

UOT 644.02.54:586.413.2

**GaS, GaSe və GaTe MONOKRİSTALLARININ İSTİDƏN GENİŞLƏNMƏ ƏMSALININ
QIYMƏTLƏRİ ƏSASINDA ATOMLARIN RƏQSLƏRİNİN HARMONİKLİK VƏ
QEYRİ HARMONİKLİK DƏRƏCƏSİNİN TƏYİN EDİLMƏSİ**

¹**QURBANOV MEHDİ MƏHƏMMƏD oğlu**

²**MƏMMƏDOV SƏMƏNDƏR CƏFƏR oğlu**

Sumqayıt Dövlət Universiteti: 1,2- dosent

e-mail: qurbanov.mehti@mail.ru

Açar sözlər: monokristal, istidən genişlənmə əmsalı, harmoniklik əmsalı, qeyri-harmoniklik əmsalı.

Məqalədə GaS, GaSe və GaTe monokristallarının istidən genişlənmə əmsalının eksperimental qiymətləri əsasında kristal qəfəsindəki atomların rəqslərinin harmoniklik və qeyri – harmoniklik dərəcələrinin hesablanmış qiymətləri verilmişdir.

Məlum olduğu kimi, kristal bərk cisimlərdə istidən genişlənmə əmsalının qiyməti, eləcə də bu parametrin qiymətində yaranan anizotropiya kristal qəfəsindəki rəqslərin qeyri – harmoniklik həddinin qiymətindən asılı olur. Ədəbiyyatda göstərilmişdir ki, istidən genişlənmə əmsalının qiyməti kristal qəfəsində atomların qeyri-harmoniklik həddi (γ) və harmoniklik həddi (β) - dan belə asılıdır [1].

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

Burada α - istidən xətti genişlənmə əmsalı, K – Bolsman sabiti, a - qəfəs parametrləridir.

Gallium monohalkogenidləri laylı yarımkəçiricilər qrupuna aiddir və bu birləşmələrin istilik parametrlərinin eksperimental tədqiqi həm nəzəri modellərin yoxlanması, həm də praktik baxımdan mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Bu işdə GaS, GaSe, GaTe monokristallarının istidən genişlənmə əmsallarının ayri-ayri kristalloqrafik oxlar istiqamətindəki qiymətlərindən istifadə etməklə rəqslərin qeyri-harmoniklik həddinin, harmoniklik həddinin kvadratına olan nisbəti ($\frac{\gamma}{\beta^2}$) hesablanmışdır.

Tədqiq olunan birləşmələr üçün istidən nisbi uzanmanın qiyməti mövcüd metodika əsasında ölçülmüşdür [2]. Bütün ölçmələr 13 - 400⁰K temperatur intervalında aparılmışdır. Ölçmələr üçün istifadə olunan nümunələr ədəbiyyatdan mövcüd olan metodika əsasında alınmış monokristallardan hazırlanmışdır [3]. GaS və GaSe birləşmələr heksaqonal quruluşda, GaTe işə tetraqonal quruluşda kristallaşırlar. Kristallik qəfəsin parametrləri GaS üçün $a=3,579\text{Å}$; $c=15,475\text{Å}$; GaSe üçün $a=3,750\text{Å}$, $c=15,95\text{Å}$; və GaTe üçün $a=3,941\text{Å}$; $b=4,442\text{Å}$; $c=10,641\text{Å}$ olmuşdur. Ölçmələrdə istifadə olunan nümunələr, qurğunun dərəcələnməsi zamanı istifadə olunan alüminium və mis nümunələrdə olduğu kimi, diametri $5 \cdot 10^{-3} m$ və uzunluğu 0,3 m olan silindrik formada hazırlanmışdır. İstidən xətti genişlənmə əmsalının ölçülməsi zamanı təcrübənin nisbi xətası 0,5 % təşkil etmişdir.

Laylar istiqamətində və laylara perpendikulyar istiqamətdə nisbi uzanmanın temperatur asılılıqları əsasında α_{\parallel} və α_{\perp} - qiymətləri cədvəldə verilmişdir. (Cədvəl 1).

Cədvəldən görüldüyü kimi hər üç birləşmədə istidən genişlənmə əmsalının qiymətində anizotropiya alınır.

Cədvəl 1

T, K	GaS		GaSe		GaTe	
	$\alpha_{\parallel} \cdot 10^6, 1/K$	$\alpha_{\perp} \cdot 10^6, 1/K$	$\alpha_{\parallel} \cdot 10^6, 1/K$	$\alpha_{\perp} \cdot 10^6, 1/K$	$\alpha_{\parallel} \cdot 10^6, 1/K$	$\alpha_{\perp} \cdot 10^6, 1/K$
13	0,07	0,09	0,08	0,12	0,13	0,21
20	0,26	0,39	0,31	0,59	0,42	0,68
50	2,21	3,01	3,64	3,95	3,88	4,25
80	3,96	4,82	5,44	6,14	5,54	6,67
100	5,06	5,95	5,96	6,28	5,98	6,76
150	6,68	7,37	8,15	9,97	8,07	9,98
200	7,52	8,12	7,38	10,08	7,92	10,21
250	7,05	8,65	7,47	10,12	7,37	12,63
300	7,25	9,00	7,56	10,25	8,26	13,21

Kristallarda müxtəlif istiqamətlərdə istidən genişlənmə əmsalının qiymətində yaranan anizotropiyanın əsas səbəblərindən biri həmin istiqamətlərdə atomların rəqslərinin qeyri – harmoniklik dərəcəsi olduğundan, tədqiq olunan materiallarda ayrı – ayrı istiqamətlərdə atomların rəqsininin qeyri – harmoniklik həddini müəyyən edən γ – əmsalının tapılması da mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Ədəbiyyatda bu əmsalın qiymətinin daxil olduğu bir sıra düsturlar mövcuddur. Həmin düsturlara bilavasitə təcrübədən təyin edilə bilən istilik parametrləri daxil olur. Belə düsturlardan biri də əvvəldə göstərdiyimiz (1) – düsturdur.

Bu düsturda laylar boyunca və laylara perpendikulyar istiqamətlərdə α_{\parallel} və α_{\perp} - qiymətlərindən istifadə etməklə hər iki istiqamətdə γ/β^2 - parametrinin qiymətləri müxtəlif temperaturalarda hesablanaraq cədvəl şəklində verilmişdir. (Cədvəl 2, 3 və 4).

Ədəbiyyatda Qryunayzen parametrinin (γ_Q), kristallik qəfəsdə atomların rəqsinin qeyri – harmoniklik həddi (γ) ilə əlaqəsi də göstərilmişdir [4]. Bu əlaqə belə düstur şəklində verilmişdir:

$$\gamma_Q = \gamma \frac{R_0}{\beta} \dots \quad (2)$$

Tarazlıq halında R_0 – məsafəsinə $R_0 \equiv a$ (a –iki qonşu atom arasındakı məsafədir) kimi də götürmək olar. Bu düstura daxil olan Qryunayzen parametrinin qiymətləri ədəbiyyatdan məlumdur [3].

(2) – ifadəsindən

$$\beta = \frac{\gamma_Q}{R_0 \left(\frac{\gamma}{\beta^2}\right)} \dots \quad (3)$$

yazmaqla β – nın qiymətləri ayrı – ayrı temperaturalarda hesablanmışdır.

Ədəbiyyatda həmçinin $\beta \approx R_0 \gamma$ - olduğu da qeyd edilmişdir [4, 5, 6]. Bu ifadədən qeyri – harmoniklik həddi olan γ - nın qiymətləri hesablanaraq cədvəldə verilmişdir (cədvəl 2, 3 və 4).

Qeyd etmək lazımdır ki (2) və (3) - ifadələrinə daxil olan Qryunayzen parametrlərinin qiyməti

$$\gamma_Q = \frac{3\alpha V}{\kappa_T C_V} \dots \quad (4)$$

termodinamik düsturun köməyi ilə hesablanmışdır [3]. Burada C_V – sabit həcmdə xüsusi istilik tutumu, κ_T – izotermik sıxılma əmsalı, α – xətti genişlənmə əmsalıdır.

Cədvəllərdən görüldüyü kimi eyni tip heksaqonal quruluşda kristallaşan GaS və GaSe birləşmələri üçün kükürddən selenə keçid halında və eləcə də temperaturun artması ilə α və γ - nın qiymətlərində eyni cür artım müşahidə edilir. GaTe birləşməsində GaS və GaSe birləşmələri ilə müqayisədə α və γ – nın qiymətlərində alınan kənarçıxmaları bu birləşmənin kristallik quruluşunun fərqlənməsi ilə əlaqələndirmək olar. Belə ki GaTe birləşməsi tetraqonal quruluşda kristallaşır. Bu halda atomları kimyəvi rəbitənin qiyməti və xarakteri də dəyişir.

Cədvəl 2

T, K	GaS							
	γ_Q^{\parallel}	γ_Q^{\perp}	$(\gamma/\beta^2)^{\parallel}$ $10^7 N^{-1}$	$(\gamma/\beta^2)^{\perp}$ $10^7 N^{-1}$	β^{\parallel} , N/m	β^{\perp} , N/m	γ^{\parallel} , $10^{10} Pa$	γ^{\perp} , $10^8 Pa$
150	1,38	1,31	19,11	82,65	20,18	1,02	5,61	6,59
200	1,88	1,68	21,06	91,05	24,94	1,19	6,97	7,69
250	1,81	1,63	22,43	96,99	22,55	1,09	6,30	7,04
300	1,72	1,51	23,34	100,92	20,59	0,97	5,75	6,27

Cədvəl 3

T, K	GaSe							
	γ_Q^{\parallel}	γ_Q^{\perp}	$(\gamma/\beta^2)^{\parallel}$ $10^7 N^{-1}$	$(\gamma/\beta^2)^{\perp}$ $10^7 N^{-1}$	β^{\parallel} , N/m	β^{\perp} , N/m	γ^{\parallel} , $10^{10} Pa$	γ^{\perp} , $10^8 Pa$
150	2,73	1,75	27,09	115,25	27,24	0,97	7,26	5,96
200	2,67	1,37	27,39	116,5	26,28	0,95	7,01	5,64
250	2,54	1,12	27,50	116,97	24,63	0,91	6,57	3,77
300	2,38	1,11	27,85	118,47	22,79	0,62	6,08	3,64

Cədvəl 4

T, K	GaTe							
	γ_Q^{\parallel}	γ_Q^{\perp}	$(\gamma/\beta^2)^{\parallel}$ $10^7 N^{-1}$	$(\gamma/\beta^2)^{\perp}$ $10^7 N^{-1}$	β^{\parallel} , N/m	β^{\perp} , N/m	γ^{\parallel} , $10^{10} Pa$	γ^{\perp} , $10^8 Pa$
150	2,78	1,69	28,49	176,97	24,76	2,06	6,28	1,94
200	2,59	1,63	29,15	78,73	22,54	1,94	5,72	1,82
250	2,51	1,62	36,06	97,39	17,66	1,57	4,48	1,47
300	2,42	1,61	37,71	101,86	16,28	1,48	4,13	1,39

Ayrı-ayrı istiqamətlərdə hesablanmış α və γ -ların qiymətlərində yaranan kəskin fərqlənmə həmin istiqamətlərdə istilik parametrlərinin qiymətlərində baş verən anizotropiyaya gətirib çıxarır. Eyni kristallik quruluşlu birləşmələr üçün istidən genişlənmə əmsalının qiymətlərində baş verən anizotropiya ilə (γ/β^2) - nisbətinin qiyməti arasında korrelyasiya yaratmaq mümkündür. Belə ki, həm GaS, həm də GaSe birləşmələrində (γ/β^2) - nisbəti böyük olan istiqamətdə istidən genişlənmə əmsalının qiyməti də böyük olur.

Qeyd etmək lazımdır ki, (1) və (2) düsturlarının çıxarıldığı nəzəri modellərdə kubik quruluşda kristallaşan izotrop bərk cisimlər götürülmüşdür. Odur ki həmin ifadələrin kəskin anizotropluğa malik mürəkkəb birləşmələr üçün tətbiqi, alınan nəticələrdən də görüldüyü kimi ancaq keyfiyyət baxımdan müəyyən müqayisələr aparmaq üçün yaraya bilər. Hesablanan parametrlərin dəqiq qiymətləndirilməsi üçün ancaq kəskin anizotropluğa malik laylı və zəncirvari quruluşda kristallaşan bərk cisimlərin istilik parametrlərinin temperatur asılılığını düzgün əks etdirən nəzəri modellər olmalıdır.

Alınan nəticələr əsasında bu sahədə işləyən nəzəriyyəçilər gələcəkdə laylı və zəncirvari quruluşda kristallaşan birləşmələrdə atomlararası qarşılıqlı əlaqə qüvvəsi və qarşılıqlı əlaqə potensial enerjisinin məsafədən asılılığını müəyyən edən daha dəqiq nəzəri model yarada bilərlər. Beləliklə bu tip birləşmələrdə kristallik qəfəsdə atomların rəqs spektrini qurub araşdırmaq imkanı yaranmış olur.

ƏDƏBİYYAT

1. Ансельем А. И. Введение в теорию полупроводников. М.-Л.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1962, 418 с.
2. Алиев Н.Г., Керимов И.Г., Курбанов М.М., Мамедов Т.А. Дилатометр с фотоэлектрической регистрацией. Материалы I всесоюзного совещания. М.: 1972, с. 163.
3. Алиев Н.Г., Керимов И.Г., Курбанов М.М., 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.
4. Əsgərov В.М. Termodinamika və statistik fizika. Bakı: Bakı Dövlət Universiteti, 2005, s. 71.
5. Курбанов М.М., Годжаев М.М., Мамедов С.Д., Магераммов А.Б., Мамедов Е.Г. Корреляция между тепловым расширением, изотермической сжимаемостью и фотопроводимостью в твердых растворах $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ ($x=0,1; 0,2$) Изв. РАН «Неорганические материалы» Том 48, №7. М: 2012, с. 1-3.
6. Qurbanov M.M., Məmmədov S.C., Dəmirov A.H., Rzayeva A.S. GaS, GaSe və GaTe kristallarında atomların rəqsinin qeyri-harmoniklik dərəcəsi opto, nanoelektronika, kondensə olunmuş mühit və yüksək enerjilər fizikası // Beynəlxalq konfransının materialları, 25-26 dekabr. Bakı: Bakı Dövlət Universiteti, 2015, s. 161 -163.

РЕЗЮМЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ГАРМОНИЧНОСТИ И АНГАРМОНИЧНОСТИ КОЛЕБАНИЙ АТОМОВ В МОНОКРИСТАЛЛАХ GaS, GaSe, GaTe НА ОСНОВЕ ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ

Гурбанов М.М., Мамедов С.Д.

Ключевые слова: монокристалл, коэффициент теплового расширения, степень гармоничности, степень ангармоничности.

В статье приводятся результаты вычислений степени гармоничности и ангармоничности колебаний атомов в кристаллической решетке монокристаллов GaS, GaSe, GaTe на основе экспериментальных значений коэффициента теплового расширения.

SUMMARY

DETERMINATION OF THE DEGREE OF HARMONY AND ANHARMONICITY OF ATOMIC VIBRATIONS IN GaS, GaSe, GaTe SINGLE CRYSTALS BASED ON THE VALUES OF THERMAL EXPANSION COEFFICIENT

Gurbanov M.M., Mamedov S.D.

Keywords: single crystal, thermal expansion coefficient, degree of harmony, degree of anharmonicity.

The article presents the results of calculations of degree of harmony and anharmonicity of vibrations of the atoms in the crystal lattice of GaS, GaSe, GaTe single crystals based on the experimental values of thermal expansion coefficient.

Daxil olma tarixi: İlkin variant 29.01.2016
Son variant 14.12.2016

УДК 539.374

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛОСКИХ ВОЛН В ТРЕХСЛОЙНЫХ СРЕДАХ

¹ГУРБАНОВ НАБИ ТАПДЫГ оглы²РЗАЕВА ВЕФА ГЮЛАГА гызы*Сумгаитский государственный университет, 1-dosent, 2-ass.*

Ключевые слова: скачки, вязкоупругость, амплитуда, фронт волны, изображение, оригинал, динамическое соответствие.

Одной из основных задач расчета напряженно-деформированного состояния при движении грунтового массива во время землетрясений является построение подходящих математических моделей, описывающих его характеристики с учетом реальных механических свойств.

Обычно при решении таких задач неоднородные среды принимаются как однородные, механические характеристики которой выражаются через характеристики основных частей материала [1,4].

С помощью отмеченного метода можно добиться хороших результатов для статистических задач.

Однако для динамических задач его применимость не очевидна. Во многих нестационарных задачах динамики необходимо знать дисперсионные характеристики свободных гармонических волн.

