və (00.00 -24.00) vaxtı ərzində tələb edilən sərflər.

TM sərflərinin sabitlik intervalları	MK, H _{0,1}		MK, H _{0,2}		PK ₁ , H _{1,1}		PK ₁ , H _{1,2}		PK ₂ , H _{2,1}		PK ₂ , H _{2,2}	
	TM _{0,1,1}	TM _{0,1,2}	TM _{0,2,1}	TM _{0,2,2}	TM _{1,1,1}	TM _{1,1,2}	TM _{1,2,1}	TM _{1,2,2}	TM _{2,1,1}	TM _{2,1,2}	TM _{2,2,1}	TM _{2,2,2}
Başlanğıc	0.5	1.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
(00.00 – 08.00)	0.5	0.7	0.8	0.0	0.0	0.5	0.5	0.8	0.5	0.0	0.7	0.6
(08.00 – 16.00)	0.7	1.0	0.0	0.8	0.7	0.8	0.0	0.8	0.0	0.7	0.7	0.6
(16.00 – 24.00)	0.7	0.7	0.0	0.8	0.7	0.5	0.0	0.0	0.5	0.7	0.0	0.5

(1)-(6) şərtlərinə görə cədvəl 1,2,3 və 4-dəki qiymətləri nəzərə almaqla parametrlərin birinci sabitlik intervalı üçün məsələnin qoyuluşu aşağıdakı şəkildə olar:

$$C=13.0 \cdot X_3 + 16.5 \cdot X_6 + 20.0 \cdot X_9 + 10.5 \cdot (X_{10}-1.0)^2 + 11.0 \cdot (X_{11}-1.0)^2 + 12.0 \cdot (X_{12}-1.0)^2 + 12.5 \cdot (X_{13}-1.0)^2 + 14.0 \cdot (X_{14}-0.5)^2 + 14.5 \cdot (X_{14}-1.0)^2 + 15.5 \cdot (X_{16}-1.0)^2 + 16.0 \cdot (X_{17}-1.0)^2 + 17.5 \cdot (X_{18}-1.0)^2 + 18.0 \cdot (X_{19}-1.0)^2 + 19.0 \cdot (X_{20}-1.0)^2 + 19.5 \cdot (X_{21}-1.0)^2 \rightarrow \min; \quad (7)$$

$$1.0 \leq X_1 \leq 10.0; 0.5 \leq X_2 \leq 7.0; 0.5 \leq X_4 \leq 4.0; \quad (8)$$

$$0.0 \leq X_4 \leq 3.0; 0.5 \leq X_7 \leq 4.0; 1.0 \leq X_8 \leq 3.0;$$

$$0.0 \leq X_3 \leq 2.0; 0.0 \leq X_6 \leq 2.0; 0.0 \leq X_9 \leq 2.0; \quad (9)$$

$$\begin{aligned} 0.0 \leq X_{10} \leq 1.0; 0.0 \leq X_{11} \leq 1.0; 0.0 \leq X_{12} \leq 1.0; 0.0 \leq X_{13} \leq 1.0; \\ 0.0 \leq X_{14} \leq 1.0; 0.0 \leq X_{15} \leq 1.0; 0.0 \leq X_{16} \leq 1.0; 0.0 \leq X_{17} \leq 1.0; \\ 0.0 \leq X_{18} \leq 1.0; 0.0 \leq X_{19} \leq 1.0; 0.0 \leq X_{20} \leq 1.0; 0.0 \leq X_{21} \leq 1.0; \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} 16000 \leq X_{22} \leq 35000; 16000 \leq X_{23} \leq 35000; 16000 \leq X_{24} \leq 35000; \\ 16000 \leq X_{25} \leq 35000; 16000 \leq X_{26} \leq 35000; 16000 \leq X_{27} \leq 35000; \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} (X_1 - 6.0) - (X_{10} - 0.5) - (X_{11} - 1.0) - (X_2 - 4.0) - (X_4 - 1.5) &= (X_{22} - 25000)/28800; \\ (X_2 - 4.0) - (X_{12} - 0.5) - (X_{13} - 1.0) - (X_3 - 0.5) - (X_5 - 1.0) &= (X_{23} - 25000)/28800; \\ (X_4 - 1.5) - (X_{10} - 0.5) - (X_{11} - 1.0) - (X_5 - 1.0) &= (X_{24} - 21000)/28800; \\ (X_5 - 1.0) - (X_{16} - 0.5) - (X_{19} - 0.5) - (X_6 - 0.5) &= (X_{25} - 24000)/28800; \\ (X_7 - 3.5) - (X_{18} - 0.5) - (X_{19} - 0.5) - (X_8 - 1.5) &= (X_{26} - 22000)/28800; \\ (X_8 - 1.5) - (X_{20} - 0.5) - (X_{21} - 0.5) - (X_2 - 4.0) - (X_9 - 0.5) &= (X_{27} - 25000)/28800. \end{aligned} \quad (12)$$

(7) – (12) məsələsini (00.00, 08.00) intervalı üçün həll etdikdə başlanğıc şərtləri kimi əsas məsələnin qoyuluşunda olan başlanğıc şərtlər, (08.00, 16.00) intervalı üçün həll etdikdə (00.00, 08.00) intervalında alınmış optimal həllər, (16.00, 24.00) – intervalı üçün həll etdikdə isə (08.00, 16.00) intervalında alınmış optimal həllər götürülür. Beləliklə, bütün (00.00, 24.00) periodu üçün BQ, QQ və TM-lər üçün hesablanmış optimal sərflər, həmçinin su nəqli xətlərinin optimal həcmələri tapılır. Bu qiymətlər 5, 6 və 7 cədvəllərində verilmişdir.

Cədvəl 5.

BQ və QQ-larda optimal sərfələr (m^3/s)

Parametrlərin sabitlik intervalları	MK			PK ₁			PK ₂		
	TM _{0,1}	TM _{0,2}	QQ ₀	TM _{1,1}	TM _{1,2}	QQ ₁	TM _{2,1}	TM _{2,2}	QQ ₂
(00.00 – 08.00)	5.029	2.644	0.000	1.793	1.291	0.000	1.824	1.303	0.000
(08.00 – 16.00)	11.195	6.122	0.000	3.023	2.004	0.000	4.082	2.050	0.000
(16.00 – 24.00)	5.086	2.509	0.000	1.061	1.002	0.000	2.009	0.998	0.000

Cədvəl 6.

TM-lərdə sərfələrin optimal ($q_{k,i,j}^{op}$) və tələb edilən ($\bar{q}_{k,i,j}$) qiymətləri (m^3/s)

Sabitlik intervalları, onlarda optimal və tələb edilən sərfələr		MK, H _{0,1}		MK, H _{0,2}		PK ₁ , H _{1,1}		PK ₁ , H _{1,2}		PK ₂ , H _{2,1}		PK ₂ , H _{2,2}	
		TM _{0,1,1}	TM _{0,1,2}	TM _{0,2,1}	TM _{0,2,2}	TM _{1,1,1}	TM _{1,1,2}	TM _{1,2,1}	TM _{1,2,2}	TM _{2,1,1}	TM _{2,1,2}	TM _{2,2,1}	TM _{2,2,2}
(00.00 – 08.00)	$q_{k,i,j}^{op}$	0.502	0.090	0.820	0.000	0.000	0.502	0.500	0.791	0.521	0.000	0.702	0.601
	$\bar{q}_{k,i,j}$	0.500	0.100	0.800	0.000	0.000	0.500	0.500	0.800	0.500	0.000	0.700	0.600
(08.00 – 16.00)	$q_{k,i,j}^{op}$	1.000	1.050	1.040	1.000	0.021	0.998	0.989	1.015	1.031	1.000	1.020	1.030
	$\bar{q}_{k,i,j}$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
(16.00 – 24.00)	$q_{k,i,j}^{op}$	0.503	1.010	0.500	0.000	0.049	0.010	0.502	0.500	0.499	0.512	0.500	0.498
	$\bar{q}_{k,i,j}$	0.500	1.000	0.500	0.000	0.500	0.000	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500

Cədvəl 7.

Hissələrdə suyun optimal həcmələri ($V_{k,i}^{op}$, m^3)

Sabitlik intervalları	MK		PK ₁		PK ₂	
	H _{0,1}	H _{0,2}	H _{1,1}	H _{1,2}	H _{2,1}	H _{2,2}
(00.00 – 08.00)	16123	17400	12400	13900	12670	15890
(08.00 – 16.00)	20300	23800	20900	13900	28350	14150
(16.00 – 24.00)	16500	16000	13900	6900	13860	6890

Nəticə. Tələbat məntəqələrinin sərfələrinin və kanalların hissələrinin həcmələrinin hesablanmış optimal qiymətlərinin 5 -7 cədvəlində alınmış qiymətləri göstərir ki, (00.00, 08.00), (08.00, 16.00) və (16.00, 24.00) zaman intervalları ərzində TM-ləri üçün hesablanmış optimal sərfələr tələb olunan sərfələrlə üst-üstə düşür və ya onlara çox yaxındır, BQ-ların sərfələri və kanal hissələrində toplanmış həcmələr isə nəzərdə tutulan minimum və maksimum qiymətlərdən kənara çıxmır. Bundan əlavə, bütün zaman intervallarında QQ-ların sərfələri tamamilə sıfıra bərabər olur, amma TM-lərə verilən suyun vahid həcmnin qiyməti kanal hissələrində toplanan suyun qiymətindən çox olduğuna görə, sistemin normal fəaliyyəti üçün BQ-larda olan su sərfələri nəzərdə tutulduğundan fərqli alınır və kanal hissələrində suyun həcmi azalır.

Məsələ kvadratik proqramlaşdırma məsələsi kimi qoyulduğu üçün onun həlli zamanı sistemin tam ödənişli və qıtlığı hallarına ayrı-ayrılıqda baxmağa ehtiyac qalmır.

Qeyd edək ki, (12)-(17) məsələsi 27 dəyişəni və parametrlərin 3 sabitlik intervalı olan obyekt üçün həll edilmişdir, amma sistemin obyektlərinin sayı artdıqda optimal idarəetmə məsələsinin

parametrlərinin sayı da çoxalır və məsələnin həlli mürəkkəbləşir. Kompüter sınaqları göstərir ki, su paylanması optimal idarəetmə məsələsi 50-yə qədər obyektə olan sistem üçün parametrlərinin sabit götürüldüyü 3-4 zaman intervalı üçün müvəffəqiyyətlə yerinə yetirilə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Кондакова А. А. Водоснабжение и водоотведение : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» / Новополюцк: ПГУ, 2010, 232 с.
2. Журавлева И.В. Реконструкция инженерных сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения : учеб. пособие / Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. Воронеж, 2011, 146 с.
3. Мелехов Е.С. Комплексная оптимизация источников и трубопроводных систем группового водоснабжения. Дис.на соис. уч. ст. к.т.н. по спец. 05.23.04 г. Иркутск, 2003, 209 с.
4. Сумароков С.В. Математическое моделирование систем водоснабжения. Новосибирск: Наука, 1983, 167 с.
5. Искендеров А.А., Тагиева А.Д. Оптимальное управление разветвленными системами водообеспечения. М.: Европейский фонд инновационного развития, Сборник статей Международной научно-практической конференции, 2 апреля 2019 г., с. 47-55.
7. Ануфриев И. Самоучитель Матлаб 5/3, 6.х./ СПб.: БХВ-Петербург, 2004, 736 с

РЕЗЮМЕ

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВЕТВЛЕННЫМИ СИСТЕМАМИ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ

Искендеров А.А., Махмудов Р.Р.

Ключевые слова: Водоснабжение, магистральная линия, распределительная линия, потребление воды, пункт потребления воды, система водоснабжения, устройство регулирования воды, стоимость воды, оптимальное управление, критерии оптимизации

В статье рассматривается система водоснабжения, которая поставяет большое количество водозаборов через единый источник, магистральные и распределительные сети. В конце каждой линии устанавливаются устройства аварийного слива для отвода избыточной воды, накопленной в системе. Расход воды в системе меняется стохастически. В этой системе была поставлена задача оптимального управления водными ресурсами и приведен пример для ее решения.

SUMMARY

THE PROBLEM OF OPTIMAL MANAGEMENT OF BRANCHED WATER SUPPLY SYSTEM

Isgandarov A.A., Mahmudov R.R.

Key words: water supply, main line, distribution line, water consumption, supply point, water supply system, water regulator, water cost, optimal control, optimization criteria.

The article studies the water supply system, which supplies a large number of water points through a single source, through the main and distribution networks. At the end of each line, emergency water discharge facilities are installed to drain the excess water accumulated in the system. The water consumption in the system varies stochastically. In such a system, an optimal water management problem has been put in place, and an example is given to solve the problem.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	27.11.2019
	Son variant	27.02.2020

UOT 681.128.8

SU MÜHİTİNDƏ ÖLÇMƏLƏR APARAN KONDUKTOMETRİK ÖLÇÜ ÇEVİRİCİLƏRİNİN DİNAMİK XARAKTERİSTİKALARININ TƏDQIQI

¹HÜSEYNOV AQİL HƏMİD oğlu,

²HƏSƏNOV İLQAR RƏHİM oğlu,

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1- professor,

Milli Aerokosmik Agentlik, Kosmik Cihazqayırma Məxsusi Bürosu, 2-şöbə rəisi

Ilqar.Hesenov.1964@inbox.ru

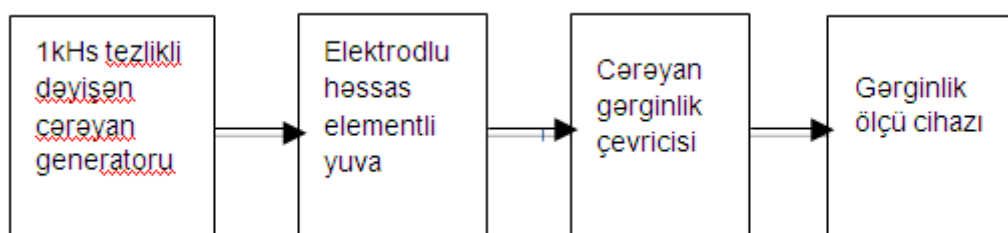
Açar sözlər: xüsusi elektrikkeçiricili, konduktometrik ölçü çeviricisi, dinamik xarakteristikalar.

Ətraf mühitin çirklənməsi haqqında obyektiv informasiya toplamaq üçün etibarlı ekoloji nəzarət metod və vasitələrinə sahib olmaq şərtidir. Ətraf mühitin ekoloji vəziyyətinin tədqiqinin effektivliyini artırmaq üçün texniki nəzarət sistemlərinin və ölçmə prosesinin avtomatlaşdırılması yerinə yetirilməlidir.

Ekoloji monitoring zamanı spektral, elektrokonduktometrik və xromotoqrafik analiz üsullarından istifadə olunur.

İstifadə olunan texniki vasitələrin və ölçü metodikasının sadəliyinə görə su mühitində elektrokonduktometrik analiz üsulu daha geniş tətbiq olunur. Ölçmə diapazonunda məhlulun xüsusi elektrikkeçiriciliyi ilə konduktometrik ölçü çeviricisinin çıxış parametri arasında xətti asılılıq mövcuddur. Xüsusi elektrikkeçiricilik çıxış gərginliyinə mütənasib olaraq dəyişir. Hazırda müasir tipli elektron komponentlərin, mikrokontrollerlərin bazasında hazırlanan konduktometrik ölçü cihazları bu prinsip əsasında işləyir. Mikrokontrollerli konduktometrik cihazlar aşağıdakı məsələləri həll etməyə imkan verir: ilkin vericinin kalibrovkasını aparmaq, ölçmə prosesinə təsir edən göstəricilərin korrektirovkasını aparmaq, uyğun riyazi model əsasında nəticələrin emalını aparmaq, ölçmənin nəticələrini cihazın ekranında əks etdirmək, ölçmənin xətasını təyin etmək, ölçmə prosesini idarə etməklə ayrı-ayrı funksional blokların diaqnostikasını aparmaq [1].

Konduktometrik ölçü cihazının struktur sxemi şəkil 1-də verilmişdir.



Şəkil 1. Konduktometrik ölçü cihazının struktur sxemi.

Cihaz aşağıdakı hissələrdən ibarətdir: dəyişən cərəyan generatoru, elektrodlu həssas elementli yuva, cərəyan gərginlik çeviricisi, gərginlik ölçü cihazı.

Elektrodlu həssas elementli yuva dəyişən cərəyan generatorundan 1kHs tezlikli dəyişən cərəyanla qidalandırılır. Elektrodlu həssas elementli yuvanın çıxış signalı cərəyan-gərginlik çeviricisində düzləndirilərək sabit gərginliyə çevrilir və gərginlik ölçü cihazı vasitəsilə ölçülür.

İlkin ölçü çeviricilərinin dinamik xarakteristikaları çıxış signalının zamana görə dəyişən parametrləri ilə ifadə olunur. Bu parametrlərə giriş signalı, xarici təsir edən kəmiyyətlər aiddir. FOCT 8.256-77-yə görə dinamik xarakteristikalar diferensial tənliklər, impuls xarakteristikaları, keçid xarakteristikası, ötürmə funksiyaları, amplitud və faza-tezlik xarakteristikaları şəklində ifadə

olunur. Daha geniş yayılmış xarakteristikalara impuls və keçid xarakteristikaları daxildir. İmpuls xarakteristikası giriş ani $\delta(t)$ impulsunun təsirindən çıxış signalının necə dəyişdiyini göstərir və $k(a,t)$ ilə işarə olunur. $\delta(t)$ Dirakın delta funksiyası adlanır. $\delta(t)$ delta funksiyası aşağıdakı şərtləri ödəyir.

$$a) \delta(t) = \begin{cases} 0 & t \neq 0 \\ \infty & t = 0 \end{cases}$$

$$b) \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1$$

$h(a,t)$ keçid xarakteristikası girişə vahid pilləli $1(t)$ funksiyası şəklində signal verildikdə çeviricinin çıxış signalının necə dəyişdiyini göstərir. $1(t)$ funksiyası Xeyvisayd funksiyası adlanır və aşağıdakı kimi ifadə olunur.

$$1(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & t \geq 0 \end{cases}$$

$\delta(t)$ və $1(t)$ funksiyaları arasında, həmçinin $k(a,t)$ və $h(a,t)$ arasında aşağıdakı asılılıqlar mövcuddur.

$$a) \delta(t) = I(t); \quad k(a,t) = h(a,t)$$

$$b) 1(t) = \int_0^t \delta(t) dt; \quad h(a,t) = \int_0^t k(a,t) dt$$

Əksər hallarda tətbiqi məsələlərin həlli zamanı əsas zaman xarakteristikası kimi $h(a,t)$ keçid xarakteristikası istifadə olunur. Şəkil 2-də vahid pilləvari funksiya göstərilmişdir.

Ötürmə funksiyaları Laplas çevrilməsi vasitəsi ilə təyin olunur. $f(t)$ funksiyası üçün Laplas çevrilməsi aşağıdakı şəkildə ifadə olunur.

$$F(P) = \int_0^{\infty} f(t) e^{-pt} dt$$

Burada $f(t)$ funksiyası orijinal, $F(P)$ - $f(t)$ funksiyasının təsviri, P -Laplas operatorudur.

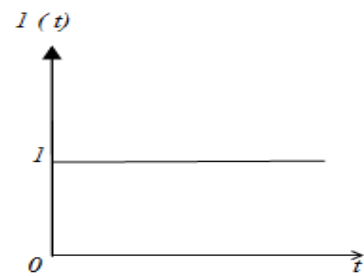
Amplitud-tezlik xarakteristikaları ilkin ölçü çeviricisi vasitəsi ilə qəbul olunan tezliklər spektrini ifadə edir. Əgər ilkin ölçü çeviricisi böyük inersiyaya malikdirsə, onun tezlik spektri aşağı tezliklərdə olacaq və o yuxarı tezlikli siqnalı ölçə bilməyəcək.

İlkin ölçü çeviricilərinin dinamik xarakteristikaları analitik üsullarla təyin olunur. Analitik üsullar dinamik ölçmə rejimində ölçü çeviricisinin işini təsvir edən diferensial tənliklərin tapılmasına əsaslanır. Bu metodun tətbiqi praktikada çətinlik yaratdığına görə çeviricilərin dinamik xarakteristikalarını əks etdirmək üçün eksperimental metodlardan istifadə olunur. Bu zaman dinamik xarakteristikaların təyini zamanı ölçü çeviricilərinin girişinə sınaq signalı verilir və uyğun çıxış siqnalına əsasən dinamik xarakteristikalar təyin olunur [2, 3].

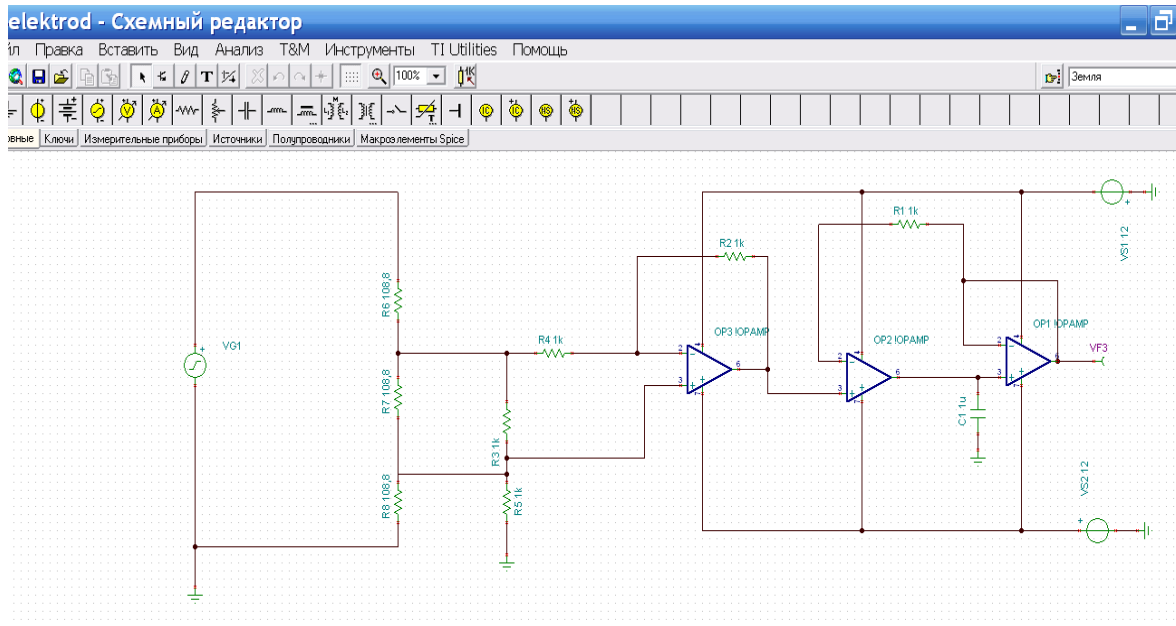
Dördelektrodlu konduktometrik ölçü çeviricisinin TİNA-Tİ proqramı vasitəsilə dinamik xarakteristikaların tədqiqini nəzərdən keçirək.

Şəkil 3-də dördelektrodlu konduktometrik ölçü çeviricisinin TİNA-Tİ proqram mühitinin sxem redaktorunda çəkilmiş prinsipial elektrik sxemi verilmişdir.

VQ1 generatoru 1v amplitudalı 1kHz tezlikli sinusoidal cərəyanla elektrodları qidalandırılır. R6 R7 R8 müqavimətləri uyğun elektrodlar arasında yerləşən mayenin müqavimətini imitasiya edirlər. Burada R6 1-ci və 2-ci elektrodlar arasındakı mayenin müqavimətini, R7 2-ci və 3-cü elektrodlar arasındakı mayenin müqavimətini, R8 3-cü və 4-cü elektrodlar arasındakı mayenin müqavimətini imitasiya edir. Burada 1-ci və 4-cü kənar elektrodlar, 2-ci və 3-cü isə daxili elektrodlardır. 1-ci və 4-cü kənar elektrodlar VQ1 generatorundan daxil olan sinusoidal cərəyanla qidalandırılır. 2-ci və 3-cü daxili elektrodlar arasında yaranan gərginlik gücləndirilmək üçün gücləndirici kaskada ötürülür.

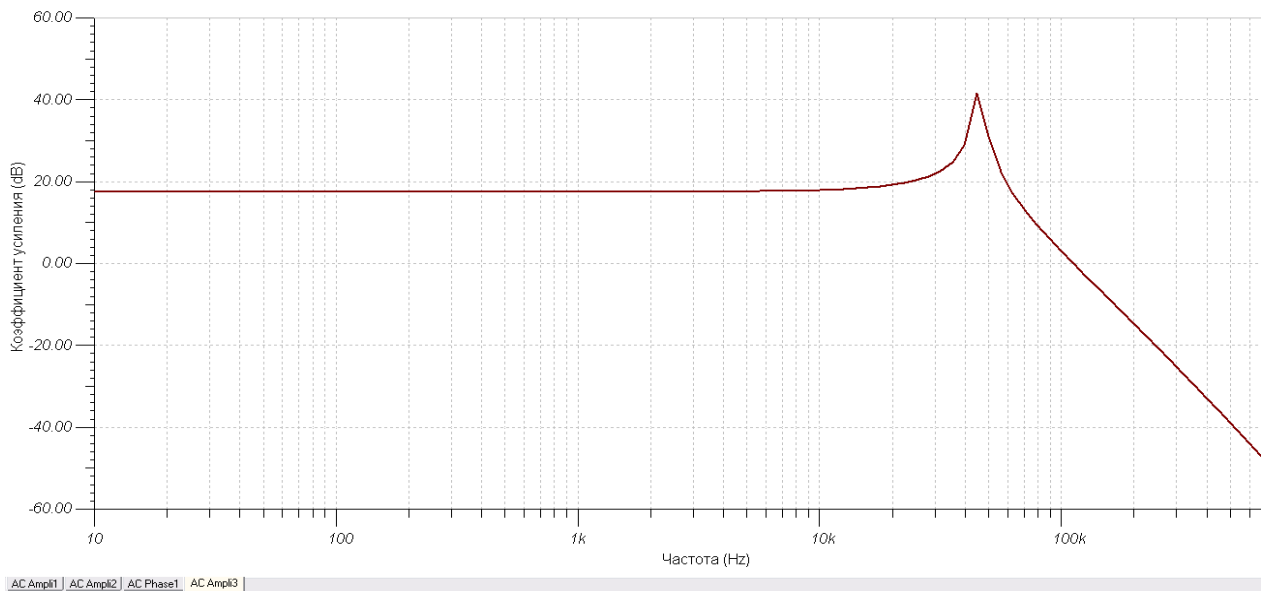


Şəkil 2. Vahid pilləvari funksiya.