При приближении неоднородной среды к однородной, фазовые скорости оказываются постоянными и дисперсии исключаются [3, 4].

В данной статье исследуется аналогичная задача для слоистых пористых сред.

Пусть в прямоугольных декартовых координатах $oxyz$ первое полупространство занимает область $x < 0, -\infty < y < +\infty, -\infty < z < +\infty$, слой занимает область $0 < x < h, -\infty < y < +\infty, -\infty < z < +\infty$, а второе полупространство занимает область $x > h, -\infty < y < +\infty, -\infty < z < +\infty$. Предположим, что из бесконечности в среде вдоль оси ox распространяется нестационарная плоская волна, которая при $t = 0$ падает на грань слоя $x = 0$. Определим полное волновое поле в полупространствах для всех моментов времени $t > 0$.

Если влиянием массовых сил пренебречь, то задача сводится к решению системы дифференциальных уравнений в частных производных:

$$a_i^2 \cdot \frac{\partial^2 u_i(x,t)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 u_i(x,t)}{\partial t^2} \quad (1)$$

где $u_i(x,t)$ - смещение в направлении оси ox ,

α_i - скорости упругих волн, λ_i и μ_i параметры Ламе,

ρ_i - плотность материала.

$$\alpha_i = \frac{a_i^2}{\sqrt{\lambda_i + 2\mu_i \rho_i}}$$

Граничные и контактные условия принимаем в виде:

$$u_1(x,t) = u_2(x,t), \quad \rho_1 a_1^2 \frac{\partial u_1(x,t)}{\partial x} = \rho_2 a_2^2 \frac{\partial u_2(x,t)}{\partial x} \quad \text{при } x = 0, \quad t \geq 0 \quad (2)$$

$$u_2(x,t) = u_3(x,t), \quad \rho_2 a_2^2 \frac{\partial u_2(x,t)}{\partial x} = \rho_3 a_3^2 \frac{\partial u_3(x,t)}{\partial x} \quad \text{при } x = h, \quad t \geq 0.$$

Начальные условия нулевые:

$$\begin{aligned} u_1(x,t) &= \frac{\partial u_1(x,t)}{\partial t} = 0. \\ u_2(x,t) &= \frac{\partial u_2(x,t)}{\partial t} = 0 \quad \text{при } t \leq 0 \\ u_3(x,t) &= \frac{\partial u_3(x,t)}{\partial t} = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Падающую волну определим в виде:

$$u(x,t) = u_0 H(a_1 t - x)$$

где $u_0 = const$, $H(t)$ - единичная функция Хевисайда.

Применяя преобразование Лапласа по времени t к системе (1)- (2), получаем [3,5] решения для каждого полупространства и слоя в виде:

$$\begin{aligned} \bar{u}_1(x,p) &= c_1 e^{\frac{p-x}{a_1}} + c e^{-\frac{p-x}{a_1}} \\ \bar{u}_2(x,p) &= c_2 e^{\frac{p-x}{a_2}} + c_3 e^{-\frac{p-x}{a_2}} \\ \bar{u}_3(x,p) &= c_4 e^{-\frac{p-x}{a_3}} \end{aligned} \quad (4)$$

где c_k ($k=1,2,3,4$) произвольные постоянные интегрирования, определяемые из граничных условий, которые в изображениях Лапласа имеют вид:

$$\begin{aligned} \bar{u}_1(x,\bar{p}) &= \frac{u_0}{2} \\ \bar{u}_1(x,p) = \bar{u}_2(x,p), \quad \rho_1 a_1^2 \frac{\partial \bar{u}_1(x,p)}{\partial x} &= \rho_2 a_2^2 \frac{\partial \bar{u}_2(x,p)}{\partial x} \quad \text{при } x = 0 \\ \bar{u}_2(x,p) = \bar{u}_3(x,p), \quad \rho_2 a_2^2 \frac{\partial \bar{u}_2(x,p)}{\partial x} &= \rho_3 a_3^2 \frac{\partial \bar{u}_3(x,p)}{\partial x} \quad \text{при } x = u \\ \bar{u}_3(x,p) &\rightarrow 0 \quad \text{при } x \rightarrow \infty. \end{aligned} \quad (5)$$

Из этих условий находим неизвестные коэффициенты в следующем виде:

$$\begin{aligned} c &= \frac{u_0}{p} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n e^{-\frac{2p\ell(n+1)}{a_1}} \theta^n \\ c_1 &= \frac{u_0}{p} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \theta^{n+1} e^{-\frac{2p\ell(n+1)}{a_1}} \\ c_2 &= \frac{u_0}{p} \frac{1-m_2}{1+m_1 m_2} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \theta^n e^{-\frac{2p\ell(n+1)}{a_1}} \\ c_3 &= \frac{u_0}{p} \frac{1+m_2}{1+m_1 m_2} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \theta^n e^{-\frac{2p\ell(n+1)}{a_1}} \\ c_4 &= \frac{u_0}{p} \frac{2}{1+m_1 m_2} e^{p h \left(\frac{1}{a_3} + \frac{1}{a_2} \right)} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \theta^n e^{-\frac{2p\ell(n+1)}{a_1}}. \end{aligned}$$

Учитывая эти значения коэффициентов в решении (4), получаем изображение решений в виде:

$$\begin{aligned}\bar{u}_1(x, p) &= \frac{u_0}{p} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \theta^n \left\{ e^{-\frac{p}{a_1}[2\ell(n+1)-x]} + \theta e^{-\frac{p}{a_1}[2\ell(n+1)+x]} \right\}. \quad (6) \\ \bar{u}_2(x, p) &= \frac{u_0}{p} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \theta^n \left\{ \frac{1-m_2}{1+m_1m_2} e^{-\frac{p}{a_1}\left[\frac{2\ell(n+1)a_2}{a_1}-x\right]} + \frac{1+m_2}{1+m_1m_2} e^{-\frac{p}{a_2}\left[\frac{2\ell(n+1)a_2}{a_1}+x\right]} \right\}, \\ \bar{u}_3(x, p) &= \frac{u_0}{p} \frac{2}{1+m_1m_2} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \theta^n e^{-\frac{p}{a_3}\left[h\left(1+\frac{a_3}{a_2}\right)+\frac{2\ell(n+1)a_3}{a_1}+x\right]}.\end{aligned}$$

Отсюда находим оригиналы этих решений.

$$\begin{aligned}u_1(x, t) &= u_0 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \theta^n [H(t - \alpha_{1n}) + \theta H(t - \alpha_{2n})] \\ u_2(x, t) &= u_0 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \theta^n \left[\frac{1-m_2}{1+m_1m_2} H(t - \beta_{1n}) + \frac{1+m_2}{1+m_1m_2} H(t - \beta_{2n}) \right] \quad (7) \\ u_3(x, t) &= \frac{2u_0}{1+m_1m_2} \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \theta^n H(t - \gamma_n)\end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned}\alpha_{1n} &= \frac{2\ell(n+1) - x}{a_1} \\ \alpha_{2n} &= \frac{2\ell(n+1) + x}{a_1} \\ \beta_{1n} &= \frac{2\ell(n+1)}{a_1} - \frac{x}{a_2} \\ \beta_{2n} &= \frac{2\ell(n+1)}{a_1} + \frac{x}{a_2} \\ \gamma_n &= h\left(\frac{1}{a_3} + \frac{1}{a_2}\right) + \frac{2\ell(n+1)}{a_1} + \frac{x}{a_3} \\ \theta &= \frac{1-m_1m_2}{1+m_1m_2}; \quad m_1 = \frac{\rho_2 a_2}{\rho_1 a_1} \\ m_2 &= \frac{\rho_3 a_3}{\rho_2 a_2}.\end{aligned}$$

$H(t)$ единичная функция Хевисайда.

Для определения параметров среды с учетом вязкоупругих свойств, рассмотрим функцию комплексной податливости, которую для вязкоупругих моделей довольно широкого класса можно представить в виде

$$\bar{I}(p) = \frac{A_m p^m + A_{m-1} p^{m-1} + \dots + A_1 p + A_0}{B_m p^m + B_{m-1} p^{m-1} + \dots + B_1 p + B_0} \quad (8)$$

При этом задача решается на основе принципа динамического соответствия, сформулированного в работах [3,4]. Согласно этому принципу, в решениях (6) $a_i (i=1,2,3)$ заменяются на $\bar{a}_i(p) = [\rho_i \bar{I}(p)]^{1/2}$, где $\bar{I}(p)$ - означает комплексную податливость вязкого материала среды.

Для анализа решения рассмотрены различные случаи и показано отражение волновых фронтов от границы слоя. Получено, что скачки соответствуют приходу многократно отраженных от границы слоя плоских волн, а амплитуды скачков уменьшаются с течением времени. Влияние вязких свойств среды появляется в быстром уменьшении амплитуды последовательных отражений волны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршинов Г.А. Размеры подземных полостей и их устойчивость в вязкоупругих горных породах. Труды Куб ГАУ, 2004, с.12-16.
2. Бабаев А.Э. Нестационарные волны в сплошных средах с системой отражающих поверхностей. Киев: Наукова думка, 1990, 176 с.
3. Гасанов А.Б. Реакция механических систем на нестационарные внешние воздействия. Баку: Элм, 2004, 240 с.
4. Николаевский В.Н. Механика насыщенных пористых сред. М.: Недра, 1970, 355 с.
5. Курбанов Н.Т., Юсифли В.Н. Распространение нестационарных продольных волн в вязкоупругом двухслойном полупространстве. Научный журнал. Куб ГАУ, №101 (07), 2014, с.1-14.

XÜLASƏ

ÜÇLAYLI MÜHİTDƏ MÜSTƏVİ DALĞALARIN YAYILMASININ ARAŞDIRILMASI

Qurbanov N.T, Rayeva V.G.

Açar sözlər: sıçrayış, özlüelastik, amplitud, dalğa cəbhəsi, surət, orijinal, dinamik uyğunluq

Məqalədə üçlaylı müxtəlif mühitlərdə birölçülü dalğaların yayılması məsələsi Laplasın birtərəfli integral çevirməsi vasitəsi ilə həll edilir və alınmış həll xüsusi hallarda araşdırılır.

SUMMARY

STUDY PLANE WAVE PROPAGATION IN THREE-LAYER MEDIUM

Qurbanov N.T, Rayeva V.G.

Keywords: splash, viscoelasticity, amplitude, wave front, image, original, dynamic mapping.

The paper solves the problem of propagation of plane waves in one-dimensional three-layer different media by one-sided Laplace transform and analyze the resulting solution for some particular cases.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	13.07.2016
	Son variant	14.12.2016

УДК 517.97

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА НАХОЖДЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА УРАВНЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ СТРУНЫ

КУЛИЕВ ГАМЛЕТ ФАРМАН оглы

Бакинский государственный университет, профессор

НАСИБЗАДЕ ВУСАЛА НАЗИМ кызы

Сумгаитский государственный университет, докторант

e-mail: nasibzade87@mail.ru, hkuliyev@rambler.ru

Ключевые слова: обратная задача, коэффициент уравнения колебаний, минимизация функционала, условие оптимальности.

В работе рассматривается обратная задача нахождения старшего коэффициента уравнения колебаний струны. Эта задача сводится к задаче минимизации функционала, построенного с помощью дополнительной информации. Доказывается теорема существования и единственности оптимального управления, выводится необходимое условие оптимальности в новой задаче.

Введение. Обратные задачи для уравнений с частными производными всегда привлекают внимание специалистов, в связи с их прикладной и теоретической значимостью [1,2,3]. Среди обратных задач особую роль играют задачи определения коэффициентов уравнений. Свойства исследуемой среды (коэффициенты уравнений) часто являются неизвестными. Тогда возникают коэффициентные обратные задачи, в которых по дополнительным информациям о решении прямой задачи требуется определить коэффициенты уравнений [2,3].

1. Постановка задачи.

В области $Q_T = \{(x,t) \mid 0 < x < \ell, 0 < t < T\}$ рассматривается краевая задача

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial}{\partial x} \left(v(x,t) \frac{\partial u}{\partial x} \right) = f(x,t), (x,t) \in Q_T, \quad (1)$$

$$u(x,0) = u_0(x), \frac{\partial u}{\partial t}(x,0) = u_1(x), 0 \leq x \leq \ell, \quad (2)$$

$$u(0,t) = 0, u(\ell,t) = 0, 0 \leq t \leq T. \quad (3)$$

Обычно под прямой задачей понимают нахождение решения $u(x,t)$ задачи (1)-(3) по заданным функциям $v(x,t), f(x,t), u_0(x), u_1(x)$.

Однако, не всегда данные задачи заранее определены. Чаще возникает ситуация, когда они подлежат определению по некоторой дополнительной информации. Такие задачи называются обратными задачами [1,2].

В настоящей работе рассматривается коэффициентная обратная задача в следующей постановке: по известным функциям $f(x,t), u_0(x), u_1(x)$ найти пару функций $\{u(x,t), v(x,t)\}$ так, чтобы выполнялось дополнительное условие

$$u(d(t),t) = p(t), t \in (0,T), 0 < d(t) < \ell, \quad (4)$$

где $d(t), p(t)$ – некоторые известные функции.

Пусть $f \in L_2(Q_T), u_0 \in W_2^1(0, \ell), u_1 \in L_2(0, \ell), p \in W_2^1(0, T)$ – заданные функции, $x = d(t)$ – заданная кусочно-гладкая функция в $(0, T)$.

Функция $v(x, t)$ ищется из класса

$$V_d = \left\{ v = v(x, t) \in W_\infty^1(Q_T) \mid 0 < v \leq v(x, t) \leq \mu, \left| \frac{\partial v(x, t)}{\partial x} \right| \leq M, \left| \frac{\partial v(x, t)}{\partial t} \right| \leq M \text{ почти всюду на } Q_T \right\},$$

где v, μ, M – заданные числа.

Рассматриваемую задачу приведем к следующей задаче оптимального управления: требуется в классе V_d минимизировать функционал

$$J(v) = \frac{1}{2} \int_0^T [u(d(t), t; v) - p(t)]^2 dt, \quad (5)$$

где $u(x, t; v)$ – решение задачи (1)-(3), соответствующее коэффициенту $v(x, t)$.

Функцию $v(x, t)$ назовем управлением, а класс V_d классом допустимых управлений. Если мы найдем допустимое управление, которое доставляет функционалу (5) нулевое значение, тогда дополнительное условие (4) выполняется.

Теперь вместо задачи (1)-(3), (5) рассмотрим следующую задачу – минимизировать функционал

$$J_\alpha(v) = J(v) + \frac{\alpha}{2} \|v - \omega\|_{W_2^1(Q_T)}^2 \quad (6)$$

на множество V_d при ограничениях (1)-(3), где $\omega(x, t) \in W_2^1(Q_T)$ – заданная функция, $\alpha > 0$ – заданное число. Эту задачу будем называть задачей (1)-(3), (6).

2. О решениях задачи (1)-(3) и сопряженной задачи.

Под обобщенным решением из $W_2^1(Q_T)$ краевой задачи (1)-(3) при каждом допустимом управлении $v \in V_d$, будем понимать функцию $u = u(x, t; v)$ из $W_{2,0}^1(Q_T)$, равную $u_0(x)$ при $t = 0$ и удовлетворяющую интегральному тождеству

$$\iint_{Q_T} \left(-\frac{\partial u}{\partial t} \frac{\partial \eta}{\partial t} + v \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial \eta}{\partial x} \right) dx dt - \int_0^\ell u_1(x) \eta(x, 0) dx = \iint_{Q_T} f \eta dx dt, \quad (7)$$

при всех $\eta = \eta(x, t)$ из $W_{2,0}^1(Q_T)$, равных нулю при $t = T$.

Из результатов работы [4, с.209-215] следует, что при принятых выше условиях краевая задача (1)-(3) при каждом фиксированном $v \in V_d$ имеет единственное обобщенное решение из $W_2^1(Q_T)$ и справедлива оценка

$$\|u\|_{W_2^1(Q_T)} \leq c \left[\|u_0\|_{W_2^1(0, \ell)} + \|u_1\|_{L_2(0, \ell)} + \|f\|_{L_2(Q_T)} \right] \quad (8)$$

Пусть $\psi = \psi(x, t; v)$ – обобщенное решение из $W_2^1(Q_T)$ сопряженной задачи

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} - \frac{\partial}{\partial x} \left(v \frac{\partial \psi}{\partial x} \right) = 0, \quad (x, t) \in Q_T, \quad (9)$$

$$\text{Обратная задача нахождения коэффициента уравнения колебаний струны} \quad (10)$$

$$\psi(x, T) = 0, \quad \frac{\partial \psi}{\partial t}(x, T) = 0, \quad \psi(0, t) = \psi(\ell, t) = 0,$$

$$[\psi]_{\Gamma} = 0, \quad \left[v \frac{\partial \psi}{\partial x} \right]_{\Gamma} = (u(d(t), t; v) - p(t)), \quad (11)$$

где Γ – линия $x = d(t)$, $t \in (0, T)$, которая разделяет Q_T на две области Q_1, Q_2 , символ $[\psi]_{\Gamma}$ означает разность между предельными значениями $\psi(x, t)$ в смысле L_2 на Γ (т.е. разность между следами) вычисленными при подходе к Γ со стороны области Q_1 и области Q_2 [4, с.264]. Отметим, что условия (11) называются условиями сопряжения.