Şəkil 3. Dördelektrodlu konduktometrik ölçü çeviricisinin prinsipial elektrik sxemi.

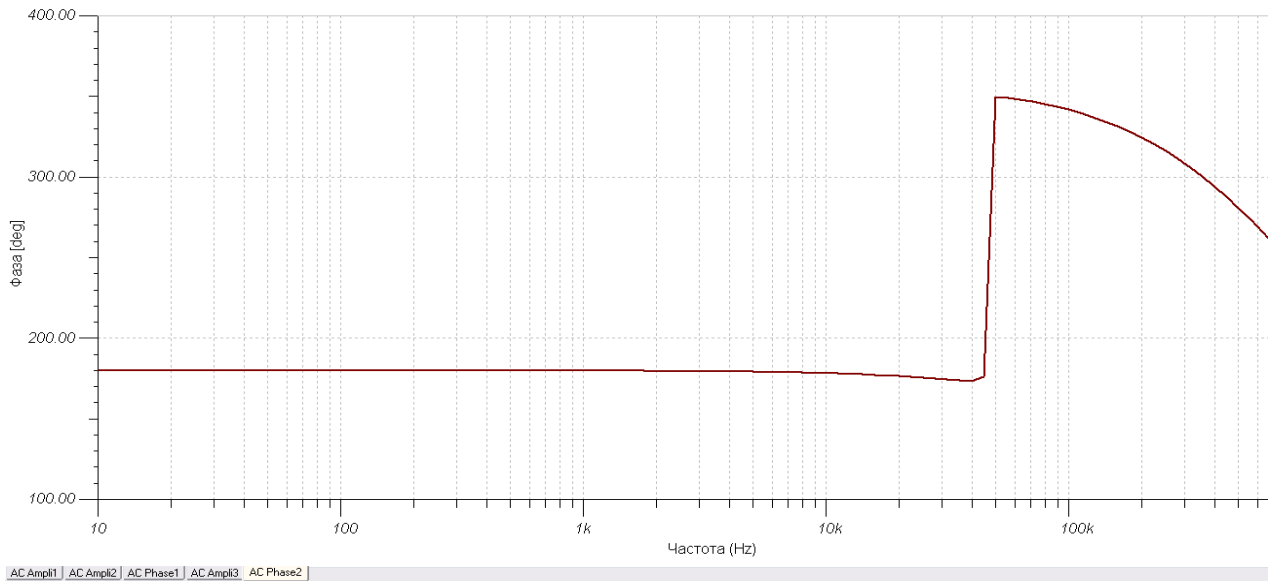
Gücləndirici kaskad $OP30PAMP$, $OP20PAMP$, $OP10PAMP$ əməliyyat gücləndiricilərindən təşkil olunmuşdur. Gücləndirici kaskadın çıxışındakı gərginlik $OP10PAMP$ mikrosxeminin çıxışının birləşdiyi $VF1$ nöqtəsində ölçülür. TINA-Tİ proqramın da analiz menyusunda “dəyişən cərəyanın analizi” və “dəyişən cərəyanın keçid xarakteristikaları” alt menyularına daxil olmaqla dinamik xarakteristikaların cədvəl və qrafik şəklində təsvirlərini almaq mümkündür. Şəkil 4-də dördelektrodlu konduktometrik ölçü çeviricisinin amplitud xarakteristikası verilmişdir.



Şəkil 4. Dördelektrodlu konduktometrik ölçü çeviricisinin amplitud xarakteristikası.

Şəkindən görüldüyü kimi 0-20 kHs tezlik intervalında konduktometrik ölçü çeviricisinin amplitud xarakteristikası daha stabildir.

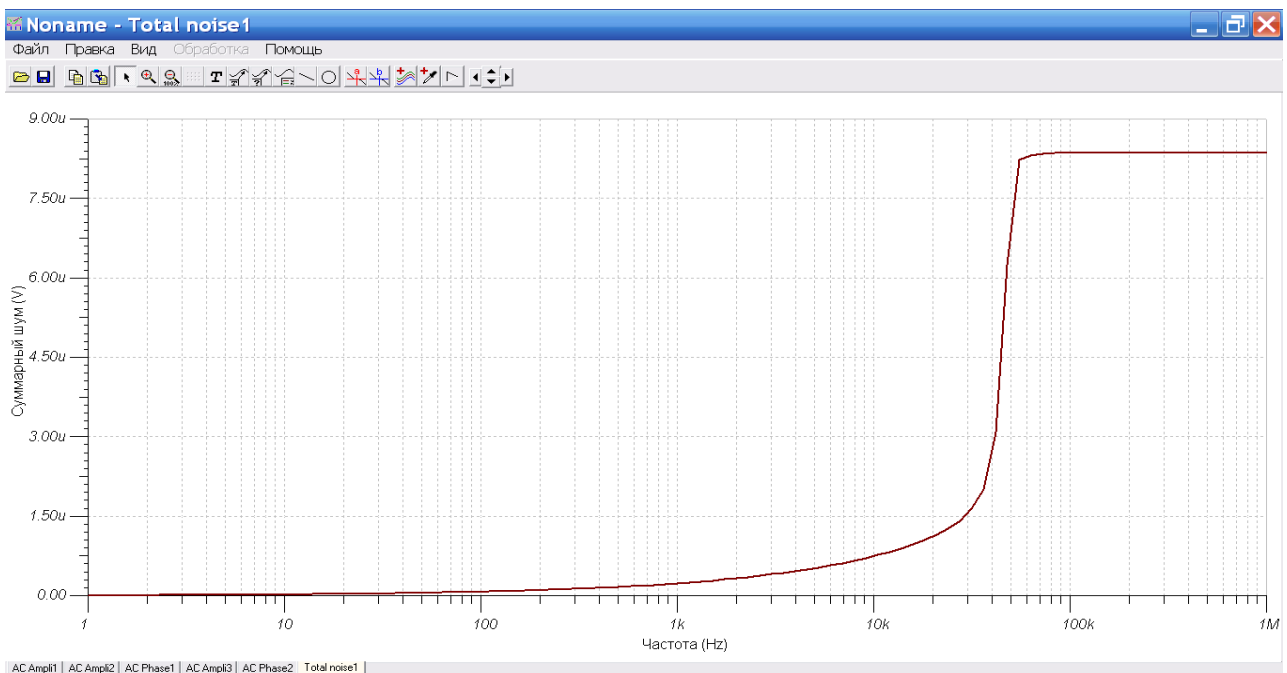
Şəkil 5-də dördelektrodlu ölçü çeviricisinin faza xarakteristikası verilmişdir.



Şəkil 5. Dördelektrodlu ölçü çeviricisinin faza xarakteristikası.

Şəkildən göründüyü kimi konduktometrik ölçü çeviricisinin faza xarakteristikası tezliyin 0-10kHzs intervalında daha stabildir.

Şəkil 6-də dördelektrodlu konduktometrik ölçü çeviricisində küyün tezlikdən asılılıq qrafiki verilmişdir.



Şəkil 6. Dördelektrodlu konduktometrik ölçü çeviricisində küyün tezlikdən asılılıq qrafiki.

Şəkildən göründüyü kimi, konduktometrik ölçü çeviricisində ölçü prosesində küyün yaranan maksimal qiyməti 900 mikro voltur. Konduktometrik ölçü çeviricisinin çıxış gərginliyi 0-5Volt intervalında dəyişdiyindən küyün göstərilən intervalda dəyişməsi normal sayılır[4,5].

Konduktometrik ölçü çeviricilərinin dinamik xarakteristikalarının TINA-Tİ proqram təminatında tədqiqi layihələndirmə prosesində ölçü çeviricilərinin amplitud və faza

xarakteristikalarının daha çox stabil olduğu işçi tezlikləri təyin etməyə, eyni zamanda signal-küy nisbətini dəqiqləşdirməyə imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Якунина И.В., Папов И.С. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг. ТГТУ. 2009, с.188
2. Герасимов Б.И., Глинкин Е.И. Микропроцессорные аналитические приборы. М.: Машиностроение, 1989, с. 244
3. Грановский В.А. Динамические измерения основы метрологического обеспечения. Л.: Энергоатомиздат, 1984, 224 с.
4. Исмаилов Т.К., Измайлов А.М., Рогов С.С. Современные методы и средства измерения удельной электрической проводимости морской воды. М., 1987. с.40
5. Программа TINA-TI, версия 9.3.50.40. SF-TI. www.ti.com/tod/

РЕЗЮМЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИЗМЕРЕНИЙ В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Гусейнов А.Г., Гасанов И.Р.

Ключевые слова: удельная электрическая проводимость, кондуктометрический, измерительный преобразователь, динамическая характеристика.

Для сбора объективной информации о загрязнении окружающей среды необходимо иметь надежные методы и средства экологического контроля. Для повышения эффективности исследования экологического состояния окружающей среды необходимо осуществлять автоматизацию систем технического контроля и процесса измерений

В статье рассмотрены вопросы проектирования кондуктометрических измерительных преобразователей. Рассмотрены вопросы исследования динамических характеристик контактных кондуктометрических измерительных преобразователей. Получена амплитудно-частотная и шумовая характеристика четырехэлектродного кондуктометрического преобразователя в программе TINA-TI.

SUMMARY

STUDY OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF CONDUCTOMETRIC MEASURING TRANSDUCERS WHEN CONDUCTING MEASUREMENTS IN THE WATER ENVIRONMENT

Huseynov A.H., Hasanov I.R.

Key words: specific electrical conductivity, conductometric measuring converter, dynamic characteristics

To collect objective information about environmental pollution, it is necessary to have reliable methods and means of environmental control. To improve the efficiency of research on the environmental state of the environment it is necessary to automate technical control systems and the measurement process.

The article deals with the design of conductometric measuring transducers. The questions of studying the dynamic characteristics of contactless conductometric measuring converters are considered. The amplitude-frequency and noise characteristics of a four-electrode conductometric Converter in the TINA-TI program are obtained.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.03.2020
	Son variant	28.03.2020

UOT 66.094

EP-300 İSTEHSALINDA ƏMTƏƏ PROPİLENİN ALINMASI PROSESİNİN QEYRİ-STASİONAR REJİMİNİN TƏYİNİ

¹BALAYEV VAQİF AĞARZA oğlu

²MƏMMƏDOV VALEH GÜLMƏMMƏD oğlu

³RƏHİMOVA MƏHTƏBAN RƏHİM qızı

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

hbaqiyeva@mail.ru

Açar sözlər: optimal idarəetmə, maksimumluq prinsipi, temperatur rejimi, gücləndirmə əmsalı, texnoloji rejim.

EP-300 istehsalında əmtəə propileninin ayrılması prosesi əsas aparat olan rektifikasiya k-17 kalonudur. Burada propilenin propandan ayrılması prosesi baş verir. Rektifikasiya prosesini verilmiş rejimdə aparmaq üçün onun parametrlərini düzgün seçmək lazımdır. Ona görə də bu rejimi tədqiq etmək üçün əsas parametrlərdən biri də onun kub temperaturudur. Adətən, bu temperatura kalona daxil olan xammalın orta qaynama temperaturunu xarakterizə edir. Ona görə də hər bir rektifikasiya prosesində kalonun kub hissəsindəki temperaturunu xammalın orta qaynama temperaturu həddində saxlamaq lazımdır.

Kalona daxil olan sərfin dəyişməsi nəticəsində kalonun kub hissəsindəki temperatur uyğun olaraq artır və ya azala bilər. Bu temperaturun verilmiş qiymətdən yuxarı olması yuxarı qaynama temperaturna malik olan komponentlərində buxarlanmasına gətirib çıxarır. Bunun nəticəsində aparatın iş rejimi pozulur və prosesin səmərəliliyi aşağı düşür. Bu temperaturun verilmiş qiymətdən aşağı olması isə buxarlanma prosesinin intensiv getməsinə pisləşdirir və alınan distilatın çıxışı azalır, qalıq məhsulun isə aşağı qaynama temperaturuna malik olan komponentinin qatılığı artmağa başlayır. Beləliklə, hər iki halda bu temperaturun verilmiş qiymətdən artmasına və yaxud azalmasına yol vermək olmaz.

Deyilənləri nəzərə alaraq, rektifikasiya kalonunda normal iş rejimini tapmaq üçün, yəni prosesin normal getməsinə təmin etmək məqsədi ilə optimal idarəetmə məsələsinin həll edilməsi zəruridir. Beləliklə, texnoloji prosesin gedişindən məlum olur ki, kalonda temperatur rejimi əsas götürülür. Ona görə də yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq və bir sıra elmi mənbələrə əsaslanaraq rektifikasiya kalonunda gedən prosesin dinamikasını aşağıdakı diferensial tənliklə ifadə etmək olar:

$$T \frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dx}{dt} = ku \quad (1)$$

burada k - gücləndirmə əmsalı, T - zaman sabiti; u - idarə faktorudur.

Tənliyə daxil olan parametrlərin qiymətləri təcrübə yolu ilə təyin edilmişdir. Yəni, $T = 0,83 \text{ san}$, $k = 2.2$; $u = 20$, x -isə faza koordinatıdır.

Rektifikasiya kalonunda olan temperaturun idarə qanunu minimum zaman kriterisi üzrə sintezi texnoloji rejimdə meyiletmələrin tez aradan qaldırılmasına yönəldilmişdir.