Пусть в каждой из областей Q_i , $i = 1, 2$, на которые линия Γ разбивает область Q_T ,

$$\left| \frac{\partial^2 v(x, t)}{\partial t^2} \right| \leq M_1, \quad \frac{\partial f}{\partial t} \in L_2(Q_i), i = 1, 2, \text{ и } u_0 \in W_2^2(0, \ell) \cap W_2^1(0, \ell), u_1 \in W_2^1(0, \ell),$$

где M_1 – заданное число.

Тогда из результатов работы [4, с.216-218] следует, что $u, \psi \in W_2^2(Q_i)$, $i = 1, 2$. Отсюда и из теоремы вложения следует, что не только $u(x, t), \psi(x, t)$, но их первые производные имеют следы на Γ (эти следы суть элементы $L_2(\Gamma)$), понимаемые как пределы со стороны Q_1 и Q_2 . Следы функций $u(x, t), \psi(x, t)$ на Γ , вычисленные как предельные значения $u(x, t), \psi(x, t)$ со стороны области Q_1 и Q_2 , совпадают друг с другом (как элементы $L_2(\Gamma)$) в силу принадлежности u, ψ к $W_{2,0}^1(Q_T)$. Следы же первых производных терпят, вообще говоря, скачок при переходе через Γ (см. [4], с.264-265).

Под обобщенным решением из $W_2^1(Q_T)$ краевой задачи (9)-(11) при заданном $v \in V_d$, будем понимать функцию $\psi = \psi(x, t; v)$ из $W_{2,0}^1(Q_T)$, равную нулю при $t = T$ и удовлетворяющую интегральному тождеству

$$\int_{Q_T} \left[-\frac{\partial \psi}{\partial t} \frac{\partial g}{\partial t} + v \frac{\partial \psi}{\partial x} \frac{\partial g}{\partial x} \right] dx dt - \int_0^T [u(d(t), t; v) - p(t)] g(d(t), t) dt = 0, \quad (12)$$

при всех $g = g(x, t) \in W_{2,0}^1(Q_T)$, равных нулю при $t = 0$.

Теорема 1. Краевая задача (9)-(11) при каждом управлении $v \in V_d$ имеет единственное обобщенное решение из $W_{2,0}^1(Q_T)$.

Доказательство. Воспользуемся методом Фаето-Галеркина. За базис $\{\varphi_k(x)\}$ в

$W_2^1(0, \ell)$ берем $\left\{ \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin \frac{\pi k}{\ell} x \right\}_{k=1}^{\infty}$. Приближенное решение $\psi^N(x, t)$ задачи (9)-(11) ищем в

виде $\psi^N(x, t) = \sum_{k=1}^N C_k^N(t) \varphi_k(x)$ из соотношений

$$\int_0^{\ell} \frac{\partial^2 \psi^N}{\partial t^2} \varphi_m dx + \int_0^{\ell} \frac{\partial \psi^N}{\partial x} \frac{d\varphi_m}{dx} dx = [u(d(t), t; v) - p(t)] \times \varphi_m(d(t)), m = 1, \dots, N, \quad (13)$$

$$C_k^N(T) = 0, \quad \frac{dC_k^N(t)}{dt} \Big|_{t=T} = 0. \quad (14)$$

Равенства (13) являются системой линейных обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка по t для неизвестных $C_k^N(t)$, $k=1, \dots, N$, разрешенной относительно $\frac{d^2 C_k^N(t)}{dt^2}$, а свободные члены $[u(d(t), t; v) - p(t)]\varphi_m(d(t)) \in L_2(0, T)$.

Эта система однозначно разрешима при начальных данных (14), причем $\frac{d^2 C_k^N(t)}{dt^2} \in L_2(0, T)$. Умножая каждое из равенств (13) на свое $\frac{d C_m^N(t)}{dt}$ и суммируя по m от 1 до N , придем к равенству

$$\int_0^\ell \frac{\partial^2 \psi^N}{\partial t^2} \frac{\partial \psi^N}{\partial t} dx + \int_0^\ell \frac{\partial \psi^N}{\partial x} \frac{\partial^2 \psi^N}{\partial t \partial x} dx = [u(d(t), t; v) - p(t)] \frac{\partial \psi^N(d(t), t)}{\partial t}$$

или

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \int_0^\ell \left[\left(\frac{\partial \psi^N}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial \psi^N}{\partial x} \right)^2 \right] dx = [u(d(t), t; v) - p(t)] \frac{\partial \psi^N(d(t), t)}{\partial t}.$$

Отсюда интегрируя по t от t до T в силу условий (14) получим:

$$\int_0^\ell \left[\left(\frac{\partial \psi^N(x, t)}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial \psi^N(x, t)}{\partial x} \right)^2 \right] dx = -2 \int_t^T [u(d(s), s; v) - p(s)] \frac{\partial \psi^N(d(s), s)}{\partial t} ds.$$

Последовательно решая систему обыкновенных дифференциальных уравнений (13) относительно функций $C_1^N(t), \dots, C_N^N(t)$ при условиях (14), и воспользовавшись некоторыми известными свойствами тригонометрических функций получаем, что $\left| \frac{\partial \psi^N(d(t), t)}{\partial t} \right| \leq c$ равномерно по N и $t \in [0, T]$, где $c > 0$ – некоторая постоянная. Здесь и в дальнейшем через c будем обозначать различные постоянные, не зависящие от оцениваемых величин и от допустимых управлений.

Поэтому существует постоянная c такая, что

$$\left| \frac{\partial \psi^N(d(t), t)}{\partial t} \right|^2 \leq c \int_0^\ell \left| \frac{\partial \psi^N(x, t)}{\partial t} \right|^2 dx.$$

Тогда ясно, что

$$\begin{aligned} \int_0^\ell \left[\left(\frac{\partial \psi^N}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial \psi^N}{\partial x} \right)^2 \right] dx &\leq \int_t^T [u(d(s), s; v) - p(s)]^2 ds + \\ &+ c \int_t^T \int_0^\ell \left[|\psi^N(x, s)|^2 + \left| \frac{\partial \psi^N(x, s)}{\partial t} \right|^2 + \left| \frac{\partial \psi^N(x, s)}{\partial x} \right|^2 \right] dx ds. \end{aligned}$$

В силу эквивалентности норм в $W_2^1(0, \ell)$ получим:

$$\begin{aligned} \int_0^\ell \left[|\psi^N|^2 + \left| \frac{\partial \psi^N}{\partial t} \right|^2 + \left| \frac{\partial \psi^N}{\partial x} \right|^2 \right] dx &\leq c \int_0^T [u(d(t), t; v) - p(t)]^2 dt + \\ &+ c \int_t^T \int_0^\ell \left[|\psi^N|^2 + \left| \frac{\partial \psi^N}{\partial t} \right|^2 + \left| \frac{\partial \psi^N}{\partial x} \right|^2 \right] dx ds. \end{aligned}$$

Отсюда применяя лемму Гронуолла имеем:

$$\int_0^\ell \left[\left| \psi^N(x,t) \right|^2 + \left| \frac{\partial \psi^N(x,t)}{\partial t} \right|^2 + \left| \frac{\partial \psi^N(x,t)}{\partial x} \right|^2 \right] dx \leq c \int_0^T [u(d(s),s;v) - p(s)]^2 ds, \forall t \in [0,T]$$

или

$$\|\psi^N\|_{W_2^1(Q_T)}^2 \leq c \int_0^T [u(d(t),t;v) - p(t)]^2 dt. \quad (15)$$

Благодаря (15) из последовательности $\{\psi^N(x,t)\}, N=1,2,\dots$, можно выбрать подпоследовательность (за который мы сохраним то же обозначение), сходящуюся слабо в $W_2^1(Q_T)$ и равномерно по $t \in [0,T]$ в норме $L_2(0,\ell)$ к некоторому элементу. После этого поступая как в [4,с.214-215] получаем, что слабый предел $\psi(x,t)$ последовательности $\{\psi^N(x,t)\}$ при $N \rightarrow \infty$ в $W_2^1(Q)$ является обобщенным решением задачи (9)-(11). Единственность решения задачи (9)-(11) доказывается как в [4,с.210-213]. Теорема 1 доказана.

Отметим, что в силу слабой полунепрерывности снизу нормы в гильбертовом пространстве для предельной функции $\psi(x,t)$ имеет место неравенство

$$\|\psi\|_{W_2^1(Q_T)}^2 \leq c \int_0^T [u(d(t),t;v) - p(t)]^2 dt.$$

Учитывая здесь оценку (8) и ограниченность вложения $W_2^1(Q_T) \rightarrow L_2(\Gamma)$ [4,с.73-74] получим

$$\|\psi\|_{W_2^1(Q_T)} \leq c \left[\|u_0\|_{W_2^1(0,\ell)} + \|u_1\|_{L_2(0,\ell)} + \|f\|_{L_2(Q_T)} + \|p\|_{L_2(0,T)} \right] \quad (16)$$

3. Вопрос существования решения задачи (1)-(3), (6).

Пусть обобщенные решения задач (1)-(3) и (9)-(11) имеют производные $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} \in L_2(Q_T)$.

Теорема 2. Пусть выполнены выше предполагаемые условия на данные задачи. Тогда существует плотное подмножество G пространства $W_2^1(Q_T)$ такое, что для любого $\omega \in G$ задача (1)-(3),(6) имеет единственное решение.

Доказательство. Пусть $\delta v \in W_\infty^1(Q_T)$ приращение управления на элементе $v \in V_d$ такое, что $v + \delta v \in V_d$. Обозначим $\delta u(x,t) \equiv u(x,t;v + \delta v) - u(x,t;v)$. Ясно, что функция $\delta u(x,t)$ является обобщенным решением из $W_2^1(Q_T)$ краевой задачи

$$\frac{\partial^2 \delta u}{\partial t^2} - \frac{\partial}{\partial x} \left((v + \delta v) \frac{\partial \delta u}{\partial x} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\delta v \frac{\partial u}{\partial x} \right), (x,t) \in Q_T, \quad (17)$$

$$\delta u|_{t=0} = 0, \frac{\partial \delta u}{\partial t}|_{t=0} = 0, 0 \leq x \leq \ell, \delta u(0,t) = \delta u(\ell,t) = 0, 0 \leq t \leq T. \quad (18)$$

Обобщенное решение из $W_2^1(Q_T)$ задачи (17), (18) равно нулю при $t = 0$ и удовлетворяет тождеству

$$\int_{Q_T} \left[\frac{\partial \delta u}{\partial t} \frac{\partial \eta}{\partial t} - (v + \delta v) \frac{\partial \delta u}{\partial x} \frac{\partial \eta}{\partial x} \right] dx dt = \int_{Q_T} \delta v \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial \eta}{\partial x} dx dt, \quad (19)$$

при всех $\eta = \eta(x,t) \in W_{2,0}^1(Q_T)$, равных нулю при $t = T$.

Докажем, что для решения задачи (17), (18) справедлива оценка

$$\|\delta u\|_{W_2^1(Q_T)} \leq c \|\delta v\|_{W_2^1(Q_T)}. \quad (20)$$

В самом деле, при сделанных выше предположениях для решения задачи (17),(18) справедлива оценка [4,с.215]

$$\|\delta u\|_{W_2^1(Q_T)} \leq c \|\delta v\|_{L_\infty(Q_T)} \left\| \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right\|_{L_2(Q_T)} + \left\| \frac{\partial \delta v}{\partial x} \right\|_{L_\infty(Q_T)} \left\| \frac{\partial u}{\partial x} \right\|_{L_2(Q_T)}.$$

Учитывая здесь условие $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \in L_2(Q_T)$, оценку (8) и того, что $|\delta v(x,t)| \leq c, \left| \frac{\partial \delta v(x,t)}{\partial x} \right| \leq c, \left| \frac{\partial \delta v(x,t)}{\partial t} \right| \leq c$, имеем справедливость оценки (20). Приращение функционала (5) представимо в виде

$$\Delta J(v) = J(v + \delta v) - J(v) = \int_0^T [u(d(t), t; v) - \varphi(t)] \delta u(d(t), t) dt + \frac{1}{2} \int_0^T |\delta u(d(t), t)|^2 dt.$$

Отсюда и из оценки (20) следует непрерывность функционала $J(v)$ по норме пространства $W_2^1(Q_T)$ на множестве V_d .

Таким образом, функционал $J(v)$ непрерывен и ограничен снизу на V_d . Множество V_d замкнуто и ограничено в равномерно выпуклом банаховом пространстве $W_2^1(Q_T)$. Тогда утверждение теоремы 2 следует из следующей известной леммы [5].

Лемма. Пусть B – равномерно выпуклое банахово пространство, V – замкнутое и ограниченное множество из B , $J: V \rightarrow R$ ограниченный снизу и полунепрерывный снизу функционал.

Тогда существует плотное подмножество B_0 пространства B такое, что для любого $\omega \in B_0$ при $r > 1, \alpha > 0$ функционал $I(v) = J(v) + \alpha \|v - \omega\|_B^r$ достигает нижней грани на V в единственном элементе $v_* \in V$.

4. Дифференцируемость функционала (6) и необходимое условие оптимальности. Теперь исследуем дифференцируемость по Фреше функционала (6) и установим необходимое условие оптимальности в задаче (1)-(3),(6).

Теорема 3. Пусть выполнены предполагаемые выше условия на данные задачи (1)-(3),(6). Тогда функционал (6) непрерывно дифференцируем по Фреше на V_d и его дифференциал в точке $v \in V_d$ при приращении $\delta v \in W_\infty^1(Q_T)$ определяется выражением

$$\langle J'_\alpha(v), \delta v \rangle = \int_{Q_T} \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial \psi}{\partial x} \delta v dx dt + \alpha \langle v - \omega, \delta v \rangle_{W_2^1(Q_T)}, \quad (21)$$

где $\langle v - \omega, \delta v \rangle_{W_2^1(Q_T)}$ – скалярное произведение в $W_2^1(Q_T)$.

Доказательство. Рассмотрим приращение функционала (6).

$$\begin{aligned} \Delta J_\alpha(v) &= J_\alpha(v + \delta v) - J_\alpha(v) = \int_0^T [u(d(t), t; v) - \varphi(t)] \delta u(d(t), t) dt + \\ &+ \frac{1}{2} \int_0^T |\delta u(d(t), t)|^2 dt + \alpha \langle v - \omega, \delta v \rangle_{W_2^1(Q_T)} + \frac{\alpha}{2} \|\delta v\|_{W_2^1(Q_T)}^2. \end{aligned} \quad (22)$$

Если в (19) положим $\eta = \psi(x, t; v)$, в (12) положим $g = \delta u(x, t)$ и сложим полученные соотношения, то имеем

$$\int_0^T [u(d(t), t; v) - \varphi(t)] \delta u(d(t), t) dt = \int_{Q_T} \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial \psi}{\partial x} \delta v dx dt + \int_{Q_T} \frac{\partial \psi}{\partial x} \frac{\partial \delta u}{\partial x} \delta v dx dt.$$

Учитывая это равенство в (22), получим

$$\Delta J_\alpha(v) = \int_{Q_T} \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial \psi}{\partial x} \delta v dx dt + \alpha \langle v - \omega, \delta v \rangle_{W_2^1(Q_T)} + R, \quad (23)$$

где

$$R = \frac{1}{2} \int_0^T \|\delta u(d(t), t)\|^2 dt + \frac{\alpha}{2} \|\delta v\|_{W_2^1(Q_T)}^2 + \int_{Q_T} \frac{\partial \psi}{\partial x} \frac{\partial \delta u}{\partial x} \delta v dx dt. \quad (24)$$

Ясно, что сумма первого и второго слагаемых в правой части (23), т.е. выражение (21) при заданном $v \in V_d$ определяет линейный функционал от δv на $W_\infty^1(Q_T)$.

Кроме того

$$\left| - \int_{Q_T} \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial \psi}{\partial x} \delta v dx dt + \alpha \langle v - \omega, \delta v \rangle_{W_2^1(Q_T)} \right| \leq c \left[\|u\|_{W_2^1(Q_T)} \|\psi\|_{W_2^1(Q_T)} + \alpha \|v - \omega\|_{W_2^1(Q_T)} \right] \|\delta v\|_{W_\infty^1(Q_T)}.$$

Учитывая здесь оценки (8),(16), получим ограниченность функционала (21) по δv на $W_\infty^1(Q_T)$.