İdarə məsələsinin sintezi aşağıdakı kimi ifadə edilmişdir, $t=0$ zamanı $x=0$, $\dot{x}=0$ vəziyyətindən $x=x_n$, $\dot{x}=0$ vəziyyətinə minimum vaxt ərzində obyektin bir vəziyyətindən digər vəziyyətinə keçməsinə tapmaq tələb olunur. Göründüyü kimi, qarşıya qoyulan məsələ cəld işləmə kriterisinə görə optimal trayektoriyanın axtarılması məsələsidir. Məlumdur ki, L.S.Pontryagin maksimumluq prinsipindən irəli gələn optimallıq şərtindən istifadə edərək idarə qanununu sintez etmək mümkündür. Bunun üçün faza müstəvisində araşdırmaq lazımdır. (1) tənliyində müəyyən çevrilmələr apararaq yazırıq ki,

$$\dot{x} = x_1, \quad \dot{x}_1 = x_2$$

Obyektin hərəkət tənliyi (2) şərtini nəzərə alaraq, yazıla bilər:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 = f_1 \\ \dot{x}_2 &= \frac{1}{T}(ku - x_2) = f_2 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Hamilton funksiyası aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$H = \sum_{i=1}^2 \psi_i f_i \quad (4)$$

Burada ψ_i və f_i - $\vec{\psi}$ və $\vec{f}$ vektorunun koordinatları (3) tənliklər sisteminə əlavə olaraq köməkçi dəyişənlər əlavə edək və nəticədə alırıq ki:

$$\frac{d\psi_i}{dt} = - \sum_{j=1}^2 \psi_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i} \quad i = 1, 2$$

(3) ifadəsini nəzərə alsaq, yazırıq ki:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\psi_1}{dt} &= - \left[\frac{\partial f_1}{\partial x_1} \psi_1 + \frac{\partial f_2}{\partial x_1} \psi_2 \right] = 0 \\ \frac{d\psi_2}{dt} &= - \left[\frac{\partial f_1}{\partial x_2} \psi_1 + \frac{\partial f_2}{\partial x_2} \psi_2 \right] = -\psi_1 + \frac{\psi_2}{T_1} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

(5) tənliyinin həlli

$$\left. \begin{aligned} \psi_1 &= c_1 \\ \psi_2 &= c_1 T_1 + c_2 e^{\frac{t}{T_1}} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Burada C_1 və C_2 - integral sabitləridir.

Hamilton tənliyi aşağıdakı kimi yazılır:

$$H = \psi_1 f_1 + \psi_2 f_2 = c_1 x_2 + \left(c_1 + \frac{c_2}{T} \cdot e^{\frac{t}{T_1}} \right) \quad (7)$$

(7) ifadəsindən idarə faktorundan u asılı olan hədd götürülür

$$H^* = \left(c_1 k + \frac{c_2 k}{T_1} \cdot e^{\frac{t}{T_1}} \right) u \quad (8)$$

Belə ki, optimal idarə etmədə H^* maksimum qiymət olmalıdır. Onda optimal idarə algoritmi

$$u(t) = \sigma u_{\max} \quad (9)$$

olar. Burada

$$\sigma = \text{sign} \left(c_1 k + \frac{c_2 k}{T_1} \cdot e^{\frac{t}{T_1}} \right) \quad (10)$$

$c_1 k + \frac{c_2 k}{T_1} \cdot e^{\frac{t}{T_1}}$ - funksiyası c_1 və c_2 -nin istənilən T_1 qiymətində T zaman kəsiyində olan idarə öz işarəsini bir dəfədən artıq dəyişmir. Beləliklə, optimal idartətmə $u(t)$ sabit kəsik funksiyası adlanaraq $\pm u_{\max}$ qiymətdən və işarənin sabitliyi iki intervaldan ibarətdir. $u = u_{\max}$ idarə intervalında obyektin hərəkətini təsvir edən tənliklər aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}(t) &= c_3 + c_4 \cdot e^{\frac{t}{T_1}} \\ x(t) &= c_5 + c_3 t - c_4 e^{\frac{t}{T_1}} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Burada $c_3 = ku_{\max}$; c_4, c_5 - inteqral sabitləridir, t_1 - birinci sahənin davamətmə müddətidir. Başlanğıc şərtlərdən istifadə edib inteqral sabitliyini təyin edirik:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}(0) &= c_3 + c_4 = 0 \\ x(0) &= c_5 - c_4 T_1 = 0 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

(12) sistemindən tapırıq:

$$\left. \begin{aligned} c_4 &= -ku_{\max} \\ c_5 &= -kT_1 u_{\max} \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

t_1 - zaman moment üçün x və $\dot{x}$ koordinatları üçün alırıq:

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}(t) &= ku_{\max} \left(1 - e^{\frac{t}{T_1}} \right) \\ x(t_1) &= ku_{\max} \left(t_1 - T_1 + T_1 e^{\frac{t_1}{T_1}} \right) \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Hərəkətin dəyişmə momentləri t_1 və t_2 -ni təyin etmək üçün (14) ifadəsini t zaman momentin:

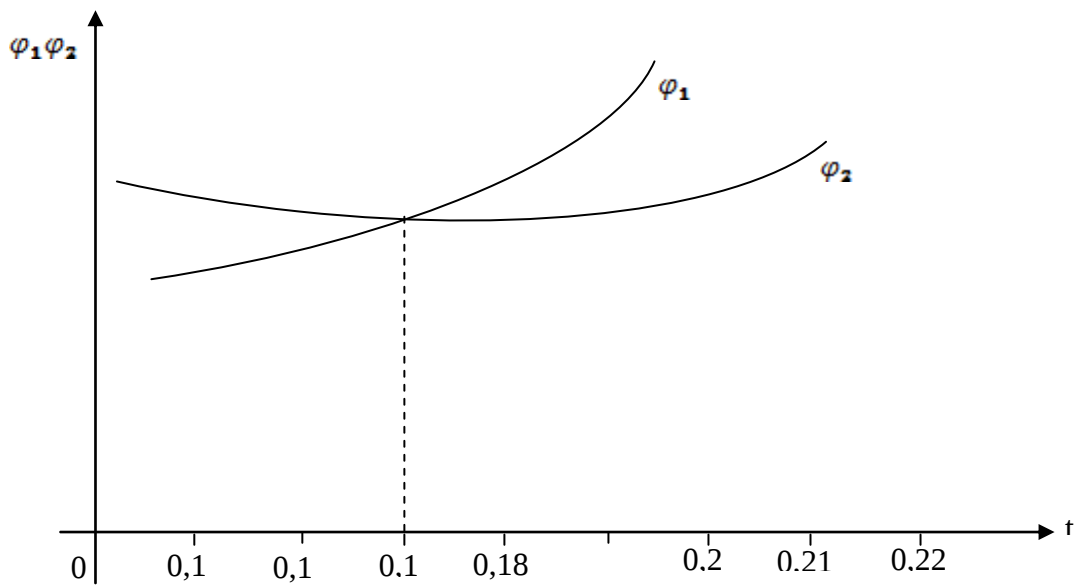
$$\begin{aligned} \dot{x}(t_1) &= ku_{\max} \left(1 - e^{\frac{t_1}{T_1}} \right) = ku_{\max} \left(e^{\frac{t_2 - t_1}{T_1}} - 1 \right) \\ x(t_1) &= ku_{\max} \left(t_1 - T_1 + T_1 e^{\frac{t_1}{T_1}} \right) = 1 + ku_{\max} \left(T_1 + t_2 - t_1 - T_1 e^{\frac{t_2 - t_1}{T_1}} \right) \end{aligned}$$

Bu tənliklərdə müxtəlif çevrilmələr apararaq:

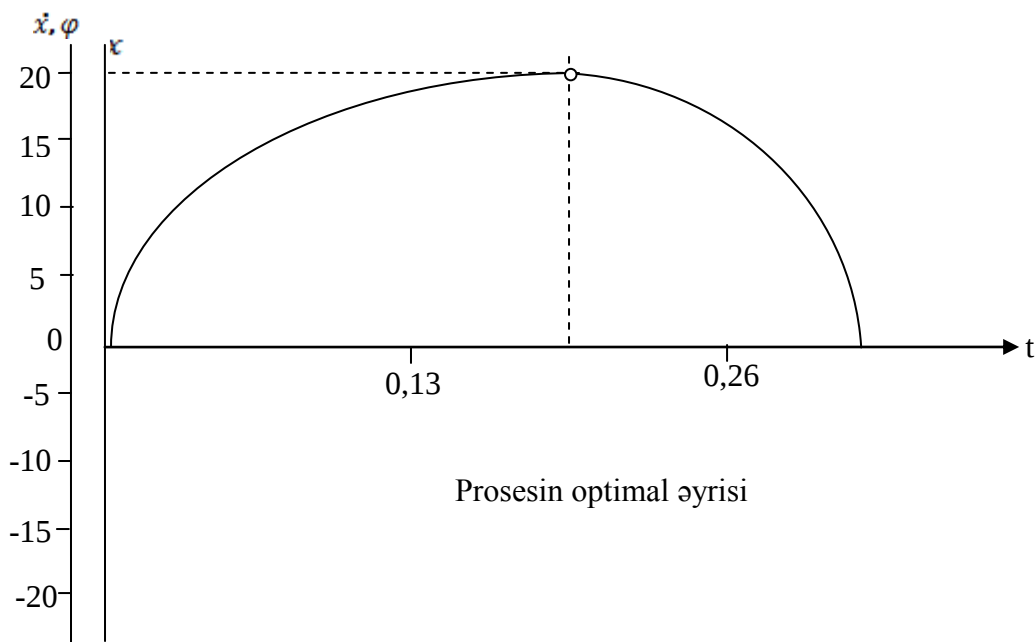
$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= 44 - 44(e^{-0,04t}) \\ x(t) &= -44 + 36,52t + 44e^{0,04t} \\ 0 &\leq t \leq 0,17 \end{aligned}$$

alırıq.

Bu ifadələrə əsasən aşağıdakı ayrıləri almaq olar:



Zaman momentinin tapılması



Prosesin optimal əyrisi

ƏDƏBİYYAT

1. Бесекецкий В.А., Попов Е.П. Теория автоматического регулирования М.: Наука, 1966, 992 с.
2. Красовский А.А., Пospelов Г.С. Основы автомат и технической кибернетики. М.: Госэнергоиздат, 1962, 600 с.
3. Abdullayev Ə. Avtomatik tənzimləmə. Bakı: Maarif, 1972, 128 s.

РЕЗЮМЕ

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО РЕЖИМА ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ
ТОВАРНОГО ПРОПИЛЕНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭП-300**

Балаев В.А., Мамедов В.Г., Рахимова М.Р.

Ключевые слова: оптимальное управление, принцип максимума, температурный режим, коэффициент усиления, технологический режим

Ректификационная колонна является основным аппаратом в процессе разделения товарного пропилена в производстве ЭП-300. Для исследования режима в процессе ректификации, был взят один из основных параметров – температура. С целью обеспечения нормальной работы процесса важно найти оптимальное решение задачи управления.

Синтез температуры в ректификационной колонне по минимальному критерию времени закона управления был направлен на быстрое устранение отклонений технологического режима. Поставленная задача является задачей нахождения оптимальной траектории по критерию быстродействия.

SUMMARY

**DETERMINING THE NON-STATIONARY MODE OF THE PROCESS OF OBTAINING
COMMERCIAL PROPYLENE IN THE PRODUCTION OF EP-300**

Balayev V.A., Mammadov V.G., Rahimova M.R.