Теперь проведем оценку остаточного члена R , входящего в (23). При сделанных выше предположениях для решения задачи (17),(18) справедлива оценка (20).

Используя (24), неравенство Коши-Буняковского, имеем

$$|R| \leq \frac{1}{2} \int_0^T \|\delta u(d(t), t)\|^2 dt + \frac{\alpha}{2} \|\delta v\|_{W_2^1(Q_T)}^2 + \left\| \frac{\partial \psi}{\partial x} \right\|_{L_2(Q_T)} \cdot \left\| \frac{\partial \delta u}{\partial x} \right\|_{L_2(Q_T)} \cdot \|\delta v\|_{W_\infty^1(Q_T)}.$$

Учитывая здесь ограниченность вложения $W_2^1(Q_T) \rightarrow L_2(\Gamma)$ и оценку (20), получим, что

$$|R| \leq c \|\delta u\|_{W_2^1(Q_T)}^2 + \frac{\alpha}{2} \|\delta v\|_{W_2^1(Q_T)}^2 + c \left\| \frac{\partial \psi}{\partial x} \right\|_{L_2(Q_T)} \|\delta u\|_{W_2^1(Q_T)} \|\delta v\|_{W_\infty^1(Q_T)} \leq c \|\delta v\|_{W_2^1(Q_T)}^2.$$

Тогда из (23) следует, что функционал (6) дифференцируем по Фреше на V_d и справедлива формула (21). Теорема 3 доказана.

Легко можно показать, что отображение $v \rightarrow J'(v)$, определяемое выражением (21), непрерывно действует из V_d в сопряженное к $W_\infty^1(Q_T)$ пространство $(W_\infty^1(Q_T))^*$.

Теорема 4. Пусть выполнены условия теоремы 3.

Тогда для оптимальности управления $v_* = v_*(x, t) \in V_d$ в задаче (1)-(3),(6) необходимо, чтобы выполнялось неравенство

$$\int_{Q_T} \frac{\partial u_*}{\partial x} \frac{\partial \psi_*}{\partial x} (v(x, t) - v_*(x, t)) dx dt + \alpha \langle v_* - \omega, v - v_* \rangle_{W_2^1(Q_T)} \geq 0, \quad (25)$$

для любого $v = v(x, t) \in V_d$, где $u_* = u_*(x, t) = u(x, t; v_*)$, $\psi_* = \psi_*(x, t) = \psi(x, t; v_*)$ – решения задач (1)-(3),(9)-(11) соответственно при $v = v_*$.

Доказательство. Множество V_d выпукло в $W_\infty^1(Q_T)$. Функционал (6) непрерывно дифференцируем по Фреше на V_d и его дифференциал в точке $v \in V_d$ определяется равенством (21). Тогда в силу теоремы 5 из [6, с.28] на элементе $v_* \in V_d$ необходимо выполнение неравенства $\langle J'(v_*), v - v_* \rangle \geq 0$ при всех $v \in V_d$. Отсюда и из (21) следует справедливость неравенства (25). Теорема 4 доказана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гласко В.Б. Обратные задачи математической физики, М.: МГУ, 1984.
2. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. Изд.2-е. Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2009, 458 с.
3. Кабанихин С.И., Исаков К.Т. Оптимизационные методы решения коэффициентных обратных задач. Новосибирск.: НГУ, 2001, 315 с.
4. Ладыженская О.А. Краевые задачи математической физики. М.: Наука, 1973, 405 с.
5. Goebel M. On existence of optimal control // Math. Nachr., 1979, v.93.,p.67-73.
6. Василев Ф.П. Методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1981, 400 с.
7. Лионс Ж.Л. Оптимальное управление системами, описываемыми уравнениями с частными производными. М.: Мир, 1972, 414 с.
8. Кабанихин С.И., Даирбаева Г. Обратная задача нахождения коэффициента уравнения теплопроводности. Международная конференция «Обратные некорректные задачи математической физики», посвященная 75-летию академика М.М.Лаврентьева, 20-25 августа 2007 г., Новосибирск, Россия.

XÜLASƏ

SİMİN RƏQSLƏRİ TƏNLIYİNİN ƏMSALININ TAPILMASININ TƏRS MƏSƏLƏSİ

Quliyev H.F., Nasibzade V.N.

Açar sözlər: tərs məsələ, rəqs tənliyinin əmsalı, funksionallığın minimallaşdırılması, optimallıq şərti.

Məqalədə simin rəqsləri tənliyinin əmsalının tapılmasının tərs məsələsinə baxılıb. Bu məsələ əlavə informasiyanın köməyiylə qurulmuş funksionalın minimallaşdırılması məsələsinə gətirilib. Optimal idarəedicinin varlığı isbat edilir, yeni məsələdə optimallığın zəruri şərti çıxarılıb.

SUMMARY

INVERSE PROBLEMS ON FINDING THE COEFFICIENT OF THE STRING VIBRATIONS A EQUATION

Quliyev H.F., Nasibzade V.N.

Keywords: inverse problem, the coefficient of the vibration equation, minimization of functional, optimality condition.

In the paper an inverse problem is considered to find the coefficient of the equation of string vibration. This problem is reduced to the problem of minimizing the functional, constructed using additional information. The theorem on the existence of the optimal control is proved and necessary condition for optimality is derived in the new problem.

Daxil olma tarixi: İlkin variant 25.05.2016
Son variant 14.12.2016

UOT 519.226 ; 517.977.58

ŞULS METODU İLƏ MÜXTƏLİF İSTİQAMƏTLƏR ÜÇÜN ŞƏHƏR HAVASININ OPTİK VƏZİYYƏTİNİN İNFORMATİVLİYİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

¹BİLALOV BİLAL TELMAN oğlu

²ZABİDOV ZAKİR CÜMŞÜD oğlu

AMEA Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu,

1- AMEA-nın müxbir üzvü, şöbə müdiri, 2- böyük elmi işçi

e-mail: zakir_zabidov@mail.ru, b_bilalov@mail.ru

Açar sözlər: entropiya, Şuls metodu, optik vəziyyət, alqoritm, evristika.

Şəhər havasının optik vəziyyətinin müxtəlif istiqamətlər üçün informativliyinin qiymətləndirilməsi aparılmışdır. Informativliyin qiymətləndirilməsi üçün Şuls metodundan istifadə etməklə hesablama alqoritmı işlənmişdir. Nümunə olaraq, Sumqayıt şəhər havasının informativliyinin təhlili aparılmışdır.

Giriş. Günəş işığının ölçülməsinə əsasən havanın optik vəziyyətinin araşdırılması eyni zamanda havada olan maddi zərrəciklərin - aerosol və qaz birləşmələrinin qatılığı və dəyişməsi ilə əlaqədardır. Qeyd edək ki, havanın optik vəziyyəti çoxsaylı təbii və güclü antropogen amillərinin qarşılıqlı təsiri nəticəsində formalaşır. Çirkləndirici maddələr ilkin (şəhərlərdə fəaliyyət göstərən sənaye və nəqliyyat vasitələrinin havaya buraxdığı tullantılar) və ikinci (atmosfer daxilində maddənin fəza dəyişənliyi nəticəsində əmələ gələn) çirklənmənin qarışığından ibarətdir. Səmanın parlaqlığının fəzada paylanması olduqca müxtəlif proseslərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində yaranır. Deməli səmanın parlaqlığı şəhər havasının optik halının cəm təsirini özündə cəmləşdirir. Aydındır ki, şəhər ərazisi tam əhatə olunmaqla optik müşahidələr hava hövzəsi haqda daha dolğun məlumat verir. Şəhər havasının optik vəziyyətinin informativliyinin qiymətləndirilməsi səmanın parlaqlığının fəzada paylanmasını özündə əks etdirdən ölçmə verilənlərindən istifadə etməklə aşağıdakı metodika əsasında mümkündür.

Metodik əsas və hesablama metodikası. Şəhər havasının optik vəziyyətinin informativliyinin qiymətləndirilməsi üçün ilk öncə hava çirklənməsinin fəza-zaman dəyişikliyi haqqında reprezentativ informasiyanın alınması səyyar vasitələrin köməyi ilə fototəsvir ölçmələri aparılır. Alınan nəticələr ilkin statistik məlumatlar çoxluğu əmələ gətirir. Hər hansı bir məlumatı əldə etmə prosesini siqnalların ötürülməsi nəticəsində, qeyri-müəyyənlik dəyişmələri kimi izah etmək olar. Əgər hər hansı bir təzahür bir vəziyyətdən (məsələn A vəziyyəti) digər vəziyyətə (B vəziyyətinə) keçirsə, onda $I(A,B)$ keçid informasiyası bu vəziyyətlərin qeyri-müəyyənliklərin fərqi kimi başa düşülür. Bu halda informasiyanın miqdarı müxtəlif vəziyyətlərdəki entropiya fərqləri kimi təyin olunur[2]:

$$I(A, B) = H(A) - H(B), \quad (1)$$

burada $H(A)$ və $H(B)$ uyğun olaraq təzahürün A və B vəziyyətlərinin entropiya qiymətləridir.

Şəhər havasının optik vəziyyətinin informativliyinin qiymətləndirilməsi aşağıdakı metodika əsasında mümkündür:

1. Şəhərin göy sferinin müxtəlif k sayda istiqamətlərində müxtəlif tarixlərdə fotoaparət vasitəsi ilə RGB formatında olan N seriyə fototəsvirlər toplanır;

2. RGB formatında olan fototəsvirlərdən R, G, B optik intervallarında olan monoxromatik R_k^n , G_k^n , B_k^n fototəsvirləri alınır;

3. Monoxromatik R_k^n , G_k^n , B_k^n fototəsvirləri veyvlet analiz metodu ilə küydən təmizlənir;

4. Alınan monoxromatik fototəsvirlərin entropiya qiymətləri hesablanır;

5.Entropiya qiymətlərindən istifadə edərək və Şulç metoduna əsasən k istiqamətləri arasında informativliyin qiymətləndirilməsi haqqında qərar qəbul edilir.

Şuls metodu 1997-ci ildə Markus Şuls tərəfindən işlənmiş səsvərmə sistemidir. Şuls metodu imkan verir ki, namizədlərin üstünlüklərinin nizamlı düzümü təşkil olunsun. Qeyd etmək lazımdır ki, Kondorse metodu ilə qalib namizədi təyin etmək mümkün olmadıqda belə Şuls metodu ilə qalib namizədi təyin etmək mümkündür.

Şuls metodunun əsas ideyası yolların evristikası adlanan konsepsiyaya əsaslanır. Bu konsepsiya özündə önəmli yollar qrafının qurulması prosidurasını və yolların güc matrisinin qurulmasını əks etdirir. Önəmli yolların güclərini müqayisə edərək k istiqamətləri arasında önəmlilik düzümü təyin olunur. Şuls metodunda istifadə olunan “alternativ namizəd” kimi göy sferinin k istiqamətləri götürülür.

Seçicilər rolunu isə bu istiqamətlərdə aparılan seriya ölçmələr (monoxromatik təsvirlər) qəbul edilir. Münasibətlər matrisinin təşkili aparılan seriya ölçmə siqnallarının hesablanmış entropiya qiymətlərinə əsaslanır. Qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıda göstərilən müxtəlif tarixlərdə olan monoxromatik fototəsvirlər əvəzinə, müxtəlif tarixlərdə olan aktinometrik ölçmə verilənlərindən istifadə oluna bilər.

Hesablamaların nəticələri. Hazırki işdə nümunə olaraq Sumqayıt şəhərində aparılan fototəsvirlər əsasında şəhərin optik vəziyyətinin informativliyi araşdırılır. Adətən verilənlər RGB formatı formasında olur və biz RGB formatlı fototəsvirlərindən istifadə edəcəyik. Hər bir fototəsvir 782×680 ölçülü ədədi matris vasitəsilə ifadə olunmuşdur. Ölçmələr 02.06.2016-09.06.2016 tarixlərində aparılmışdır. Fototəsvirlər Sumqayıt şəhərinin göy sferinin dörd istiqamətini əhatə edir (cənub($k=1$), şərq ($k=2$), şimal($k=3$), qərb($k=4$)). Burada ölçmə realizasiyaların sayı 27-ə bərabərdir.

İlkin olaraq monoxromatik R_k^n , G_k^n , B_k^n fototəsvirləri ‘Wavelet Toolbox’ MATLAB proqram paketindən istifadə edərək küydən təmizlənmişdir. Burada 2-ci səviyyəli Haar veyvletindən istifadə olunmuşdur [3,4].

Cədvəl 1-də müxtəlif günlərdə olan monoxromatik R_k^n , G_k^n , B_k^n fototəsvirlərin entropiya qiymətləri MATLAB proqram paketi vasitəsi ilə hesablanaraq verilmişdir. Hesablamalarda ‘norm’ entropiyasından istifadə olunmuşdur. “Norm” entropiyası aşağıdakı formula ilə təyin olunur [3]

$$E = \sum_{i,j} |s_{i,j}|^p, \quad (2)$$

burada $s_{i,j}$ parlaqlıq funksiyasının qiymətidir. Burada $p=1$ -dir.

Cədvəl 1.

Göy sferinin fərqli istiqamətləri üçün R,G,B optik intervalında entropiya qiymətləri (Sumqayıt ş.)

Tarix	A-cənub istiqaməti	B-şərq istiqaməti	C-şimal istiqaməti	D-qərb istiqaməti
01.06.2016	68110524	44296246	33330155	68000688
02.06.2016	58683372	43028338	69319574	81136003
03.06.2016	86539084	60671807	85011461	90552784
04.06.2016	67463148	53628609	52829952	53856594
05.06.2016	77143937	70580605	74702815	83903533
06.06.2016	62956297	38385077	55453639	84497012
07.06.2016	59019555	51278968	35333802	71107780
08.06.2016	77980782	75842412	71563978	74580806
09.06.2016	64912560	66703726	78188844	63212927
01.06.2016	66854953	72972180	43907230	71475214

*Şuls metodu ilə müxtəlif istiqamətlər üçün şəhər havasının optik vəziyyətinin
informativliyinin qiymətləndirilməsi*

Tarix	A-cənub istiqaməti	B-şərq istiqaməti	C-şimal istiqaməti	D-qərb istiqaməti
02.06.2016	57208821	43547406	66094256	76403133
03.06.2016	84867163	61804596	82881448	86827392
04.06.2016	85332755	76217925	73687046	83107820
05.06.2016	76669271	76175863	74402952	90620957
06.06.2016	66186220	95332099	70222199	93929738
07.06.2016	77178167	74631990	51895930	83384108
08.06.2016	79294434	76630428	73448257	76729535
09.06.2016	72415375	71969054	91383469	78242872
01.06.2016	63949016	105645986	65926230	73901747
02.06.2016	52668207	41866356	63407645	72972264
03.06.2016	79668524	58821035	79668978	86310193
04.06.2016	113695192	107704450	106744337	125935662
05.06.2016	80389284	84859375	77324459	81436355
06.06.2016	68886742	98418850	88157066	100781180
07.06.2016	98424117	94689979	70422515	91472569
08.06.2016	84712277	81818934	78554881	82237875
09.06.2016	83574627	80170971	103312613	96969454

Cədvəl 1-in qiymətlərinə əsaslanıb aşağıdakı cədvəllərdə göstərilən ölçmə realizasiyalarının informativliyinin münasibətlərini quraq. Burada ölçmə realizasiyalarının sayı 27-yə bərabərdir.

Cədvəl 2.

*Müxtəlif tarixlərdə olan ölçmə realizasiyalarının informativliyinin düzüm münasibətləri
(Sumqayıt ş.)*

Tarix	Göy sferinin A,B,C,D istiqamətlərinin informativliyinin düzüm münasibətləri
01.06.2016	$C \succ B \succ D \succ A$
02.06.2016	$B \succ A \succ C \succ D$
03.06.2016	$B \succ C \succ A \succ D$
04.06.2016	$C \succ B \succ D \succ A$
05.06.2016	$B \succ C \succ A \succ D$
06.06.2016	$B \succ C \succ A \succ D$
07.06.2016	$C \succ B \succ A \succ D$
08.06.2016	$C \succ D \succ B \succ A$
09.06.2016	$D \succ A \succ B \succ C$
01.06.2016	$C \succ A \succ D \succ B$
02.06.2016	$B \succ A \succ C \succ D$
03.06.2016	$B \succ C \succ A \succ D$
04.06.2016	$C \succ B \succ D \succ A$
05.06.2016	$C \succ B \succ A \succ D$
06.06.2016	<i>Bilalov B.T., Zabidov Z.C.</i> $A \succ C \succ D \succ B$
07.06.2016	$C \succ B \succ A \succ D$
Tarix	Göy sferinin A,B,C,D istiqamətlərinin

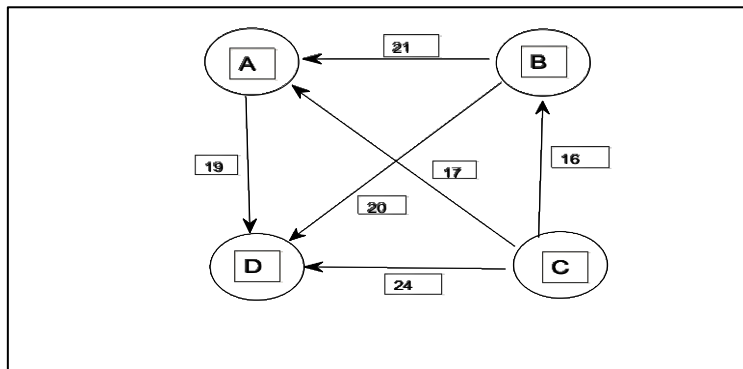
	informativliyinin düzüm münasibətləri
08.06.2016	$C \succ B \succ D \succ A$
09.06.2016	$B \succ A \succ D \succ C$
01.06.2016	$A \succ C \succ D \succ B$
02.06.2016	$B \succ A \succ C \succ D$
03.06.2016	$B \succ A \succ C \succ D$
04.06.2016	$C \succ B \succ A \succ D$
05.06.2016	$C \succ A \succ D \succ B$
06.06.2016	$A \succ C \succ B \succ D$
07.06.2016	$C \succ D \succ B \succ A$
08.06.2016	$C \succ B \succ D \succ A$
09.06.2016	$B \succ A \succ D \succ C$

Cədvəl 3.

Göy sferinin A,B,C,D istiqamətlərinin informativliyinin qarşılıqlı düzüm münasibətlərinin qiymətləri

	d[*,A]	d[*,B]	d[*,C]	d[*,D]
d[A,*]		6	10	19
d[B,*]	21		11	20
d[C,*]	17	16		24
d[D,*]	8	7	3	

Cədvəl 3-ün qiymətlərindən istifadə edərək istiqamətlər arasında önəmli yollar qrafı qurulur və bu əyani olaraq şəkil 1-də təsvir olunmuşdur.



Səkil 1. Önəmli yollar qrafı

Önəmli yollar qrafından istifadə edərək önəmli yolların güc matrisini quraq.

Cədvəl 4.

Göy sferinin A,B,C,D istiqamətləri arasındakı önəmli yolların güc matrisi

	p[*,A]	p[*,B]	p[*,C]	p[*,D]
p[A,*]		0	0	19
p[B,*]	21		0	20
p[C,*]	17	16		24
p[D,*]	0	0	0	

Cədvəl 4-də verilən qiymətlərdən istifadə edərək aşağıdakı nəticələri alırıq:

- 21= $p[B,A]>p[A,B]=0$ olduğu üçün $B \succ A$;
- 16= $p[C,B]>p[B,C]=0$ olduğu üçün $C \succ B$;
- 20= $p[B,D]>p[D,B]=0$ olduğu üçün $B \succ D$;
- 17= $p[C,A]>p[A,C]=0$ olduğu üçün $C \succ A$;
- 19= $p[A,D]>p[D,A]=0$ olduğu üçün $A \succ D$;
- 24= $p[C,D]>p[D,C]=0$ olduğu üçün $C \succ D$.

Nəticə. Sumqayıt şəhərində Göy sferinin A,B,C,D istiqamətlərinin informativliyinin münasibətləri Şuls metoduna əsasən $C \succ B \succ A \succ D$ düzümünə malikdir.

ƏDƏBİYYAT

- 1.Гандин Л.С. Объективный анализ метеорологических полей Ленинград: Гидрометеоиздат,1963, 288 с.
2. Чернышов В.Н., Чернышов А.В. Теория систем и системный анализ. Тамбов : Тамб. гос. техн. ун-т, 2008, 96 с.
- 3.Смоленцев Н. К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. Москва: ДМК-Пресс, 2005, 304 с.
- 4.Яковлев А.Н. Введение в вейвлет-преобразования. Новосибирск: НГТУ, 2003,104 с.

РЕЗЮМЕ

ОЦЕНКА МЕТОДОМ ШУЛЬЦА ИНФОРМАТИВНОЙ ЗНАЧИМОСТИ ОПТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОГО ВОЗДУХА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Билалов Б.Т., Забидов З. Дж.

Ключевые слова: энтропия, Метод Шульца, оптическое состояние, алгоритм, эвристика

В статье рассматриваются методические основы определения информативной значимости оптического состояния городского воздуха и получены их практические результаты. Разработан алгоритм расчёта и проведён анализ информативной значимости оптического состояния городского воздуха на примере города Сумгаита.

SUMMARY

ESTIMATION OF INFORMATIVE SIGNIFICANCE WITH A SCHULZE METHOD OPTIC STATE OF URBAN AIR IN DIFFERENT DIRECTIONS

Bilalov B.T., Zabidov Z.J.

Keywords: entropy, Schulze method, optic state, algorithm, heuristic

This article is consider the methodical bases of determination on informative significance of optic state of urban air and received practical results. The computation algorithm was developed and analysis of informative significance of optic state of urban air was carried out on the example of Sumgait city.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	17.06.2016
	Son variant	14.12.2016

UOT 547.35

DİALKİL(ARİL)SİLANLARIN RODIUM DİKARBONİLASETİLASETONAT İŞTİRAKINDA 3-BUTEN TURŞUSUNUN METİL EFİRİ İLƏ REAKSİYASININ TƏDQIQI

¹CAVADOVA SADƏGÜL HƏSƏN qızı²SARIYEV HƏSƏN ƏZİM oğlu³PİRQULİYEV MƏTANƏT SƏFƏR qızı⁴MUSTAFAYEV MUSA MUSA oğlu

Sumqayıt Dövlət Universiteti:

1- baş müəllim, 2,3,4- dosent

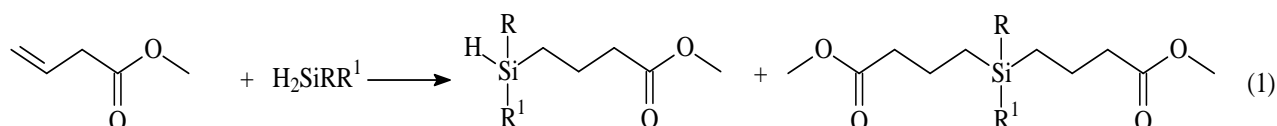
e-mail: musa.mustafayev.1962 @ mail.ru

Açar sözlər: dialkil(aril)silan, 3-buten turşusunun metil efiri, katalizator, silisiumüzvi mürəkkəb efir, spektr, udma zolağı, valent rəqsləri, Farmer qaydası.

Dialkil(aril)silanların rodium dikarbonilasetilasetonat iştirakında 3-buten turşusunun metil efirinə katalitik birləşmə reaksiyası tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, dialkil(aril)silanlar tədqiq olunan doymamış efirə yalnız allil radikalının $\text{CH}_2=\text{CH}-$ əlaqəsindən Farmer qaydası üzrə birləşirlər. Reaksiyaya daxil olan komponentlərin ekvimolyar nisbətində birləşmə əvvəlcə bir, sonra isə hər iki Si-H əlaqəsinin iştirakı ilə gedərək xətti quruluşlu silisium üzvi bir- və ikiasanlı turşuların metil efirlərinin alınması ilə nəticələnir.

Məlumdur ki, silisiumun üzvi və qeyri-üzvi hidridlərinin doymamış karbohidrogenlərə və onların funksional törəmələrinə katalitik birləşmə reaksiyasının istiqamətinə substrat və reagentin tərkib və quruluşu ilə yanaşı, istifadə olunan katalizatorun və katalitik sistemlərin təbiəti də əsaslı təsir göstərir. Belə ki, trixlorosilan və metildixlorosilan platintərkibli katalizatorlar iştirakında akril turşusunun metil efirinə Farmer qaydası üzrə birləşdiyi halda, nikel-tərkibli katalizator və katalitik sistemlər iştirakında Markovnikov qaydası üzrə birləşir [1,2].

Katalizatorun reaksiya istiqamətinə təsirini təyin etmək məqsədilə H_2SiR_2 tipli dialkil(aril)silanların rodium dikarbonilasetilasetonat iştirakında 3-buten turşusunun metil efirinə katalitik birləşmə reaksiyası ətraflı tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, dialkil(aril)silanlar akril turşusunun efirlərindən fərqli olaraq, tədqiq olunan doymamış efirə yalnız 1,2-vəziyyətdə allil radikalının $\text{CH}_2=\text{CH}-$ əlaqəsindən birləşir. Reaksiyaya daxil olan komponentlərin ekvimolyar nisbətində birləşmə Farmer qaydası üzrə gedir və xətti quruluşlu silisiumüzvi bir- və ikiasanlı turşuların efirlərinin alınması ilə nəticələnir:



I-IX

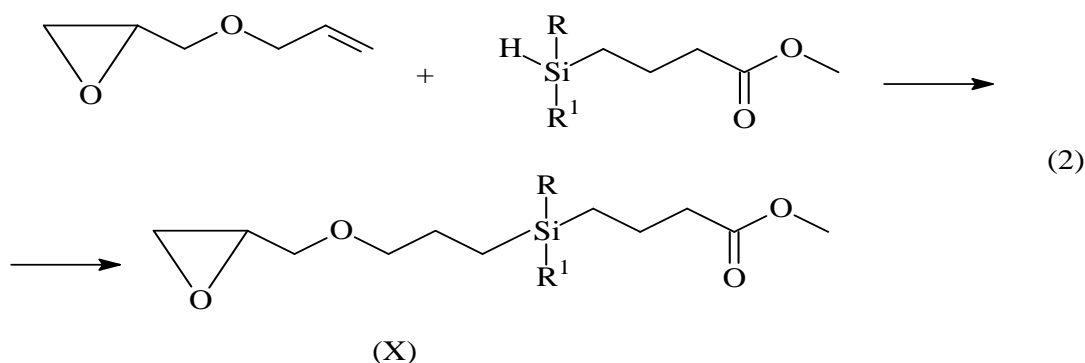
XII, XIII

$\text{R}=\text{CH}_3$, $\text{R}^1=\text{C}_4\text{H}_9$ (I), $i\text{-C}_4\text{H}_9$ (II), C_7H_{15} (III), C_6H_5 (IV), $\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ (V), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ (VI), $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ (VII); $\text{R}=\text{R}^1=\text{C}_6\text{H}_5$ (VIII), C_2H_5 (IX).

Sintez edilən silisiumüzvi mürəkkəb efirlərin tərkibi və quruluşu elementlərin analizi ilə, həmçinin kimyəvi və fiziki-kimyəvi analiz metodlarının köməyi ilə təyin edilmişdir. Məsələn: metilfenilsilanın metil 3-butenoata katalitik birləşmə məhsulu (II) spektral analiz üsulu ilə tədqiq

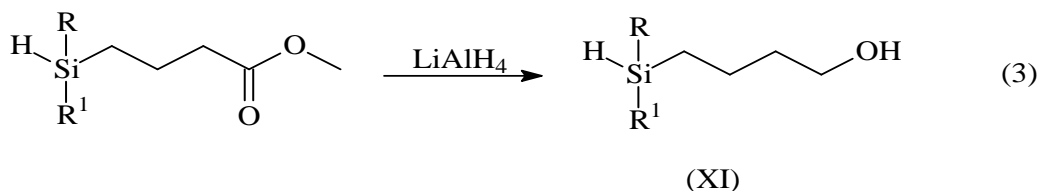
edilmişdir. Belə ki, fərdi təmiz maddə olması NTX metodunun köməyi ilə təyin olunan 4-metilfenilsililbutan turşusunun metil efinin (IV) İQ-spektrində 1250, 1725 və 2105 sm^{-1} sahələrində udma zolaqları vardır ki, onlar da müvafiq olaraq Si-C_{alk.}, >C=O və Si-H əlaqələrinin valentlik rəqslərinə məxsusdur [3,4]. Spektrin 1680-1640 sm^{-1} tezlikli sahəsində CH₂=CH- qrupunu səciyyələndirən udma zolağı yoxdur. Araşdırılan spektrdə -CH-CH₃ qrupunun C-H əlaqəsinin valentlik (3600-2800 sm^{-1} , LiF prizması) və deformasiya rəqsləri (1500-1300 sm^{-1} , NaCl prizması) üçün səciyyəvi olan udma zolağı da müşahidə edilmir.

IV Birləşmənin allilqlisidil efiri ilə qarşılıqlı təsirindən alınan X silisiumüzvi epoksiefirin İQ-spektrində Si-H əlaqəsinə məxsus udma zolağı (2105 sm^{-1}) itir, əvəzində oksiran halqasının valentlik rəqslərinə məxsus 3060 sm^{-1} tezlikli orta intensivlikli udma zolağı meydana çıxır:

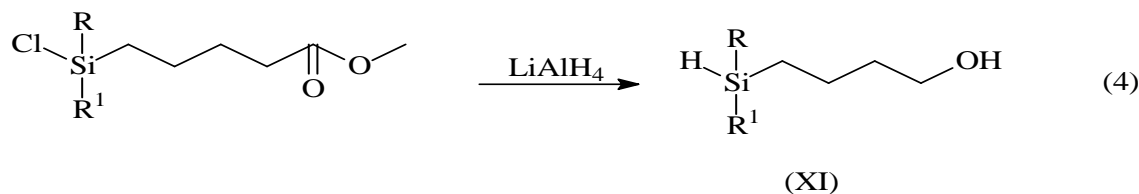


Beləliklə, yuxarıda deyilənlər birləşmə reaksiyasının CH₂=CH- əlaqəsindən Farmer qaydası üzrə gedərək yalnız xətti quruluşlu silisiumüzvi efiirlərin alınması ilə nəticələndiyini təsdiq edir.

Tədqiq olunan reaksiyanın istiqaməti qarşılıqlı sintezlə də təyin edilmişdir. Belə ki, 4-metilbutilsililbutan turşusunun metil efinin (I) litium tetrahidroalüminatla reduksiyasından XI silisiumüzvi birli spirt alınmışdır:



Alınan silisiumüzvi birli spirtin quruluşu aşağıdakı qarşılıqlı sintezlə təyin edilmişdir:



Həm I silisiumüzvi efinin reduksiyasından, həm də şaxəli quruluşlu məhsulun alınması qeyri-mümkün olan qarşılıqlı sintezlə alınan XI silisiumüzvi spirtin fiziki xassələri və İQ-spektrlərinin nəticələri demək olar ki, eyni olmuşdur.

Beləliklə, həm İQ-spektrin araşdırılması, həm də qarşılıqlı sintez reaksiyası üzrə alınan silisiumüzvi spirtin quruluşunun öyrənilməsi əsasında müəyyən olunmuşdur ki, dialkil(aril)silanlar rodium dikarbonilasetilasetonat katalizatoru iştirakında ekvimolyar nisbətdə 3-buten turşusunun metil efinə yalnız CH₂=CH- əlaqəsindən birləşir. Birləşmə pilləli gedir, yəni əvvəlcə yalnız bir Si-H əlaqəsi, sonra isə hər iki Si-H əlaqəsi üzrə gedərək xətti quruluşlu silisiumüzvi bir- və ikiəsəli turşuların metil efinin alınması ilə nəticələnir.

Müəyyən edilmişdir ki, reaksiya məhsullarının çıxımı istifadə olunan dialkil(aril)silan molekulunda silisium atomu ilə birləşmiş üzvi əvəzləyicilərin təbiətindən və quruluşundan nəzərəcarpacaq dərəcədə asılıdır. Belə ki, metilfenilsilan, metilbenzilsilan, metil(2-feniletıl)silan və difenilsilanla reaksiyada çıxım müvafiq olaraq 51.1, 44.9, 42.4 və 61.7 % təşkil etdiyi halda, metilbutilsilan, metilheptilsilan, dietilsilan və metilizobutilsilan götürüldükdə reaksiya məhsullarının çıxımı 22.6, 18.03, 22.3 və 10.9 % təşkil edir.

Aromatik radikallı dihidrosilanların nisbi reaksiya qabiliyyətinin nisbətən yüksək olması benzol nüvəsinin π -elektronlarının silisium atomunun tamamlanmamış 3d-orbitalları ilə örtülməsi ilə əlaqədardır. Məlumdur ki, belə qoşulma effekti Si-H rabitəsini əlavə olaraq polyarlaşdırır və silanı aktivləşdirir [5].

Tədqiq olunan reaksiyada şaxəli quruluşlu dihidrosilanların aktivliyinin aşağı olması isə sterik effektlə əlaqədardır.