Key words: optimal control, maximum principle, temperature mode, gain factor, process mode

Distillation column is the main apparatus in the process of separation of commercial propylene in the production of EP-300. To study the regime in the rectification process, one of the main parameters was taken - temperature. In order to ensure the normal operation of the process, it is important to find the optimal solution to the control problem. The synthesis of temperature in the distillation column according to the minimum time criterion of the control law was aimed at quickly eliminating the deviations of the technological regime. The task is the task of finding the optimal trajectory by the criterion of speed

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	18.04.2019
	Son variant	10.10.2019

UOT 654.94

V_f TIPLİ QEYRİ-SƏLİS PETRİ ŞƏBƏKƏSİNİN TƏTBİQİ İLƏ TEXNOLOJİ PROSESİN MODELİNİN İŞLƏNMƏSİ

CƏFƏROVA ŞƏLALƏ MEHDİ qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, t.f.d., baş müəllim

salala.cafarova@mail.ru

Açar sözlər: marker, mənsubluq funksiyası, qeyri-səlis Petri şəbəkəsi

Dünyada hasil edilən elektrik enerjisinin 75%-i, Azərbaycanda isə 90%-i istilik elektrik stansiyalarında istehsal olunur. Mövcud iqtisadi tələbatları nəzərə alaraq, yüksək rəqabət qabiliyyətinə nail olmaq üçün bir sıra ciddi addımların atılması tələb olunur. Bunun üçün müasir tələbatlara uyğun yeni enerji müəssisələrinin yaradılması vacibdir. Zaman keçdikcə köhnə istehsal avadanlıqlarının sıradan çıxması ilə əlaqədar olaraq, onların müasir avadanlıqlarla yenilənməsi tələb olunur. Bu səbəbdən də enerji şirkətlərinin texnoloji vəziyyətində təhlükəli tendensiyaların mövcud olduğunu qeyd etmək lazımdır. Belə şirkətlərdə olan avadanlıqlar sürətlə yaşlanır və önümüzdəki illərdə böyük miqdarda istehsal gücünün aşağı düşməsinə səbəb ola bilər. [1]

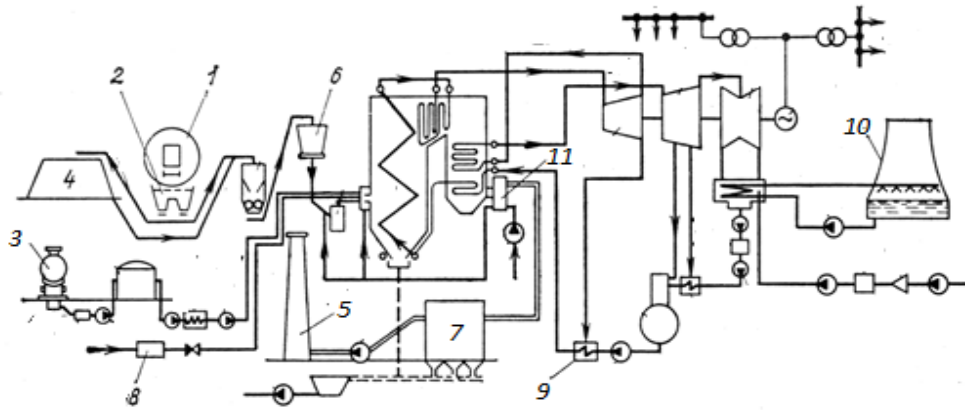
Bu səbəbləri nəzərə alaraq, yerli müəssisələrin rəqabət qabiliyyətini artırmaq üçün elmi əsaslı bir anlayışla onların köklü yenilənməsi proqramı əsasında iqtisadi, ekoloji və sosial təsirləri təmin edən mütərəqqi texnologiya və texnologiya əsasında yaradılmış modellərin tətbiqi aktual məsələdir. Bu layihə üçün texniki yenidənqıymətləndirmə tədbirlərinin həyata keçirilməsi mexanizmini aydınlaşdırmaq səbəbilə istilik və elektrik enerjisi istehsalı texnoloji prosesinin modelinin işlənməsi üçün V_f tipli qeyri-səlis Petri şəbəkəsinin (PŞ) tətbiqindən istifadə olunur. [2]

V_f – tipli qeyri-səlis PŞ $V_f = (N, \mu_0)$ şəklində təyin edilir, burada, $N = (P, T, I, O)$ – V_f tipli qeyri-səlis PŞ-nin strukturudur; $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, $n > 0$ – sonlu mövqelər çoxluğu; $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$, $m > 0$ – sonlu keçidlər çoxluğu; $I: P \times T \rightarrow N_0$ – keçidlərin giriş funksiyası; $O: T \times P \rightarrow N_0$ – keçidlərin çıxış funksiyasıdır; $\mu_0 - [n \times (d+1)]$ ölçülü başlanğıc markerləşmə matrisidir. Bu matrisin hər bir μ_j^0 – elementi şəbəkənin p_i mövqeyində yerləşən $j-1$ sayda markerin mənsubluq funksiyasının qiymətinə bərabərdir. [3].

Modelin yaradılmasının əsasını istilik və elektrik istehsalının texnoloji prosesi təşkil edir. Buraxılan enerjiyə görə buxar qazanının ocağında üzvi yanacaq yandırılır və alınan istilik hesabına su buxarlanır. Sonra həmin buxar lazımi temperatura qədər qızdırılaraq ($t=540-560^\circ\text{C}$) turbinə verilir. Turbində buxar genişlənərək iş görür, yəni istilik enerjisi mexaniki enerjiyə çevrilir, nəticədə, turbinin valı fırlanır. Turbinin valı fırlananda elektrik generatorunun rotoru da fırlanır və orada elektrik enerjisi hasil edilir. Turbindən çıxan buxar isə kondensatorda soyudularaq kondensatlaşır və nasos vasitəsilə sistemdə dövr etdirilir.

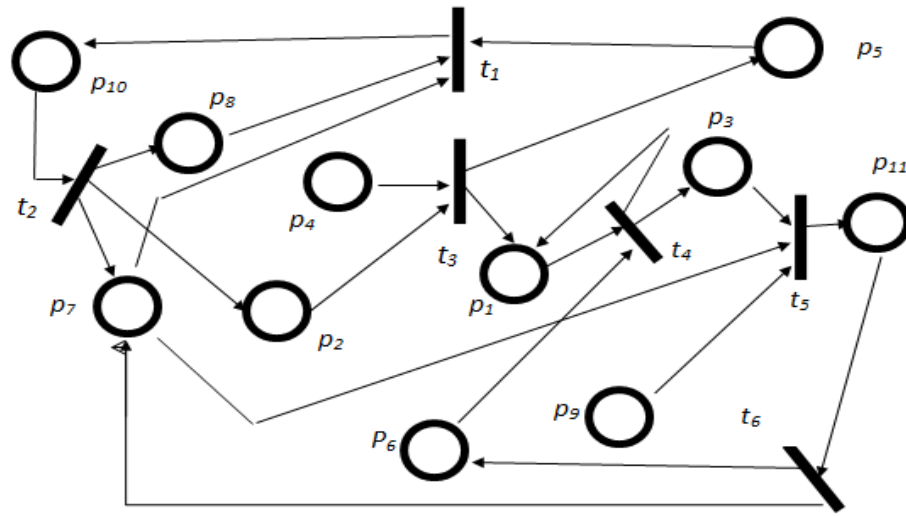
Məqalədə formalaşma prosedurunu sadələşdirmək üçün qazan-turbin qazma nümunəsindən istifadə edərək, birbaşa enerji istehsalı prosesi modelləşdirilir. İstilik elektrik stansiyasının texnoloji sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir. Burada, 1-vaqontökücü, 2-qəbuledici bunker, 3-tökücü qovşaq, 4-kömür anbarı, 5-xırdalama şöbəsi, 6-qazanxana, 7-kömür dəyirmanı, 8- hava isidicisi, 9-ventilyator, 10- dəmiryol çəni, 11- qızdırıcılarıdır.

İstilik və elektrik istehsalının texnoloji qazan-turbin qazma prosesinin fəaliyyət modeli V_f – tipli qeyri-səlis PŞ şəklində təsvir edilərək, modelin strukturu formalaşmışdır. İstilik və elektrik istehsalının texnoloji qazan-turbin qazma prosesinin fəaliyyət modelinin qraf-sxemi şəkil 2-də verilmişdir.



Şəkil 1. İstilik elektrik stansiyasının texnoloji sxemi

Mövqelər çoxluğu aşağıdakılardır: p_1 - qurğu vaqontökücü üzərində tökmə əməliyyatını yerinə yetirir; p_2 - qəbuledici bunkerlərin girişi açıq yerləşmişdir; p_3 - tökücü qovşaqlara kömür tökülür; p_4 - kömür anbarı kömürü qəbul edir; p_5 - xırdalama şöbəsi kömürü xırdalayır; p_6 - xırdalanmış kömürlər qazanxanaya qəbul olunur; p_7 - kömürlər dəyirməndə üyüdülmür; p_8 - hava isidiciləri vasitəsilə kömür qurudulur; p_9 - ventilyator vasitəsilə kömür səpələnir; p_{10} - kömür dəmiryol çənlərinə ötürülür; p_{11} - qızdırıcılarla maşrut hazırlanır.



Şəkil 2. İstilik və elektrik enerjisi istehsalı texnoloji prosesinin fəaliyyət modelinin qraf-sxemi

Keçidlər çoxluğu aşağıdakılardır: t_1 - qurğunun giriş saxlayıcısı vaqontökücü üzərində tökmə əməliyyatına hazırlanır; t_2 - qəbuledici bunkerlərin girişi açıq yerləşir və qəbul edir; t_3 - tökücü qovşaqlara kömürtökmə prosesi yerinə yetirilir; t_4 - kömür anbarının kömürü qəbuletmə əməliyyatı sona çatdı; t_5 - xırdalama şöbəsinin kömürü xırdalama əməliyyatı başa çatır; t_6 - xırdalanmış kömürlərin qazanxanaya qəbulu başa çatır; [4,5].

Bu zaman mövqelərin F [11, 6] və keçidlərin H [6, 11] insidentlik matrisi aşağıdakı şəkli alacaq:

F	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6
p_1	0	0	0	1	0	0
p_2	0	0	1	0	0	0
p_3	0	0	0	0	1	0
p_4	0	0	1	0	0	0
p_5	1	0	0	0	0	0
p_6	0	0	0	1	0	0
p_7	1	0	0	0	1	0
p_8	1	0	0	0	0	0
p_9	0	0	0	0	1	0
p_{10}	0	1	0	0	0	0
p_{11}	0	0	0	0	0	1

H	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8	p_9	p_{10}	p_{11}
t_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
t_2	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
t_3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
t_4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
t_5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
t_6	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

μ_0 ilkin markerləşmə matrisi aşağıdakı kimidir:

$$\mu_0 = \begin{bmatrix} 0.20 & 0.00 & 0.30 & 0.00 & 0.20 & 0.00 & 0.10 & 0.00 & 0.00 & 0.20 & 0.00 \\ 0.00 & 0.20 & 0.00 & 0.00 & 0.10 & 0.10 & 0.00 & 0.10 & 0.20 & 0.10 & 0.20 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.20 & 0.00 & 0.00 & 0.40 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.20 \\ 0.00 & 0.01 & 0.30 & 0.10 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.10 & 0.20 & 0.00 & 0.00 \\ 0.20 & 0.00 & 0.20 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.20 & 0.00 & 0.10 & 0.00 \\ 0.10 & 0.00 & 0.20 & 0.10 & 0.20 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.20 & 0.10 & 0.00 \end{bmatrix}.$$

t_6 keçidinin yerinə yetirilməsi zamanı alınmış markerləşmə aşağıdakı kimidir:

$$\mu_6 = \begin{bmatrix} 0.50 & 0.00 & 0.20 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.10 & 0.00 & 0.00 & 0.20 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.70 & 0.00 & 0.30 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.40 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.60 & 0.00 \\ 0.30 & 0.00 & 0.00 & 0.30 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.30 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.50 & 0.00 & 0.40 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.10 & 0.00 \\ 0.20 & 0.00 & 0.00 & 0.30 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.40 & 0.10 & 0.00 \end{bmatrix}.$$

İşlənmiş alqoritm əsasında V_f tipli qeyri-səlis PŞ-nin strukturu formalaşır. Kompüter eksperimenti nəticəsində μ_0 başlanğıc markerləşməsindən keçidlərin $\sigma_1 = (t_1 \ t_2 \ t_3 \ t_4 \ t_5 \ t_6)$ və t_6 keçidi yerinə yetirildikdən sonra növbəti keçidlərin $\sigma_2 = (t_4 \ t_5 \ t_6 \ t_1 \ t_2 \ t_3)$ yerinə yetirilməsi ardıcılığı alınmışdır. Modelin tətbiqi texnoloji prosesin ümumi sxemindən funksional məqsədə uyğun olaraq ayrılmış interaktiv elementar bloklar sistemi şəklində həyata keçirilir. Bu halda o bir prosedurun tamamlanmış mərhələsini həyata keçirən avadanlıq və ya avadanlıq qrupunu əhatə edə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Фомин Я.А. Диагностика кризисного состояния предприятия М.: Московская финансово-промышленная академия, 2004, 61 с.
2. Cəfərova Ş.M. Qeyri-səlis cəbri Petri şəbəkəsinin tətbiqi ilə çevik istehsal modulunun modelləşdirilməsi zərurəti və məsələnin qoyuluşu // SDU. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi, c.11, №1. Sumqayıt: SDU, 2011, s.144-149
3. Бодянский Е.В., Кучеренко Е.И., Михалев А.И. Нейро-фаззи сети Петри в задачах моделирования сложных систем: Монография (научное издание). Дневропетровск: Системные технологии, 2005, 311 с.
4. Ахмедов М.А., Мустафаев В.А. Автоматизация моделирования с применением сетей Петри. Баку, Издательство «Элм», 2007, 144 с.
5. Ахмедов М.А., Мустафаев В.А., Джафарова Ш.М. Разработка модели функционирования активных элементов ГПС // Вестник Саратовского государственного технического университета, № 4(49), 2010, с. 122-128.

РЕЗЮМЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЧЕТКОЙ СЕТИ ПЕТРИ ТИПА V_f

Джафарова Ш.М.

Ключевые слова: маркер, функция принадлежности, нечеткая сеть Петри

В статье рассматривается моделирование технологического процесса с применением нечеткой сети Петри типа V_f . Разработана модель формирования модели технологического процесса производства тепловой и электрической энергии. Определена структура, динамика состояния модели и последовательность срабатывания переходов из начальной маркировки в виде совокупности векторов и матриц. Применение модели осуществляется в виде системы интерактивных элементарных блоков, разделенных в соответствии с функциональной целью на общую схему технологического процесса. В этом случае она может включать оборудование или группу оборудования, которая выполняет завершающий этап процедуры.

SUMMARY

MODELING THE TECHNOLOGICAL PROCESS WITH THE APPLICATION OF FUZZY PETRI NETS TYPE V_f

Jafarova Sh.M.

Key words: marker, membership function, fuzzy Petri net

The article deals with modeling of a technological process using a fuzzy Petri net of the V_f type. The model of forming a model of the technological process of heat and electric energy production has been developed. The structure, dynamics of the model state and the sequence of triggering transitions from the initial marking in the form of a set of vectors and matrices are determined. Application of the model is carried out in the form of a system of interactive elementary blocks divided according to the functional purpose into a General scheme of the technological process. In this case, it may include hardware or a group of hardware that performs the final step of the procedure.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	03.06.2019
	Son variant	01.10.2019

УДК 621.791

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРИ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

¹РУСТАМОВ РАМАЗАН ДЖАФАР оглу

²ДЖАФАРОВА САИДА АЛЛАХВЕРДИ гызы

Азербайджанский технический университет, 1,2-доцент

ramazanrustamov@mail.ru

Ключевые слова. способ сварки, параметры режима, сварочный и основной материал, тип металлоконструкции, индивидуальные факторы, объект исследования.

По своему потенциалу и развитию нефтяная и машиностроительная отрасли промышленности являются одной из важнейших отраслей, в которых сварные металлоконструкции занимают доминирующее положение.

Сварка является одним из наиболее распространенных технологических процессов, применяемых в промышленности, при помощи которого изготавливается около 70 процентов деталей машин, изделий, конструкций и сооружений, в том числе, крупногабаритные металлоконструкции нефтяной промышленности.

Современная технология в строительно-монтажном производстве насчитывается до 20 способов сварки, однако, несмотря на существующие достижения в развитии сварочной технологии, более 80 процентов сварочных работ на монтажных площадках до настоящего времени выполняются ручной электродуговой сваркой.

Совокупное действие индивидуальных факторов может в той или иной мере влиять на качество и производительность сварочных работ, выполненных ручной дуговой сваркой (РДС).

Трудовой процесс РДС осуществляется в конкретных условиях, характеризующихся санитарно-гигиеническими психофизиологическими, социально-психологическими, эстетическими и другими факторами. Совокупное действие этих факторов может в той или иной мере влиять на качество сварных соединений. Исследованию условий труда РДС в сварочном производстве посвящено множество работ. Однако, проведенными исследованиями не установлено влияние указанных факторов на работоспособность сварщика РДС.

Под работоспособностью человека-сварщика понимается максимально функциональные возможности его организма для выполнения конкретной работы. Особенности показатели работоспособности и их значения в основном являются:

- критическая частота мельканий;
- мышечная сила;
- статическая выносливость;
- время двигательной реакции;
- координация движений;
- артериальное давление – пульс.

Необходимо отметить, что каждый из этих показателей можно определить практически в любом медицинском пункте производства.

Несмотря на все увеличивающиеся объемы механизации, автоматизации и роботизации сварочных работ, роль сварщика, как ведущего и главного звена управления процессом

сварки, пока еще остается определяющей одним из мало использованных до последнего времени направлений повышения производительности и качества сварочных работ.

Качество продукции согласно ГОСТ 15467-84 есть совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Показатели качества сварных соединений определяются той или иной совокупностью следующих свойств: прочностью, надежностью, отсутствием дефектов, структурой металла шва и околошовной зоны, коррозионной стойкостью, числом и характером исправлений и т.п.

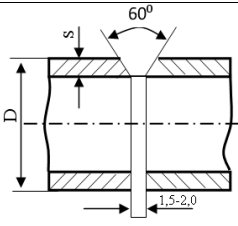
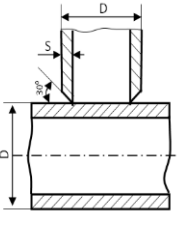
Цель и задачи исследования. В данной работе поставлена задача изучить производительность ручной дуговой сварки (РДС) индивидуальных факторов – квалификации сварщиков и установить количественные критерии, которыми можно было бы руководствоваться на практике при определении их профессиональной пригодности к выполнению различных по сложности сварочных работ.

Выбор критериев оценки квалификации сварщиков РДС. При проведении анализа качества сварочных работ в монтажных условиях было отмечено, что качество сварных соединений, выполненных сварщиками РДС одинакового разряда на одном объекте и при всех разных условиях монтажа, оказывалось различным. На практике это привело к тому, что зачастую сварщики 5-го разряда обеспечивали более высокий уровень качества, чем сварщики 6-го разряда. В результате несоответствия фактической квалификации, требуемой для изготовления конструкции ответственного назначения. Часто обнаруживались недопустимые дефекты, изделия подвергались исправлению брака, что приводило к значительным экономическим потерям.

В отечественной и зарубежной литературе практически отсутствуют сведения, освещающие вопрос о соответствии фактической квалификации сварщиков их разряду.

В некоторых работах [1-3] указываются факторы, определяющие РДС в монтажных условиях из низколегированной стали марки 09Г2 ГОСТ5058-76 из труб диаметром 520-1200 мм и толщиной стенки 16-40 мм (таблица 1).

Таблица 1.

<i>Исследуемая конструкция</i>				
Виды сварных соединений	Типоразмеры	Материал	Способ сварки	Условия работы
	$D_n=520-1200$ мм $S=16-40$ мм	Низколегированная конструкционная сталь	Ручная дуговая	Статическая нагрузка, морская вода
	-//-	-//-	-//-	-//-

При сварке выбранной металлоконструкции применяют следующую технологию:

- коренные сварные стыковых, угловых и тавровых швов заваривают ручной дуговой сваркой покрытым электродом марки LB-52У, а остальную часть разделки кромок – электродами марки УОНИ13/55 ГОСТ9466-75

- после наложения каждого слоя .

Квалификациями являются психофизиологические возможности, зрительно-двигательная координация, знания и возраст, а о каких-либо количественных критериях практических рекомендациях по оценке квалификации сварщиков РДС в работах данные не приводятся. В работе [4-6] подробно исследована зрительно-двигательная координация (ЗДК) сварщиков РДС и ее влияние на качество сварки. Отмечается, что ЗДК зависит от возраста и стажа работы. Была установлена довольно тесная корреляционная зависимость качества сварки от колебаний руки сварщика при сварке пространственных швов. В работах [3,4] даются отдельные сведения по квалификации сварщиков РДС в зависимости от возраста.

К сожалению, в перечисленных выше работах отсутствуют научно обоснованный подход к оценке профессионально-трудовых качеств сварщика РДС с учетом в нем комплекса индивидуальных факторов, определяющих его квалификацию.

Состояние проблемы и характеристика объекта исследования. В качестве объекта исследования выбрана изготовленная сварная металлоконструкция глубоководного основания, в которой производят зачистку шлака шлифовальной машиной:

- заварку стыка выполняют многопроходными швами.

- при сварке пространственных швов расстановка сварщиков по рабочим местам производится согласно их квалификации.

Рассматриваемая металлоконструкция – глубоководное основание платформы работает, как правило, под статической нагрузкой, при рабочей температуре от -10°C до $+45^{\circ}\text{C}$, на открытом воздухе, под землей или водой, в агрессивной морской среде.

Материалы и оборудования исследования. Для анализа критерии влияния индивидуальных факторов на качество и производительность сварочных работ при РДС исследуемой металлоконструкции в монтажных условиях применяют следующие сварочные материалы и оборудования (таблица 2).

Таблица 2.

Материалы и оборудования для РДС исследуемой металлоконструкции.

Марка покрытого электрода		Диаметр электрода, мм		Источник питания постоянного тока
Для сварки коренного шва	Для сварки кромки шва	Для сварки корня шва	Для сварки кромки шва	
LB52У японское производство	УОНИ13/55 российское производство	3 и 4	4,5 и 6	НАС-500Е Японское производство

Параметры оптимального режима РДС исследуемой металлоконструкции приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Параметры режима РДС

Сила сварочного тока, А			Диаметр электрода, мм		
Расположения сварного шва					
нижний	вертикальный	потолочный	нижний	вертикальный	потолочный
Обозначение положения шва					
Н	В	П	Н	В	П
280-300	240-260	230-240	5, 6	4	4

С целью получения более достоверных данных о причине влияния индивидуальных факторов на качество и производительность РДС применяли сравнительный анализ свариваемых образцов методом радиограммы. Сущность этого метода контроля качества состоит в том, что на первом этапе при подготовке образцов исключались заведомо известные причины образования дефектов, а затем производилась сварка материалами (таблица 2) и параметрами режима таблицы 3 и последующее просвечивание образцов на рентгеновской установке типа МИРА-2Д (Российское производство), для установления действия индивидуальных причин подготовки образца в строгом соответствии с инструкцией. Затем производилась сварка образца двумя сварщиками, имеющими разные показатели работоспособности (Рф) или квалификации.

Например: на рис.1 а, б показаны результаты сварки образца изготовленного из трубы диаметром 820 x 8 мм, которая осуществлялась сварщиками равной квалификации на одном и том же оборудовании, одинаковыми электродами при одинаковых режимах РДС и практически в одно и тоже время и условиях работы. Установлено, что причиной образования пор и шлаковых включений являются более низкие показатели РФ второго сварщика [6].

В другом случае, при прочих равных условиях, сварку образца производили в конце смены два сварщика одного и того же разряда, но имеющих различные показатели РФ. Примером могут служить также данные приведенные на рис.1, в, г.

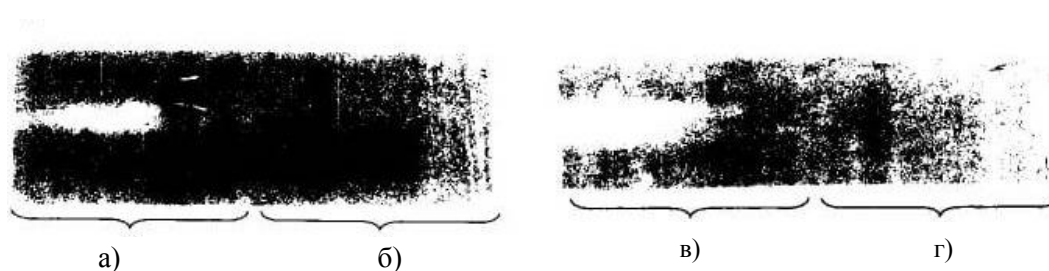


Рис.1. Рентгенограммы сварного шва, отражающие влияние индивидуальной причины.

а -сварщик 6-го разряда , $R_{\phi}=82$ относ.ед.

б -сварщик 6-го разряда , $R_{\phi}=58$ относ.ед.

в -сварщик 6-го разряда , $R_{\phi}=88$ относ.ед.

г -сварщик 6-го разряда , $R_{\phi}=67$ относ.ед.

Полученные результаты послужили основой для дальнейших исследований. Было установлено, что индивидуальные причины, оказывающие влияние на качество и производительности монтажной сварки, требуют более детальных исследований с целью разработки рекомендаций по повышению качества сварных швов монтажнотрубных соединений, выполненных ручной дуговой сваркой.

Нами была установлена довольно тесная корреляционная зависимость качества от колебаний руки сварщика только в вертикальном (В) направлении (коэффициент корреляции составляет 20,8%).

Следует отметить, что доля брака по индивидуальным причинам составляет более 70 % от общего уровня брака (рис. 2).

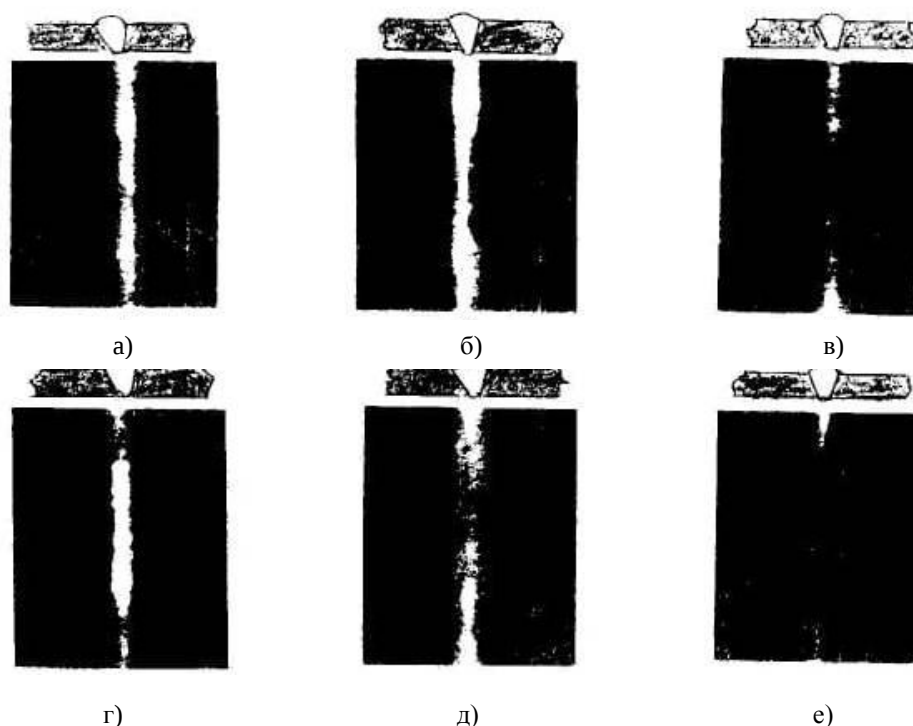


Рис. 2. Рентгенограмма одностороннего многослойного стыкового соединения сварного шва, отражающая влияние индивидуальных причин:

- а-нерегулярное формирование (нерегулярное колебание электрода в процессе сварки);*
- б- нерегулярное плавление кромки (изменение скорости сварки);*
- в- нерегулярное усиление сварного шва (повышение сечения прихваток);*
- г- прерывистое плавление (не полное расплавление зоны сварки);*
- д- подрезы (повышение сварного тока);*
- е- прожоги (большой зазор между кромками).*

Выводы.