Tədqiq olunan reaksiya 3-buten turşusunun metil efirinin dialkil(aril)silana 2:1 nisbətində də aparılmışdır. Bu zaman müvafiq olaraq 43% çıxımla bis-(3-metoksikarbonilpropil)metilbutilsilan (XII) və 61.6% çıxımla bis-(3-metoksikarbonilpropil)metilfenilsilan (XIII) alınmışdır.

Təcrübi hissə. Başlanğıc maddə olan 3-buten turşusunun metil efiri məlum metodika üzrə 3-buten turşusunun katalitik miqdarda qatı sulfat turşusu iştirakında metanolla reaksiyasından alınmışdır: T. qay. 102-103 °C (760 mm c. süt.), n_D^{20} 1.4056, d_4^{20} 0.9296.

Dialkil(aril)silanlar isə müvafiq alkil(aril)dixlorsilanların litium tetrahidroalüminatla reduksiyasından alınmışdır.

Sintez edilmiş silisiumüzvi birləşmələrin İQ-spektrləri ikişüalı UR-20 spektrofotometrində 700-2400 sm^{-1} (NaCl prizması) və 2400-3600 sm^{-1} (LiF prizması) sahələrində çəkilmişdir.

4-Metilbutilsililbutan turşusunun metil efiri (I). Əks soyuducu ilə təchiz olunmuş birboğazlı, yumrudibli reaksiya kolbasına 20.0 q (0.2 mol) 3-buten turşusunun metil efiri, 20.5 q (0.2 mol) metilbutilsilan, 100 ml tiofendən təmizlənmiş susuz benzol və 0.05 ml katalizator yerləşdirilir. Qarışıq 80 °C temperaturda 32 saat müddətində qızdırılır. Reaksiya başa çatdıqdan sonra kütlə otaq temperaturuna qədər soyudulur, tərkibindən həlledici və aşağı temperaturda qaynayan maddələr qovulur, qalan hissədən vakuum altında distillə ilə 9.2 q xam 4-metilbutilsililbutan turşusunun metil efiri (I) alınır. Təkrar distillə edildikdən sonra fiziki sabitləri təyin edilir: T. qay. 65-66 °C (0.5 mm c. süt.), n_D^{20} 1.4362, d_4^{20} 0.8802. Çıxım 22.6 %. Tapıldı: C 59.19, 59.26; H 10.85, 11.16; Si 13.57, 13.75 %; MR_D 60.15. $C_{10}H_{22}SiO_2$. Hesablandı: C 59.35; H 10.96; Si 13.88 %; MR_D 60.17. Aktiv Si-H-ın miqdarı: tapıldı 14.3, hesablandı 14.4%.

4-Metilbutilsililbutan turşusunun metil efirinin (I) İQ-spektrinin nəticələri, (ν , sm^{-1}): 705 (4.7), 730 (4.6), 870 (4.4), 895 (3.2), 1002 (3.3), 1055 (4.1), 1120 (4.3), 1170 (3.2), 1195 (3.1), 1225 (2.5), 1250 (4.1), 1320 (2.6), 1330 (2.4), 1435 (4.1), 1490 (2.6), 1580 (2.1), 1735 (5.0), 2125 (4.0), 2810 (4.3), 2880 (4.3), 2940 (4.2).

Aşağıdakı silisiumüzvi mürəkkəb efirlər də eyni metodika üzrə sintez edilərək fiziki sabitləri təyin edilmişdir:

4-Metilizobutilsililbutan turşusunun metil efiri (II). T. qay. 66 °C (0.5 mm c. süt.), n_D^{20} 1.4359, d_4^{20} 0.8801. Çıxım 10.9 %. Tapıldı: C 59.23, 59.47; H 11.08, 11.21; Si 13.97, 13.78%; MR_D 60.11. $C_{10}H_{22}SiO_2$. Hesablandı: C 59.35; H 10.96; Si 13.88 %; MR_D 60.17. Aktiv Si-H-ın miqdarı: tapıldı 14.35, hesablandı 14.4 %.

4-Metilheptilsililbutan turşusunun metil efiri (III). T. qay. 104-105 °C (0.5 mm c. süt.), n_D^{20} 1.4415, d_4^{20} 0.8688. Çıxım 18.03 %. Tapıldı: C 63.71, 63.64; H 11.28, 11.41; Si 11.36, 11.57 %; MR_D 74.39. $C_{13}H_{28}SiO_2$. Hesablandı: C 63.87; H 11.55; Si 11.49 %; MR_D 73.98.

4-Metilfenilsililbutan turşusunun metil efiri (IV). T. qay. 93-94 °C (0.5 mm c. süt.), n_D^{20} 1.5052, d_4^{20} 0.9968. Çıxım 51.1%. Tapıldı: C 64.73, 64.61; H 8.25, 8.34; Si 12.51, 12.74%; MR_D 66.18. $C_{12}H_{18}SiO_2$. Hesablandı: C 64.82; H 8.16; Si 12.63 %; MR_D 66.02.

4-Metilbenzilsililbutan turşusunun metil efiri (V). T. qay. 102-103 °C (0.5 mm c. süt.), n_D^{20} 1.5042, d_4^{20} 0.9945. Çıxım 44.9 %. Tapıldı: C 65.89, 66.14; H 8.51, 8.42; Si 12.02, 11.76 %; MR_D 70.40. $C_{13}H_{20}SiO_2$. Hesablandı: C 66.05; H 8.52; Si 11.88 %; MR_D 70.83.

4-Metil(2¹-feniletıl)sililbutan turşusunun metil efiri (VI). T. qay. 133-134 °C (0.5 mm c. süt.), n_D^{20} 1.5071, d_4^{20} 0.9866. Çıxım 42.4 %. Tapıldı: C 67.32, 67.24; H 8.68, 8.77; Si 11.11, 10.98 %; MR_D 75.56. $C_{14}H_{22}SiO_2$. Hesablandı: C 67.15; H 8.85; Si 11.21 %; MR_D 75.07.

4-Metil(3¹-fenilpropıl)sililbutan turşusunun metil efiri (VII). T. qay. 143-144 °C (0.5 mm c. süt.), n_D^{20} 1.4999, d_4^{20} 0.9698. Çıxım 40.9 %. Tapıldı: C 68.19, 67.89; H 9.09, 9.21; Si 10.59, 10.73 %; MR_D 80.17. $C_{15}H_{24}SiO_2$. Hesablandı: C 68.13; H 9.15; Si 10.62 %; MR_D 79.70.

4-Difenilsililbutan turşusunun metil efiri (VIII). T. qay. 152-153 °C (0.5 mm c. süt.), n_D^{20} 1.5561, d_4^{20} 1.0615. Çıxım 61.7 %. Tapıldı: C 71.58, 71.84; H 7.26, 7.18; Si 9.57, 9.68 %; MR_D 86.12. $C_{17}H_{20}SiO_2$. Hesablandı: C 71.79; H 7.09; Si 9.87 %; MR_D 85.84.

4-Dietilsililbutan turşusunun metil efiri (IX). T. qay. 47-48 °C (10 mm c. süt.), n_D^{20} 1.4066, d_4^{20} 0.8447. Çıxım 22.3 %. Tapıldı: C 57.27, 57.46; H 10.78, 10.89; Si 14.79, 14.74 %; MR_D 54.84. $C_9H_{20}SiO_2$. Hesablandı: C 57.39; H 10.70; Si 14.91 %; MR_D 55.22.

1-Qlisidiloksi-7-metoksikarbonil-4-metil-4-butıl-4-silaheptan (X). Əks soyuducu ilə təchiz olunmuş birboğazlı reaksiya kolbasında 5.1 q (0.025 mol) 4-metilbutilsililbutan turşusunun metil efiri (I), 2.9 q (0.025 mol) təzə qovulmuş allilqlisidil efiri, 25 ml benzol və 0.01 ml katalizatorndan ibarət qarışıq 25 saat ərzində qaynadılır. Reaksiya kütləsindən benzol qovulandan sonra vakuumda distillə ilə 5.7 q 1-qlisidiloksi-7-metoksikarbonil-4-metil-4-butıl-4-silaheptan (X) alınır: T. qay. 155-156 °C (0.5 mm c. süt.), n_D^{20} 1.4556, d_4^{20} 0.9722. Çıxım 72.1 %. Tapıldı: C 60.52, 60.73; H 10.07, 10.21; Si 8.68, 8.81 %; MR_D 88.42. $C_{16}H_{32}SiO_4$. Hesablandı: C 60.71; H 10.19; Si 8.87 %; MR_D 89.02. Epoksid ədədi: tapıldı 13.71, hesablandı 13.6%.

1-Qlisidiloksi-7-metoksikarbonil-4-metil-4-butıl-4-silaheptanın (XI) İQ-spektrinin nəticələri, (ν , cm^{-1}): 725 (2.1), 780 (2.3), 830 (3.4), 870 (3.4), 925 (2.3), 1015 (2.9), 1080 (2.7), 1110 (2.1), 1250 (3.7), 1310 (2.4), 1370 (3.2), 1445 (3.1), 1735 (4.8), 2815 (1.5), 2875 (2.3), 2945 (3.0), 3060 (2.5).

4-Metilbutilsililbutanol-1 (XI). Mexaniki qarışdırıcı, ucuna kalsium-xlorid borusu keçirilmiş əks soyuducu və damcı qıfı və ilə təchiz olunmuş üçboğazlı reaksiya kolbasına 1.2 q litium tetrahidroalüminatın 60 ml efirdə məhlulu yerləşdirilir. Məhlul 5 °C-dək soyudulur və intensiv qarışdırılmaqla üzərinə asta damcılarla 4.1 q (0.02 mol) yeni qovulmuş 4-metilbutilsililbutan turşusunun metil efiri (I) əlavə edilir. Göstərilən miqdarda efirin hamısı reaksiya zonasına verildikdən sonra, kütlə 3 saat müddətində efirin qaynama temperaturunda qarışdırılır. Reaksiya başa çatdıqdan sonra qarışıq turşulaşdırılmış su ilə neytrallaşdırılır, üzvi təbəqə sudan ayrılır, su təbəqəsi bir neçə dəfə efirlə ekstraksiya olunur. İçərisində məqsədlik məhsul olan efir təbəqələri birləşdirilərək közərdilmiş $MgSO_4$ üzərində qurudulur. Həllədiçi və aşağı temperaturda qaynayan maddələr qovulduqdan sonra qalıqdan vakuumda distillə ilə 2.6 q xam 4-metilbutilsililbutanol-1 (XI) alınır: T. qay. 82-83 °C (1.0 mm c. süt.), n_D^{20} 1.4672, d_4^{20} 0.8879. Çıxım 75%. Tapıldı: C 61.83, 62.05; H 12.81, 12.99; Si 15.93, 16.14 %; MR_D 54.51. $C_{11}H_{18}SiO$. Hesablandı: C 61.99; H 12.72; Si 16.11 %; MR_D 54.16. Hidroksil ədədi: tapıldı 9.8; hesablandı 9.75%.

4-Metilbutilsililbutanol-1-in qarşılıqlı sintezi. Reaksiya mexaniki qarışdırıcı, damcı qıfı və ucuna kalsium-xlorid borusu keçirilmiş əks-soyuducu ilə təchiz olunmuş üçboğazlı kolbada aparılır. Kolbaya 3.1 q litium tetrahidroalüminatın efirdə məhlulu 0 °C-dək soyudulur. Həmin temperaturda intensiv qarışdırılmaqla üzərinə asta damcılarla məlum metodika üzrə alınan 16.3 q (0.065 mol) 4-metilbutilxlorilsilil-1-asetoksibutan əlavə edilir. Göstərilən miqdarda xlor-tərkibli asetatın hamısı reaksiya zonasına verildikdən sonra, reaksiya kütləsi 10 saat müddətində efirin qaynama temperaturunda qarışdırılır. Reaksiya başa çatdıqdan sonra qarışıq turşulaşdırılmış su ilə işlənir, üzvi təbəqə sudan ayrılır, su təbəqəsi bir neçə dəfə efirlə ekstraksiya olunur. İçərisində məqsədlik məhsul olan efir təbəqələri birləşdirilərək közərdilmiş $MgSO_4$ üzərində qurudulur. Həllədiçi qovulduqdan sonra qalıqdan vakuumda distillə ilə qaynama temperaturu 80-86 °C (1.0 mm c. süt.)

olan 7.6 q xam 4-metilbutilsililbutanol-1 (XI) alınır. Təkrar distillədən sonra fiziki sabitləri təyin edilir: T.qay. 83-84 °C (1.0 mm c. süt.), n_D^{20} 1.4675, d_4^{20} 0.8881. Hidroksil ədədi: tapıldı 9.70; hesablandı 9.75%.

Bis-(3-metoksikarbonilpropil)metilbutilsilan (XII). Əks soyuducu ilə təchiz olunmuş birboğazlı reaksiya kolbasına 10.0 q (0.1 mol) 3-buten turşusunun metil efiri, 5.1 q (0.05 mol) metilbutilsilan, katalizator və 100 ml tiofəndən təmizlənmiş susuz benzol yerləşdirilir. Qarışıq benzolun qaynama temperaturunda 48 saat qızdırılır. Reaksiya başa çatdıqdan sonra kütlə otaq temperaturuna qədər soyudulur, tərkibindən həlledici və aşağı temperaturda qaynayan maddələr qovulur. Bundan sonra qalıqdan vakuum altında distillə ilə 6.5 q xam bis-(3-metoksikarbonilpropil)metilbutilsilan (XII) alınır: T. qay. 149-150 °C (0.5 mm c. süt.), n_D^{20} 1.4617, d_4^{20} 0.9743. Çıxım 43 %. Tapıldı: C 59.39, 59.46; H 9.86, 9.98; Si 9.17, 9.35%; MR_D 85.32. $C_{15}H_{30}SiO_4$. Hesablandı: C 59.56; H 10.00; Si 9.28 %; MR_D 84.75.

Bis-(3-metoksikarbonilpropil)metilbutilsilanın (XII) İQ-spektrinin nəticələri, (ν , cm^{-1}): 706 (4.0), 725 (3.8), 860 (4.5), 892 (4.3), 1025 (2.6), 1095 (3.4), 1110 (4.8), 1195 (4.1), 1260 (3.1), 1380 (3.0), 1420 (3.6), 1735 (5.0), 1805 (1.9), 2885 (3.6), 2930 (3.3), 2950 (3.2).

Bis-(3-metoksikarbonilpropil)metilfenilsilan (XIII). XII təcrübə şəraitində 10.0 q (0.1 mol) 3-buten turşusunun metil efiri və 6.1 q (0.05 mol) metilfenilsilandan 21.4 q bis-(3-metoksikarbonilpropil)metilfenilsilan (XIII) alınmışdır: T. qay. 158-159 °C (0.5 mm c. süt.), n_D^{20} 1.5054, d_4^{20} 1.0672. Çıxım 61.6%. Tapıldı: C 63.48, 63.16; H 8.23, 8.11; Si 8.54, 8.63%; MR_D 89.69. $C_{17}H_{36}SiO_4$. Hesablandı: C 63.32; H 8.13; Si 8.71 %; MR_D 90.68.

ƏDƏBİYYAT

1. Пухнаревич В.Б., Лукевиц Э.Я., Копылова Л.И., Воронков М.Г. Перспективы гидросилилирования. Рига: Зинатне, 1992, 383 с.
2. Лукевиц Э.Я., Воронков М.Г. Гидросилилирование, гидрогермилирование и гидростаннилирование. Рига: Зинатне, 1964, 371 с.
3. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. М.: ИЛ, 1963, 590 с.
4. Казыцина Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР- спектроскопии в органической химии. М.: Высшая школа, 1971, 264 с.
5. Робертс Дж., Касерио М. Основы органической химии. Ч. 1. М.: Мир, 1968, 592 с.

РЕЗЮМЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ДИАЛКИЛ(АРИЛ)СИЛАНОВ С МЕТИЛОВЫМ ЭФИРОМ 3-БУТЕНОВОЙ КИСЛОТЫ В ПРИСУТСТВИИ АЦЕТИЛАЦЕТОНАТДИКАРБОНИЛА РОДИЯ

Джавадова С.Г., Сарыев Г.А., Пиркулиева М.С., Мустафеев М.М.

Ключевые слова: диалкил(арил)силан, метиловый эфир 3-бутеновой кислоты, катализатор, кремнийорганические сложные эфиры, спектр, полосы поглощения, валентные колебания, правило Фармера.

Исследована реакция каталитического присоединения диалкил(арил)силанов к метиловому эфиру 3-бутеновой кислоты в присутствии ацетилацетонатдикарбонила родия. Установлено, что диалкил(арил)силаны присоединяются к исследованному непредельному эфиру только по $CH_2=CH-$ связи аллилового радикала по правилу Фармера.

При эквимольном соотношении реагирующих компонентов, реакция проходит ступенчато вначале по одной, а затем и по обеим связям Si-H, приводя к образованию метилового эфира кремнийорганических одно- и двухосновных кислот линейной структуры.