1. На основе выполнения исследований установлено, что качество и производительность сварки ручной дуговой сварки в монтажных условиях существенно зависит от индивидуальных факторов – работоспособности сварщика РДС, когда фактическая работоспособность (Рф) лежит в интервале от 70 до 90 относ.ед.
2. Установлено, что качество и производительность сварных соединений вертикального, горизонтального и потолочного шва отличаются от качества сварного соединения, которые сварены в нижнем положении.
3. Результаты исследований установлено, что при выполнении сварочных работ ручной дуговой сваркой в монтажных условиях в результате влияния индивидуальных факторов меняется работоспособность организма сварщика, которая объективно оценивается утомлением, и субъективно воспринимается в виде чувства утомляемости организма сварщика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 1977, 432 с.
2. Буякс Т.М. Зрительные и двигательные аспекты. Задачи ручного сличения. М.: МГУ, 1998, с.126-142

3. Богданов Ю.М., Зеленика С.Н. и др. Условия труда сварщика при ручной дуговой электросварке. http://www.aup.ru/docs/etks/etks-2_1/221.htm
4. Строительство трубопроводов. №5. 1998, с. 21-24
5. Система управления качеством. М.: Стандарты, 1997, с.73-76
6. Рустамов Р.Д. Обеспечение качества сварных швов крупногабаритных конструкций (монография). Баку, 2011, 298 с.

XÜLASƏ
ƏL İLƏ QÖVS QAYNAQ BİRLƏŞMƏSİNİN KEYFİYYƏTİNƏ FƏRDİ
AMİLLƏRİN TƏSİRİNİN TƏHLİLİ
Rüstəmov R.C., Cəfərova S.A.

Açar sözlər: qaynaq üsulu, qaynaq materialı, rejim, avadanlıq, əmək şəraiti, metal konstruksiyanın tipi, fərdi amillər, tədqiqat obyektı.

Məqalədə quraşdırma, qaynaq, metal qaynaq keyfiyyəti, fərdi amillərin təsiri, iş qabiliyyəti, ixtisas, iş təcrübəsi, qaynaqçılıq, sosial-psixoloji məlumat, fiziki, statik yük və əl ilə qövs qaynaq iş şəraiti kimi təhlili məsələsinə baxılır.

Müəyyən edilmişdir ki, qaynaqçı tərəfindən əl ilə qövs qaynağı (RDS) ilə montaj şərtlərində yerinə yetirilmiş qaynaq işlərinin məhsuldarlığı və keyfiyyəti birmənalı olaraq göstərilən fərdi amillərin təsirindən asılıdır.

SUMMARY
ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF INDIVIDUAL FACTORS ON THE QUALITY
OF THE WELDED JOINT IN THE MANUAL ARC WELDING
Rustamov R.J., Jafarova S.A.

Key words: welding method, mode parameters, welding and basic material, type of metal construction, individual factors, object of study.

The article deals with the problem of analyzing the influence of individual factors such as performance, qualification, work experience, socio-psychological data of the welder, physical, static load and working conditions of the manual arc welder on the quality of welded joints of metal structures during installation.

It is established that the productivity and quality of welding works performed by a manual arc welding (RDS) welder in installation conditions clearly depends on the influence of these individual factors.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	09.01.2020
	Son variant	16.03.2020

UOT 687.03

İNSAN GEYİMİ İLƏ BƏDƏNİ ARASINDA MİKROİQLİMİN OPTİMAL XARAKTERİSTİKASI

RƏCƏBOV İLQAR SALEH oğlu

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti (UNEC), dosent

Ilqar67@mail.ru

Açar sözlər: nisbi rütubət, istilik komfortu, geyimin altında komfortlu mikroiqlim, rahatlıq, temperatur

Kənar hava axınının sürətinin, insan orqanizminin istilik sərfiyyatının səviyyəsinə təsiri haqqında məlumatlar ədəbiyyatlarda, demək olar ki, çox azdır. Olan məlumatlar isə bir-birindən hiss olunacaq dərəcədə fərqlənir. İnsan orqanizminin istiliyi hissetmə və nəmlik sərfiyyatının göstəriciləri arasındakı əlaqə cədvəllərdə göstərilib. Bu göstəricilərdən məlum olur ki, orqanizmin istilik balansının nizamlanmasında nəmliyin buxarlanması əhəmiyyətli rola malikdir. Fiziki-gigiyenik tələblərə uyğun olaraq, individual izolyasiya vasitələrinin hazırlanması üçün materialların seçimində 1 saat ərzində mümkün olan şəraitdə işləməklə, nəmlik sərfiyyatının 200-1200 q/saat aralığında dəyişməsi nəzərə alınmalıdır.

Geyimin altındakı rütubətin ölçülməsində ilkin ölçü alətlərindən biri, Rubner və Levaşovun tükdən hazırladığı hidrometr ola bilər. Onların gəldiyi nəticəyə əsasən, insan bədənə və köynəyi arasındakı nisbi rütubət 25% olub. Sonralar kimyəvi hidrometrin tətbiqi ilə, geyimlə bədən arasındakı nisbi rütubətin, ətraf mühətdən asılı olaraq 23-70% aralığında dəyişməsi məlum oldu. Bu məqsəd üçün bəzi hallarda quru və yaş termometri olan psixrometrdən də istifadə olunmasına cəhdlər olmuşdur.

Nəmlik sərfiyyatını təyin edən amillər. İntensiv fiziki yüklənmə və ətraf mühitin temperaturu insan orqanizmində nəmliyin sərfiyyatına təsir edən əsas amillər hesab olunur. Bu amillər eyni zamanda buxarlanma ilə istilik sərfiyyatına da əsaslı təsir edir. Müxtəlif məlumatlara əsasən fiziki yükün səviyyəsindən istilik sərfiyyatının asılılığı 1-ci cədvəldə yer almışdır. [1]-ci işdə olan məlumatlara əsasən, enerji itkisi 60-700 vt diapozonunda dəyişir. İstilik komfortu şəraitində isə bu sərfiyyat 50- 400 vt aralığında xətti artım ilə müşahidə olunur. Nəmlik sərfiyyatının ətraf mühətdən asılılığı 2 cədvəlində verilib. 1 və 2 cədvəllərindən görünür ki, ətraf mühitin müxtəlif temperaturlarında, müxtəlif həcmərdə fiziki yüklərin tətbiqində, insan orqanizminin istilik sərfiyyatının qiymətində hər bir müəllifin aldığı nəticə fərqlənir. Belə nəticələrin alınması, eksperimentlərin müxtəlif metodlarla aparılması ilə əlaqədardır. L. Banxidinin məlumatlarına əsasən istilik sərfiyyatının rolunun buxarlanma ilə dəyişməsi şəkil 1-də verilmişdir [2].

Cədvəl 1.

Fiziki təsirlərin intensivliyindən asılı olaraq insan orqanizminin nəmlik sərfiyyatı

Yükün xarakteri	Orqanizm tərəfindən istehsal olunan istiliyin miqdarı kloul/saat	Məlumatə görə, nəmlik sərfiyyatının həcmi, qr/dəq			
		Valodinin [3]	Lyubiç [5]	Qafqazov [6]	Afanasyev [7]
Sakitlik	250 -400	0,7 – 1,0	0,5– ,66	0,5 -2,0	-
Yüngül iş	450 - 650	-	-	0,66-3,0	0,8-1,9
Orta intensivlikli iş	650 -1400	1,8 – 3,0	1,0-1,25	2,5-5,8	1,3-3,1
Ağır iş	1500 - 2400	5,0 – 7,0	4,5–9,5	4,5-9,5	2,0-4,2

Cədvəl 2.

İnsan orqanizminin nəmlik sərfiyyatının intensivliyinə ətraf mühit temperaturunun təsiri

Havanın temperaturu $^{\circ}\text{C}$	Məlumatlara əsasən nəmlik sərfiyyatının həcmi q/saat						
	Volperta	Xolton	Şika və Zaka	Butte [4]	Letavetta və Malışev [2]	Qafqazov [6]	Afanasyev [1, 7]
-10	-	-	-	-	-	-	110±20
0	-	-	-	-	-	-	56±15
+ 5	-	-	-	-	-	-	50±15
+ 10	31	32,5	20	36	-	-	46±12
+ 15	-	-	-	-	-	-	46±10
+ 20	18	39	25	52,6	37,4	45	-
+ 22	-	-	-	-	-	-	42±10
+ 30	51	104	80	141,6	-	120	-
+ 32	84	123	88	-	-	-	-
+ 40	-	-	-	225	-	-	-

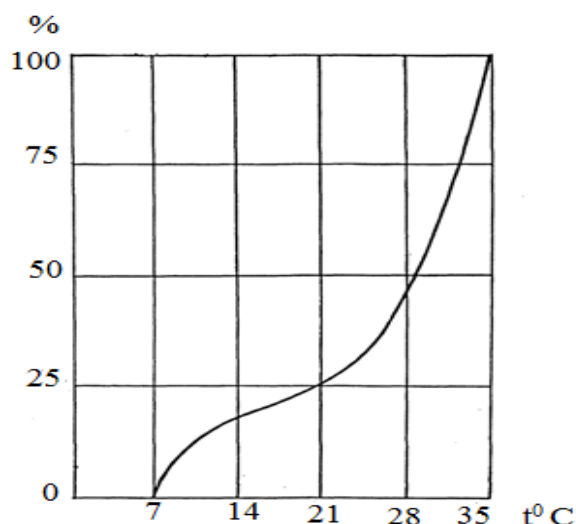
Cədvəl 3.

Kriçaqinə görə, insan orqanizminin nəmlik sərfiyyatı, q/saat.

	İstilik hissiyatının qiyməti				
	Çox isti	İsti	İliq	Komfort	Sərin
Nəmlik sərfiyyatı q/saat	500-2000 tərin xeyli hissəsi axır	250- 500 tərin bir hissəsi axır	60-250 tərx axmır	50-60 tərx olmur	40 tərx olmur

Kənar hava axınının sürətinin, insan orqanizminin istilik sərfiyyatının səviyyəsinə təsiri haqqında məlumatlar ədəbiyyatlarda demək olar ki, çox azdır. Olan məlumatlar isə biri-birindən hiss olunacaq dərəcədə fərqlənir. Rubnerə [9] əsasən 35°C -dən aşağı temperaturlarda hərəkətli hava dəriyə soyuducu təsiri, ondan yuxarı temperaturlarda isə istilik təsiri bağışlayır. Bununla belə, Butte göstərir ki, nisbi rütubət 35% və 40°C temperaturda, fasilələrlə üfurmə zamanı dərinin temperaturunun azalması müşahidə olunur [4]. Fasilələrlə fiziki iş zamanı, tərin ayrılması ilə əlaqədar olaraq, yüksək intensivlikli nəmlik sərfiyyatı (2000-3000 mq/saat) yaranır. Bu isə öz növbəsində L. Banxidinin 1200-1800 kkal/saat göstəricilərinə uyğundur. Y. Kunaya [10] əsasən otaq şəraitində, insan orqanizminin nəmlik sərfiyyatı 16-23 q/(m^2 saat) olur və bu göstərici bədənə baş, əlin içi və ayağın altında eynidir. İsti hava şəraitində, orta ağırlıqlı intensiv işlərdə, tərin bədənə ayrılması 400-500 q/saat həcmində çatır [11].

İnsan orqanizminin istiliyi hissetmə və nəmlik sərfiyyatının göstəriciləri arasındakı əlaqə 3-cü cədvəldə göstərilib [12]. Bu göstəricilərdən məlum olur ki, orqanizmin istilik balansının nizamlanmasında, nəmliyin buxarlanması əhəmiyyətli rol oynayır. Fiziki-gigienik tələblərə uyğun olaraq, individual izolyasiya vasitələrinin [13] hazırlanması üçün materialların seçilməkdə 1 saat ərzində mümkün olan şəraitdə işləməklə, nəmlik sərfiyyatının 200-1200 q/saat aralığında dəyişməsi nəzərə alınmalıdır.



Şəkil. Banxidiyə görə, ətraf mühitin temperaturunun təsirindən, insan orqanizmində buxarlanmaya sərf edilən istiliyin asılılığı.

İnsan bədəni ilə geyiminin arasında olan hava qatının rütubətliyi. Bədənin üzərindəki rütubətin buxarlanması geyimin altındakı hava qatında nisbi rütubətin dəyişməsinə səbəb olur. Bu proses, intensiv rütubət səviyyəsinin dolayı xarakteristikası ola bilər. Geyimin altındakı rütubətin ölçülməsində ilkin ölçü alətlərindən biri, Rubner və Levaşovun [9] tükədən hazırladığı hidrometr ola bilər. Onların gəldiyi nəticəyə əsasən, insan bədəni və köynəyi arasındakı nisbi rütubət 25% olub. Sonralar kimyəvi hidrometrin [14] tətbiqi ilə, geyimlə bədən arasındakı nisbi rütubətin, ətraf mühətdən asılı olaraq 23-70% aralığında dəyişməsi məlum oldu. Bu məqsəd üçün bəzi hallarda quru və yaş termometri olan psixrometrdən də istifadə olunmasına cəhdlər edilmişdir [15]. Lakin cihazların mükəmməl olmaması səbəbindən dəqiq məlumatların alınması qeyri-mümkün oldu. Sonralar Ogden və Rees müəyyən etdilər ki, komfort şəraitində, istirahət zamanı havanın nisbi rütubətliyi $\varphi=30-40\%$ olur, yüklənmə zamanı isə bu göstərici 100% də çata bilər. Həmçinin bu müəlliflər göstəriblər ki, insanın uzun müddət sakit şəraitdə də polietir yataq kisələrində qalması zamanı, geyimlə bədən arasında havanın nisbi rütubəti 100% yaxınlaşır.