SUMMARY

**INVESTIGATION OF DIALKYL(ARYL)SILANES REACTION WITH METHYL
ETHER OF 3-BUTENE ACID IN THE PRESENCE OF RHODIUM
DICARBONYLASETILASETONE**

Cavadova S.H., Sariev H.A., Pirkuliyeva M.S., Mustafayev M.M.

Keywords: *dialkyl(aryl)silane, methyl ether 3-butene acid, catalizator, siliconorganic ester, spektrum, valent stretch, Farmer rule.*

Catalytic combining reaction of dialkyl(aryl)silanes with methyl ether of 3-butene acid in the presence rhodium dicarbonylasetilasetone was investigated. It was defined that dialkyl(aryl)silanes are combined with the explored unsaturated ether only from CH₂=CH- connection of allyl radical according to Farmers rule.

In the presence of agulation components of equimolar ratio the reacton is running by levels, initially one by one and in the rest by both connections Si-H, causing of formation of methyl ester silicone mono- and general acid of limar structure.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	15.03.2016
	Son variant	14.12.2016

UOT 547.512+66.022.37

XLORVINİLƏVƏZLİ TSİKLOPROPİL KARBİNOLLARIN QLİSİDİL EFİRLƏRİNİN SİNTEZİ VƏ PVX-DA STABILİZATOR KİMİ TƏDQIQI

¹İSMAYILOV İSMAYIL ƏLİŞ oğlu²ƏHMƏDOV ELNUR NOFƏL oğlu³ŞAHNƏZƏRLİ RİTA ZEYNAL qızı⁴RAMAZANOV QAFAR ƏBDÜLƏLİ oğlu⁵QULİYEV ABASQULU MƏMMƏD oğlu

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Polimer materialları institutu,

1- böyük elmi işçi, 3- böyük elmi işçi, 5- professor

Sumqayıt Dövlət Universiteti: 2- assistent, 4-professor

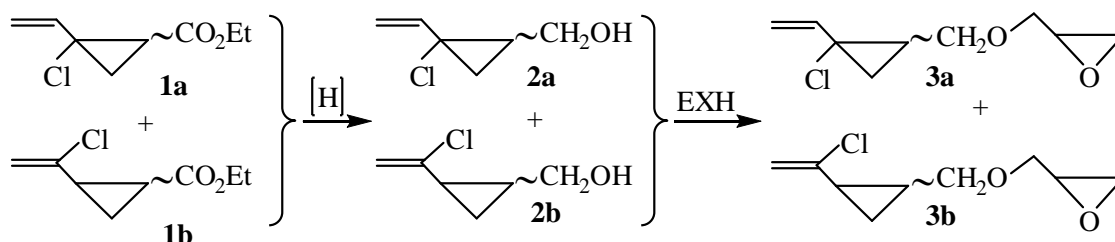
E-mail: elnurahmadov@mail.ru abasgulu@yandex.ru

Açar sözlər: xlorvinilsiklopropan, epoksid birləşmələri, polivinilxlorid, destruksiya, termostabilizator, induksiya müddəti.

Etoksikarbonil xlorvinilsiklopropanların reduksiyasından alınan xlorvinilsiklopropilkarbinolların epixlorhidrinlə qarşılıqlı təsirindən xlorviniləvəzli epoksitsiklopropanlar sintez edilmiş və onların PVX tərkibində termostabilizatorlar kimi yararlı olmaları öyrənilmişdir. Göstərilmişdir ki, PVX əsasında hazırlanmış kompozisiyaların tərkibində Zn və Ca-stearatlarla birlikdə sostabilizatorlar kimi sintez olunmuş xlorviniləvəzli epoksitsiklopropanlarından istifadə olunduqda sinergetik effekt müşahidə olunur və kompozisiyaların fiziki-mexaniki göstəriciləri ilə yanaşı termiki parçalanması, o cümlədən termostabilliyi də yaxşılaşır.

Ədəbiyyat materiallarından məlumdur ki, molekulunda müxtəlif atom və funksional qruplar saxlayan vinilsiklopropanlar çoxsaylı kimyəvi reaksiyalara, daha dəqiq desək birləşmə və polimerləşmə reaksiyalarına asanlıqla daxil olur [1-3]. Bu tip birləşmələrin sintezi və onların kimyəvi reaksiyaları istiqamətində son illərdə aparılan tədqiqatlar bu sahədə çalışan mütəxəssislərin maraq dairəsindədir və aktual problemlərdən biri hesab olunur. Bu aktualıq eyni zamanda həmin birləşmələrin özünəməxsus spesifik xassələrə malik olması ilə bağlıdır [4,5]. Deməli, vinilsiklopropan sırası birləşmələrin sintezi və xassələrinin tədqiqi sahəsində aparılan tədqiqatlar mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Qeyd olunanlarla əlaqədar molekulunda xlor atomu olan tsiklopropan tərkibli epoksi birləşmələrin tədqiqi öz aktuallığı ilə nəzəri cəlb edir.

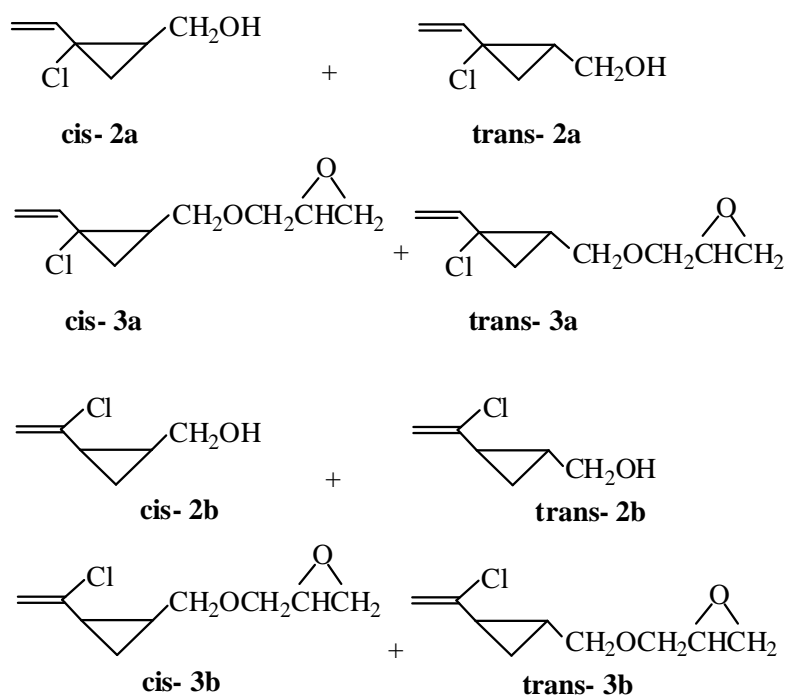
Qeyd olunanlar nəzərə alınaraq tədqiqat sahəsi kimi əvvəllər tərəfimizdən katalitik şəraitdə xloroprenlə diazosirkə turşusunun etil efirinin qarşılıqlı təsirindən sintez edilmiş [6] xlorvinilsiklopropanın karbon turşusunun etil efirinin (1a, 1b) reduksiyası nəticəsində alınmış xlorvinilsiklopropan karbinollar (2a, 2b) və onların qlisid efirləri seçilmişdir:



1a və 1b birləşmələri dietil efiri mühitində reduksiyaedici reagent kimi LiAlH_4 -dən istifadə etməklə müvafiq karbinollara çevrilirlər. LiAlH_4 -ün reduksiyaedici reagent kimi seçilməsi onunla bağlı olmuşdur ki, reaksiya yüksək dərəcədə selektiv getsin, reduksiya yalnız karbinol qrupu məruz qalsın (digər qruplar toxunulmaz qalsın) və son məhsul yumşaq şəraitdə yüksək çıxımla alınsın [7].

Qeyd olunan şəraitdə sintez olunmuş karbinolların qlisidil efirləri isə aşağı temperaturda dietil efiri mühitində KOH qələvisi iştirakında epixlorhidrinlə karbinolların qarşılıqlı təsirindən alınmışdır.

Qaz-maye xromatoqrafın köməklili ilə alınan xromatoqramların element və spektral analizlərin nəticələrinin təhlilindən sonra aydın olmuşdur ki, ilkin olaraq götürülmüş quruluş izomerləri (1a və 1b birləşmələri) əsasında sintez edilmiş karbinollar 2a və 2b iki həndəsi izomerin qarışığından ibarətdir:



Sintez edilmiş xlorviniltsiklopropilkarbinolların qlisidil efirlərinin İQ-spektrlərinin xlorviniltsiklopropilkarbinolların İQ-spektrləri ilə müqayisəsindən görünür ki, OH-qrupuna aid olan xarakterik udma zolaqları itir və əvəzində epoksid qrupuna xas olan udulma zolaqları əmələ gəlir. Belə ki, 850 cm^{-1} , 1250 cm^{-1} və 3060 cm^{-1} sahədə olan udma zolaqları epoksid qrupunu, 3600 cm^{-1} sahədə olan enli udulma zolağı isə OH-qruplarını xarakterizə edir.

Alınmış qlisidil efirlərinin (3a,b) PMR spektrlərindəki iki multiplet siqnalların varlığı epoksid halqasındakı metin və metilen protonları ilə əlaqədardır. PMR-spektrində $\delta=2,30\text{-}2,80$ m.h. və $\delta=2,8\text{-}3,80$ m.h. kimyəvi yerdəyişmə məhz qeyd olunanlarla bağlıdır (cədvəl 1).

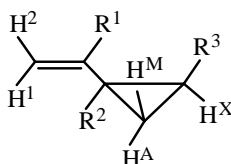
Siqnalların inteqral intensivlikləri cədvəl 1-də göstərilən proton saxlayan qruplara uyğun gəlir. Epixlorhidrinin alifatik spirtlərlə qarşılıqlı təsirindən fərqli olaraq (bu halda reaksiya məhsulunun çıxımı 50%-dən yuxarı olmur) doymamış spirtlərlə reaksiyası zamanı alınan məhsulların çıxımı yüksək olur. Ona görə də yəqin ki, tsiklopropan halqasındakı vinil qrupunun hidrosimetil qrupuna təsiri məhz sonuncunun reaksiyaya girmə qabiliyyətini artırır və nəticədə çıxım yüksək olur.

Sintez edilmiş epoksid birləşmələri (3a,b) PVX əsasında hazırlanmış kompozisiyaların tərkibində stabilizator kimi sınaqdan keçirilmişdir. PVX-nın termostabiliyi aşağı olduğundan emal prosesi zamanı makromolekulda destruksiya prosesi baş verir, bu isə öz növbəsində

hazırlanan polimer kompozisiyasının fiziki-mexaniki və reoloji xassələrinin pisləşməsinə gətirib çıxarır.

Cədvəl 1.

Xlorviniltsiklopropilkarbinolların (2a,b) və onların qlisid efirlərinin (3a,b) PMR spektrlərinin nəticələri



Əvəzedicilər			Protonu olan qrupların kimyəvi yerdəyişməsi (δ , m.h.)								
R ¹	R ²	R ³	H ¹	H ²	R ¹	R ²	H ^X H ^A H ^M	-CH ₂ O-	-CH ₂ -C- O	-CH-C- O	OH
H	Cl	CH ₂ OH	5,20 dd (2,17)	5,19dd (2,10)	5,83dd (10,17)	-	1,0-1,70 (m) (6,6)	3,38- 4,6 dd	-	-	3,60
Cl	H	CH ₂ OH	5,40 ym.c	5,0 ym.c	-	1,90- 2,40 (m)	0,55- 1,90 (m)	3,30- 4,80 dd	-	-	3,70
H	Cl	CH ₂ OR*	5,25 dd	5,10 dd	5,72 dd	-	0,2-1,9 (m)	3,10-3,80 (m)	2,80-3,80 (m)	2,80-3,80 (m)	-
Cl	H	CH ₂ OR	5,32 dd	5,12 dd	-	2,10- 2,44 (m)	0,3- 1,80 (m)	3,20- 3,75 (m)	2,65- 3,70 (m)	2,80- 3,20 (m)	-

R*– qlisidil qrupu

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, PVX-a xas olan xarakterik xüsusiyyətlərdən biri də onun yüksək temperaturda qızdırdıqda rənginin dəyişməsidir (əvvəlcə sarı, sonradan qırmızı və nəhayət qara rəngə boyanması). Belə ki, PVX-nın makromolekulunda emal zamanı (160-190°C temperatur intervalında) qaralma prosesinin baş verməsi, rəngin dəyişməsi polimerdə destruksiya prosesinin getməsinə göstərir. Bu onu təsdiq edir ki, destruksiya zamanı HCl molekulunun ayrılması nəticəsində makromolekulların quruluşunda qoşulmuş əlaqələr sistemi yaranır.

PVX əsasında hazırlanan kompozisiyaların termostabiliyinə təsir edən faktorlardan biri ərintinin temperaturunun artması ilə onun termostabilliyinin aşağı düşməsidir. Kompozisiyanın termostabilliyi istifadə olunan metoddan asılı deyil, o ilkin materialların formasından (tozvarı və ya xırdalanmış plastifikasiya edilmiş) asılıdır.

Hazırlanmış kompozisiyaların termostabilliyinin təyin edilməsinin ən sadə üsulu onun rənginin dəyişməsinə əsaslanır və sabit temperaturda HCl-in ayrılmasına uyğun gələn müddətin müəyyən edilməsindən ibarətdir. Rəngin dəyişməsinin vərdənədə emal zamanı və ekstratda ekstruziya zamanı müşahidə etmək olur.

Qeyd etmək lazımdır ki, destruksiya nəticəsində aşağı molekulyar kütləli polimerin əmələ gəlməsinin qarşısının alınması məqsədi ilə PVX əsasında hazırlanan kompozisiya materialların tərkibinə xüsusi birləşmələr – metal oksidləri, turşuların duzları, aminlər, epoksid birləşmələri, fenollar və s. daxil edilir [8-10].

Sintez olunmuş xlorviniltsiklopropilkarbinolun qlisidil efirlərindən stabilizator kimi istifadə etməklə PVX-ə əsasında hazırlanmış kompozisiyaların xassələri tədqiq edilmiş və onların nə dərəcədə yararlı olmasını müəyyən etmək məqsədilə geniş tədqiqatlar aparılmışdır.

Təcrübələrin nəticələri göstərir ki, istifadə olunan birləşmələrin (3a,b) tərkibində olan epoksid qrupu PVX-makromolekulundan ayrılan HCl-la qarşılıqlı təsirdə olaraq xlorhidrin əmələ gəlir. Sonrakı mərhələdə isə alınan xlorhidrinlər kompozisiyanın tərkibinə stabilizator kimi daxil olan kompleks duzlarla (KD) reaksiyaya girərək yenidən epoksid qruplar əmələ gətirir.

PVX-nın stabilləşdirici mexanizmi bilavasitə ya PVX-nın parçalanma və ya sabilizatorların PVX ilə və ya onun parçalanmasından alınan komponentlərlə qarşılıqlı təsirinin qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi ilə müəyyən olunmalıdır [11].

Suspenziyada alınmış və hissəciklərinin ölçüsü 100-200 mkm olan tozşəkili PVX əsasında hazırlanmış kompozisiya emal edildikdə bir sıra hallarda (kompozisiyada stabilizatorlarla bərabər paylanmadıqda) xeyli miqdarda polimer stabilləşdirilməmiş qalır ki, bunun nəticəsində də termostabillik aşağı düşür.

Hazırda PVX əsasında hazırlanan kompozisiyaların stabilləşdirilməsində istifadə edilən metalstearatların (qalay və qurğuşun tərkibli stabilizatorlardan azad olunması) problemi aktual olaraq qalır. Bu məqsədlə tərkibində Ca–Zn-stearatlar və sinergetik əlavələr kimi yararlı olan aztoksiki stabilizator qarışığından istifadə edilir. Polimer zəncirində baş verə biləcək destruksiyanın qarşısını almaq məqsədilə PVX əsaslı kompozisiyalar üçün əlverişli olan və tərkibində epoksid qrupu və tsiklopropan fraqmenti saxlayan üzvi birləşmələrin tətbiqi mühüm əhəmiyyət kəsb edir [12].

Kompozisiyaların hazırlanması üçün suspenziyada hazırlanmış C-70 PVX 100 kütlə.%, plastifikator kimi DOF 30÷40 kütlə %, stabilizator kimi Ca–Zn-stearatlar 2 kütlə % və so-stabilizatorlar kimi sintez edilmiş epoksitsiklopropanlar 1-2 kütlə % qarışdırılır. Qeyd etmək lazımdır ki, istifadə edilmiş plastifikator və stabilizatorlar PVX ilə yaxşı qarışır. Hazırlanmış kompozisiyalar plastifikasiyaya uğradıldıqdan sonra (bu məqsədlə qarışıq uzun müddət saxlanılır) emal edilir.