Geyimin gigiyenikliyi qiymətləndirilməsində geyimaltı mikroiqlimin xarakteristikalarına havanın temperaturu, nisbi rütubəti, hərəkətliyi, havada karbon qazının səviyyəsi aid edilir. Hardyə görə mikroiqlimin xarakteristikaları optimal əhəmiyyətli komfort şəraitdə, müvafiq temperaturlarda və dərinin nəmliyində ($t_{\text{dəri}} = 90^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{ F} (\approx 32,2^{\circ})$, $W = 8 \div 18\%$) insanın əhvalı yaxşı olur.

İstilikkomfortu, dərinin temperaturu və istilik hiss etməsi ilə müəyyən edilir [8, s.16]. $31,0-34,5^{\circ} \text{ C}$ temperatur və 10-20% rütubətlik, komfort vəziyyəti hesab olunur. Müxtəlif fiziki yükləmələr və müxtəlif xarici şərtlərdə komfortun şərtləri dar sərhədlərdə olur. Onun sərhədlərindən kənarda istilik nizamlayan mexanizmlər aktivləşir. Hiperbarik şəraitdə, subyektiv istilik xarici mühitə ötürülən qazlı-rütubətli havanın tərkibindəki əhəmiyyətli təsirləri hiss etməyə şərait yaradır.

Geyimin altında komfortlu mikroiqlim yaratmaq üçün temperatur və havanın nisbi rütubətinin təyin olunmuş qiyməti olmalıdır. V. Koşoyev insan sakitlikdə, ətraf mühütün nisbi rütubətliyi 60-70% olduqda, optimal temperatur $27-29^{\circ} \text{ C}$, orta ağırlıqlı iş görəndə isə temperaturun $17-23^{\circ} \text{ C}$ olmalı olduğunu göstərir. J. Keigley, insanın sakit halında, ətraf mühit 65% nisbi rütubətdə, L.Ogden və W.Rees 30-40% nisbi rütubətdə geyimin altında komfort şəraitin olmasını göstərir. Hesab olunur ki, nisbi rütubəti 10% artırıqda, geyimaltı havanın temperaturu 2° C azalmalıdır. Deməli, geyimin hazırlandığı material və onun quruluşu qeyd edilən şərtləri təmin etməlidir. Belə ki, geyim ətraf mühitin müxtəlif temperaturlarında və təcrif etmənin müxtəlif intensivliklərində, fiziki yüklənmənin səviyyəsindən asılı olaraq 200-1200 qr/saat aralığında komfortu təmin etməlidir.

Geyimlə bədən arasındakı mühitdə, optimal mikroiqlim üçün hava axınının konvektiv sürəti adi vəziyyətdə 0,2-0,54 m/san, orta ağırlıqlı yükləmələrdə 0,1-0,2 m/san olduqda komfort şərait yaranır. Bu isə yalnız geyimin hava keçiriciliyinin $100-200 \text{ dm}^3/(\text{m}^2 \text{ san})$ -dən az olmadığı şəraitdə mümkündür. Geyimin altındakı havanın kirlənməsi, dərinin nəfəs alması zamanı ifraz etdiyi karbon qazlarının bu mühitdən kənarlaşdırılmasının səviyyəsindən asılıdır. Geyimaltı mühitdə karbon qazının səviyyəsi 0,7-0,8% aralığını keçdikdən sonra, insanın əhvalında pisləşmələr hiss olunmağa başlayır [9].

Beləliklə, geyimin komfortluluğunun təmin edilməsi üçün geyimaltı məkanın xarakteristikalarına – temperaturuna və nisbi rütubətin səviyyəsinə, diqqət yetirmək lazımdır. Ətraf mühətdən asılı olaraq, bu mühit dəyişə bilər. Qeyd olunan mühitin lazımi çərçivədə saxlanması, geyimin tikilməsində istifadə edilən materialın xüsusiyyətlərindən asılıdır. Bu zaman materialın sorbsiya xüsusiyyətinə, prosesin artması və azalması intensivliyinə təsir edən amil kimi baxılır.

Nəticə.

1. İnsan bədəni ilə geyiminin altındakı hava qatının xarakteristikası, geyimin komfort şəraitinin qiymətləndirilməsini şərtləndirir. Onların təyininin əsas faktorları aşağıdakılardır: a) xarici şərtlər: ətraf mühitin şəraiti; orqanizmin yüklənməsinin səviyyəsi; b) istifadə ilə əlaqəli amillər: geyimin konstruksiyası; geyimin materialının xassələri.

2. Geyimin havalandırılmasının əsas şərtləri: üfürmənin sürəti; geyimin quruluşunda açıq hissələrin olması; istilik və nəmlik keçirmənin asılı olduğu, materialın hava keçiriciliyi.

3. Üfürmənin sürətinin artırılmasında, geyiməli mühitin havalandırılmasının təminatında, hava keçirmənin rolu artır. Hal hazırda tekstil materiallarında tətbiq edilən “nəfəsalma” termini, materialın geyiməli mühit ilə ətraf mühit arasındakı əlaqəninin təmin edilməsidir. Bu zaman materialın sukeçirməzliyi prinsipi gözlənilməlidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Афанасьева Р.Ф. Гигиенические основы проектирования одежды для защиты от холода. - М.: Легкая индустрия, 1977, 136 с.
2. Банхиди Л. Тепловой микроклимат помещений: Расчет комфортных параметров по теплоощущениям человека. Пер. с англ. М.: Стройиздат, 2007, 248 с.
3. Володина К.В. Влагопотери человека испарением в покое и при физической работе в различных условиях микроклимата. Автореф. дисс.... канд.техн.наук. Киев, 2013, 18 с.
4. Витте Н.К. Некоторые пути улучшения теплоотдачи и организации отдыха в горячих цехах // Гигиена и санитария. № 4. 2006, с.10-14
5. Любич М.Г. Гигиенические свойства обуви и пути их улучшения. М.: Ростехиздат, 2014.
6. Кавказов Ю.Л. Требования к гигиеническим свойствам искусственной кожи для верха обуви / Научн. труды ЦНИИКП. сб.23. 2010.
7. Афанасьева Р.Ф., Репин Г.Н., Павлухин Л.В., Шлейфман Ф.М., Басаргина Л.А. Критерии оценки теплового состояния человека для обоснования нормативных требований к производственному микроклимату // Гигиена и санитария. № 7. 1983, с.79 - 81.
8. Muravova A. Fyziologia Odevania. Tepelna Regulacia cloveka. Vlakna a textil. № 8. 2001, pp.48-49
9. Rubner von Levashev. Arch for Hygiene. 1896.
10. Куно Я. Перспирация у человека / Пер. с англ. М.: Иностранная литература, 2009.
11. Мишнина В.М., Фукс Ю.Г. и др. Ткани для спецодежды рабочих горячих цехов в СССР и за рубежом. Обзор. М.: ЦНИИТЭИлегпром, 2010, с. 6
12. Кричагин В.И. Приемы и методы ориентировочных расчетов переносимости человеком высоких и низких температур внешней среды // Военно-медицинский журнал. №10, 2005, с.30-38
13. Временные физиолого-гигиенические требования к изолирующим средствам индивидуальной защиты. М.: Медицина, 1978, 18 с.
14. Mellanby K. Jornal of Hugiene. 2001, 32, 268 p.
15. Hill L. Report Local Govt. Board of Public Health and Medical Subjects. No. 100, 2003.
16. Кокеткин П.П., Чубарова З.С., Афанасьева Р.Ф. Промышленное проектирование специальной одежды. М.: Легкая и пищевая промышленность, 2014, 183 с.

РЕЗЮМЕ

ОПТИМАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОКЛИМАТА МЕЖДУ ТЕЛОМ ЧЕЛОВЕКА И ОДЕЖДОЙ

Раджабов И.С.

Ключевые слова: относительная влажность, комфорт тепла, комфортный микроклимат под одеждой, комфорт, температура

Интенсивная физическая нагрузка и температура окружающей среды считаются основными факторами, влияющими на содержание влаги в человеческом организме. В статье также отмечается влияние этих факторов на одновременное испарение и расход тепла. Кроме того, особое внимание было уделено характеристикам гейфита - температуре и относительной влажности для обеспечения комфорта одежды. В зависимости от характеристик материала, использованного при изготовлении одежды, было определено, что вышеупомянутая среда должна поддерживаться надлежащим образом.

В то же время были проанализированы факторы, влияющие на интенсивность процесса увеличения и уменьшения сорбционную природу материала.

SUMMARY
OPTIMAL CHARACTERISTIC OF MICROCLIMATE BETWEEN
HUMAN BODY AND CLOTHING

Rajabov I.S.

Key words: *relative humidity, heat comfort, comfortable microclimate under clothing, convenience, properties, temperature, relative humidity.*

Intensive physical loading and ambient temperature are considered to be major factors affecting the moisture content in the induction organism. The article also revealed that these factors have also had a major impact on heat consumption by evaporation. In addition, special attention was paid to the characteristics of the geyificite - temperatures and relative humidity to ensure the comfort of clothing. Depending on the characteristics of the material used in the construction of the clothing, it was determined that the above mentioned environment should be maintained properly. At the same time, the factors influencing the sorption nature of the material, the intensity of the process increase and decrease were analyzed.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	28.02.2019
	Son variant	11.05.2019

MÜNDƏRİCAT * СОДЕРЖАНИЕ * CONTENTS

Fizika və riyaziyyat

1. *Qurbanov M.M., Məmmədov F.Ə., Məmmədov S.C., Qocayev M.M.* Laylı və zəncirvari quruluşlu yarımkeçiricilərin termodinamik parametrlərinin temperatur asılılıqlarında Debay funksiyasının rolu 4
2. *Мамедов А.Дж., Алиева Х.Г., Абдуллаева И.А.* Задача подвижного оптимального управления для гиперболических систем с запаздыванием 9

Kimya

3. *Aşurov D.Ə., Ağayev Ə.Ə., Bayramov Q.K., Nəsirova İ.M.* Hidridsilanların metallil spirtinin β-sianetil efiri ilə qarşılıqlı təsiri reaksiyasının tədqiqi 17
4. *Muradov M.M.* Aromatik karbohidrogenlərin elektrokimyəvi sistemdə xlorlaşması 21
5. *Мамедова Э.С., Салаева З.Ч., Мамедалиев Г.А., Гусейнова А.Э., Ахмедова Р.Р.* Изучение коррозии различных металлических материалов в среде получения клеевой композиции 33
6. *Həsənova M.B.* Malein anhidridistirol sopolimeri əsasında sintez olunmuş 6-fenil 1,3,5-triazin 2,4-diamin fraqmentli xelatəməlgətirici sorbent vasitəsilə vanadium (V) ionunun sorbsion fotometrik təyini 37
7. *Həsənova A.R.* Dizel yanacaqlarının ikinci emal fraksiyaları ilə birgə hidrokükürdsüzləşmə prosesində yeni katalizatorların tədqiqi 43
8. *Süleymanova P.V.* 1-naftolun etanolla alkülləşmə reaksiyasının kinetik tədqiqatları 48
9. *Qənbərova G.T.* NdBiSe₃ birləşməsinin alınması və tədqiqi 52

Coğrafiya

10. *Mardanov I.I., Aghayev T.D., Ahmadova N.M.* Differentiation of mountain-meadow sod soils on southern slope of great Caucasus by degree of soil erosion 56

Biologiya

11. *Həsənov X.Ə., Əliyev F.T.* Abşeron yarımadası florasının və termal sularının mikobiotasının biomüxtəlifliyi 60
12. *Qarayeva A.Q., Məhərrəmov K.Q.* Xəzəryanı akvatoriada bakterioplanktonun formalaşması 63

Texnika

13. *İsgəndərov Ə.Ə., Mahmudov R.R.* Şaxələnmə su təchizatı sisteminin optimal idarəedilmə məsələsi 66
14. *Hüseynov A.H., Həsənov İ.R.* Su mühitində ölçmələr aparən konduktometrik ölçü çeviricilərinin dinamik xarakteristikalarının tədqiqi 74
15. *Balayev V.A., Məmmədov V.G., Rəhimova M.R.* EP-300 istehsalında əmtəə propilenin alınması prosesinin qeyri-stasionar rejiminin təyini 79
16. *Cəfərova Ş.M.* V_f tipli qeyri-səlis Petri şəbəkəsinin tətbiqi ilə texnoloji prosesin modelinin işlənməsi 84
17. *Рустамов Р.Дж., Джафарова С.А.* Анализ влияния индивидуальных факторов на качество сварного соединения при ручной дуговой сварке 88
18. *Rəcəbov İ.S.* İnsan geyimi ilə bədəni arasında mikroiklimin optimal xarakteristikası 94

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

Çapa imzalanmışdır: 29.06.2020-ci il
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70*108 ¼
Yüksək çap üsulu. Həcmi: 23,18 ş.ç.v.
Sifariş . Tiraj 250 nüsxə.
Qiyməti müqavilə yolu ilə.

Sumqayıt Dövlət Universiteti
Redaksiya və nəşr işləri şöbəsi

Müxbir ünvan:

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

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

E-mail: sdu.elmixeberler@mail.ru