Cədvəl 2.

Xlorviniləvəzli epoksitsiklopropanların PVX-ə əsasında hazırlanmış kompozisiyaların induksiya müddətinə və destruksiya sürətinə təsiri.

Epoksitsiklopropan		Induksiya müddəti, dəq. (HCl-un ayrılmasına qədər olan müddət)			T _{parç.} , °C (qızdırma sürəti 5°C/dəq.)
		150°C	175°C	190°C	
Şifr	Epoksid ədədi				
PVX	–	18	9	–	168
3a	30,15	136	115	49	203
3b	30,11	108	97	33	188

hesablanmış – 30,24%

Cədvəl 2-də olan nəticələrdən görünür ki, plastikasiya olunmuş PVX-kompozisiyalarının induksiya müddəti 9 dəq. (175 °C-də) olduğu halda stabilizatorların kompleks duzlar və epoksitsiklopropanlar (3a,b) iştirakında bu müddət 92–115 dəq. qədər artır. Bununla bərabər kompozisiyaların parçalanma temperaturunda da artım müşahidə edilir.

Kompozisiyalar hazırlanmamışdan əvvəl PVX əvvəlcədən quruducu şkafta 80°C-də 30 dəqiqə müddətində qurudulur və epoksitərkibli xlorvinilsiklopropan birləşmələri 3a və ya 3b (stabilizator) və DOF (plastifikator) əlavə edilərək Brabender aparatında qarışdırılır. Sonradan hazırlanmış qarışıq 100-120 dəq. ərzində quruducu şkafta 80°C-də saxlanılaraq jelatinləşdirilir.

Stabilizator kimi götürülmüş (3a,b) birləşmələri emal prosesi zamanı (140-145°C) destruksiya etmir və PVX-nın tərkibindən ayrılma biləcəkdir HCl-la reaksiyaya girir. Bununla bərabər alınmış nümunənin rəngi dəyişməz qalır və yüksək dərəcədə şəffaf olur. Bu onu göstərir ki, kompozisiyanın tərkibində destruksiya prosesi demək olar ki, baş vermir və ya baş verirsə, onun qarşısı dərhal alınır.

Cədvəl 3.

PVX əsasında xlorvinilepoksitsiklopropanların iştirakında hazırlanmış kompozitlərin xassələri.

Göstəricilərin adları	PVX+ DOF	PVX+ DOF+KD	Kompozisiyaların tərkibi	
			PVX+DOF+ KD+bir.3a	PVX+DOF+ KD+bir.3b
Dartılmada möhkəmlik həddi, MPa	19	19,5	20,6	20,3
Qırılmada nisbi uzanma, %	260	255	250	240
Dartılmada model gərginliyi, MPa	11,8	11,7	11,9	11,6
Termostabillik (175°C-də HCl-un ayrılmasının başlan. müd. qədər)	6	30	115	97
175°C-də rəngin dəyişməsinə qədər olan müddət, dəq.	135	142	158	156
Termiki parçalanma, °C	168	171	208	189
Uçucu maddələr (vakuumda 100°C-də, 1 saat müddətində)	0,32	0,30	0,32	0,27
Su udma qabiliyyəti 24 saat, %	0,23	0,21	0,18	0,19

Hazırlanmış kompozisiya 135-140°C-də vərdənədə termiki emal edilir və qalınlığı 1 mm olan qəlibdə 135-14°C-də 10 MPa təzyiqdə 10 dəqiqə müddətində saxlanıldıqdan sonra soyudulur. Nümunələr hazırlanır və onların nisbi uzanması, qalıq deformasiyası və möhkəmlik həddi dartma məşinində təyin edilir. Alınmış nəticələr cədvəl 3-də verilir.

Cədvəl 3-də olan rəqəmlərdən görünür ki, kompozisiyaların möhkəmlik həddi sostabilizatorlar olan halda daha artıq olur. Bu onu göstərir ki, kompozisiyaların tərkibinə daxil edilən epoksitsiklopropan birləşmələri (3a,b) kompleks duzlarla birlikdə sinergetik təsirə məhk olurlar. Kompozisiyaların termostabilliyi və onların temperatur təsirindən rənglərinin dəyişməsi müddəti də xeyli artır. Beləliklə bu nəticəyə gəlmək olar ki, sintez edilmiş xlorviniləvəzli epoksitsiklopropanlar (3a,b) onların iştirakı ilə hazırlanmış kompozisiyaların tərkibində sostabilizator kimi təsir göstərmir, onlar eyni zamanda kompozisiyaların fiziki-mexaniki xassələrinin yaxşılaşdırılmasında da iştirak edirlər.

Təcrübi hissə. 2-xlor-2-vinil- (1a) və 2-(α -xlorvinil) (1b) tsiklopropan karbon turşusunun etil efirinin sintezi xloroprenin etildiazoasetatla qarşılıqlı təsirindən alınmışdır [5].

2-xlor-2-vinil (2a) və 2-(α -xlorvinil) (2b) 1-hidroksimetil tsiklopropanların sintezi.

Mexaniki qarışdırıcısı və damcı qıfı ilə təchiz edilmiş, həcmi 500 ml olan üçboğazlı kolbaya 4,2 q (0,11 mol) LiAlH₄ və 200 ml quru dietil efiri yerləşdirilir. Qarışdırıcıyı işə salmaqla 17,45 q (0,1 mol) xlorviniltsiklopropan karbon turşusunun etil efiri 100 ml quru etil efirində damcı-damcı 2–2,5 saat ərzində kolbaya əlavə olunur. Reaksiya temperaturu 25-30°C intervalında saxlanılır. Efiri tam əlavə etdikdən sonra qarışdırma əlavə olaraq 30 dəqiqə davam etdirilir. Sonra kolbaya damcı-damcı distillə suyu və onun ardınca isə 5%-li HCl turşusu əlavə edilir. Efir qatı ayrılır, su hissəsi efirlə ekstraksiya edilir (2 dəfə 20 ml). Efir adi şəraitdə qovulur, sonra qalıq hissə vakuumda qovulur. Çıxım 72-75% təşkil edir.

2-xlor-2-vinil (3a) və 2-(α -xlorvinil) (3b) 1-qlidoksimetil tsiklopropanların sintezi.

Mexaniki qarışdırıcısı, soyuducu və damcı qıfı ilə təchiz edilmiş həcmi 500 ml olan üçboğazlı kolbaya 13,2 q (0,1 mol), hidroksimetiləvəzli xlorviniltsiklopropan, 200 ml dietil efiri, 5,6 q (0,1 mol) KOH yerləşdirilir. Sonra reaksiya qarışığını qarışdırmaqla kolbaya damcı qıfı vasitəsilə 9,9 q (0,11 mol) epixlorhidrin əlavə olunur. Epixlorhidrin tam əlavə edildikdən sonra, reaksiya qarışığı 35°C-də 4 saat müddətində qarışdırılır və otaq temperaturunadək soyudulur. Reaksiya qarışığı süzülür, efir qovulur, qalıq hissə vakuumda qovulur.

ƏDƏBİYYAT

1. A.Guliyev, R.Shahnazarli, G.Ramazanov. Ring-opening polymerization of vinylcyclopropanes. In book "High performance polymers for engineering-based composites". Apple Academic Press inc. USA, 2015, p.13-27
2. F.Sanda, T.Takata, T.Endo. Radical polymerization behavior of 1,1-disubstituted-2-vinylcyclopropanes. // Macromol. 1993, v.26, p.1818-1824
3. Шахназарли Р.З., Гасанова С.С., Гулиев А.М.. Циклопропанирование дивинилового эфира этоксикарбонил- и дихлоркарбенами и некоторые превращения полученных аддуктов. // Азерб. Хим. Журнал. Баку: Елм, 2007. № 1. с. 51-54
4. H.Ritter, J.Cheng, M.Tabatabai. Influence of cyclodextrin on solubility of classically prepared 2-vinylcyclopropane macromonomer in aqueous solution. // Beilstein J. Org. Chem. 2012, 8, p.1528-1535
5. Шахназарли Р.З., Рамазанов Г.А., Гулиев А.М. Биологическая защита полимерных композиций с применением серосодержащих аддуктов / Пластмассы со специальными свойствами. Сб. науч. трудов. Под ред. Н.А.Лаврова. С-Пб.: Профессия, 2011, с.259-261
6. Яновская Л.А., Домбровский В.А., Хусид А.Х. Циклопропаны с функциональными группами. / М: Наука. 1980, с. 175-196
7. Современные методы органического синтеза. Под ред. Иоффе Е.В. / Ленинград: ЛГУ, 1974, с.64
8. Кувшинова С.А., Сырбу Е.С., Новиков И.В. и др. Молекулярно-анизотропные производные фенолбензоата как стабилизаторы композиций на основе пластифицированного поливинилхлорида. // Ж.прикл.химии. Москва: Наука, 2015, т.88, № 2, с.325-331
9. Мазина Л.А., Нафиков А.Б., Афанасьев Ф.И. и др. Комплексные стабилизаторы полифункционального действия для ПВХ-пластизолей. // Башкирский хим. журнал. Уфа: 2010, т.17, № 2, с.129-133
10. O.M.Folarin, E.R.Sadiku. Thermal stabilizers for poly(vinyl chloride): A review. // Int.J.Phys.Sci. 2011, v.6, N.18, p.4323-4330
11. S.Gupta, D.D.Agarwal, S.Banerjee. Synthesis and characterization of hydrotalcites: potential thermal stabilizers for PVC. // Indian J. Chem. 2008, v.47A, p.1004-1008
12. Ахмедов Э.Н., Шахназарли Р.З., Рамазанов Г.А., Гулиев А.М. Фенилзамещенные эпоксициклопропаны – потенциальные органические термо- и светостабилизаторы для ПВХ. // Журнал Химические проблемы. Москва: 2016, № 1, с.36-43

РЕЗЮМЕ

СИНТЕЗ ГЛИЦИДИЛОВЫХ ЭФИРОВ ЦИКЛОПРОПИЛКАРБИНОЛОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ В СОСТАВЕ ПВХ Исмаилов И.А., Ахмедов Э.Н., Шахназарли Р.З., Рамазанов Г.А., Гулиев А.М.

Ключевые слова: *хлорвинилциклопропан, эпоксидное соединение, поливинилхлорид, деструкция, термостабилизатор, индукционный период.*

Взаимодействием хлорвинилциклопропилкарбинолов, полученных восстановлением этоксикарбонилхлорвинилциклопропанов эпихлоргидрином, получены хлорвинилзамещенные эпоксициклопропаны, которые были изучены в качестве стабилизатора для ПВХ. Показано, что введение в состав композиции на основе ПВХ, наряду с Са–Zn-стеаратными стабилизаторами, и синтезированных хлорвинилзамещенных эпоксициклопропанов приводит к проявлению синергического эффекта и повышению физико-механических и термических показателей.

SUMMARY

**SYNTHESIS OF GLYCIDYL ETHERS OF CYCLOPROPYLCARBINOLS
AND INVESTIGATION OF THEIR STABILIZING ACTION IN THE
COMPOSITION OF PVC**

Ismailov I.A., Ahmadov E.N., Shahnazarli R.Z., Ramazanov G.A., Guliyev A.M.

Keywords: *chlorovinyl cyclopropane, epoxide compound, polyvinyl chloride, destruction, thermostabilizer, induction period*

By interaction of chlorovinylcyclopropylcarbinols prepared by reduction of ethoxycarbonylchlorovinylcyclopropanes by epichlorohydrin there has been prepared chlorovinylsubstituted epoxycyclopropanes, which have been used as a stabilizer for PVC. It has been shown that an introduction of synthesized chlorovinylsubstituted epoxycyclopropanes along with Ca–Zn- stearate stabilizers into structure of composition on the basis of PVC leads to appearance of synergetic effect and increase of physical-mechanical and thermal indices.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	22.04.2016
	Son variant	14.12.2016

UOT 661.16

NATRIUM HIPOKLORİT ƏSASINDA DİKLORHİDRİN QLİSERİNİN ALINMASI

¹AŞUROV DURSUN ƏHMƏD oğlu
²HƏTƏMOV MƏTLƏB MURTUZ oğlu
³AŞUROVA NƏRGİZ DURSUN qızı
⁴ABDULLAYEVA MİNAYƏ BİLAL qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti:

1-professor, 2-baş elmi işçi, 3-dosent, 4-kiçik elmi işçi

e-mail: bilalqızı@inbox.ru

Açar sözlər: natrium hipoxlorit, xlorid turşusu, allil xlorid, epixlorhidrin, dixlorhidrin-qliserin

Epixlorhidrin istehsalında əsas xammal kimi istifadə olunan dixlorhidrin qliserinin alınmasında allil xloridin hipoxlorlaşdırılması məqsədilə kimyəvi üsulla xlorid turşusu mühtində oksidləşdirici kimi natrium hipoxloritdən istifadə edilir.

Məlum olduğu kimi, epixlorhidrin istehsalı üç mühüm mərhələdən keçir: birinci - allil xloridin alınması. İkinci – allil xloridin xlorlu su ilə xlorhidrinləşdirilməsi hesabına dixlorhidrinqliserinin (DXQ) alınması nəticəsində epixlorhidrinin alınması. Üçüncü –DXQ-nin sudakı məhlulun neytrallaşması nəticəsində epixlorhidrinin alınması.

Birinci mərhələdə allil xloridin alınması propilenin molekulyar xlor ilə xlorlaşdırılmasına əsaslanır. Burada əvəz etmə reaksiyası baş verdiyi üçün istifadə olunan xlorun demək olar ki, yarısı hidrogen xloridə çevrilir ki, onun da suda həll edilməsi nəticəsində 7÷8%-li xlorid turşusu alınır. Alınan turşunun istifadə sahəsi olmadığı üçün ekoloji problemlər yaradır. Nəzərə alsaq ki, dünya üzrə istehsal olunan epixlorhidrinin miqdarı bir milyon tona yaxındır, onda allil xloridin alınması mərhələsində əmələ gələn tullantı xlorid turşusunun ümumi həcmi haqqında təsəvvür yaranır [1,2].

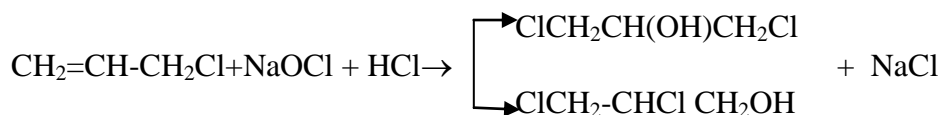
Ekoloji problemin qloballaşdığı dövrdə həmin tullantıların hər hansı istiqamətdə istifadə olunması əlverişli hesab olunur. Odur ki, həmin turşunun utilizə olunması baxımından DXQ-nin sintez olunması istiqamətində istifadə edilməsi məqsədəuyğun hesab edilir.

DXQ-nin alınmasında xlorid turşusundan, oksidləşdirici kimi isə natrium hipoxlorit-dən istifadə edilmişdir.[3,4,5]

Prosesin optimal şəraitini müəyyənləşdirmək məqsədilə prosesin gedişinə təsir edən faktorlar, o cümlədən xlorid turşusunun qatılığının, məhlulun temperaturunun və kimyəvi reagentlərin nisbətinin təsiri tədqiq edilmişdir.

Təcrübi hissə. Reaksiya mexaniki qarışdırıcısı olan üçboğazlı kolbada aparılır. Kolba termostatda yerləşdirilir. Natrium hipoxlorit 40÷45°C-də mexaniki qarışdırmaqla içərisində xlorid turşusu və allil xlorid yerləşdirilmiş kolbaya daxil edilir. Xlorid turşusu, natrium hipoxlorid və allil xloridin molyar nisbəti uyğun olaraq 1,5:1:1 götürülür. Reaksiya qurtardıqdan sonra məhlul xlorid turşusu və DXQ-nin miqdarına görə aretometrik üsulla analiz edilir. Alınan nəticələrə görə xlorid turşusunun qatılığı 0,4÷0,5%-ə qədər azala bilər, xlorhidrinin qatılığı isə 7÷8%-ə qədər yüksələ bilər. DXQ-nin çıxımı 80÷85%, selektivliyi isə 92÷94% təşkil edir.

Alınan nəticələrə görə belə qənaətə gəlmək olur ki, proses iki mərhələdən ibarətdir. Birinci mərhələdə natrium hipoxlorit ilə xlorid turşusu arasındakı reaksiyadan molekulyar xlor ayrılır və xlorhidrinləşmə nəticəsində DXQ əmələ gətirir. Ümumi şəkildə reaksiyanı aşağıdakı kimi göstərmək olar:



Həmin reaksiyada xlorlu üsulda olduğu kimi, şəraitdən asılı olaraq, əlavə məhsul kimi 1,2,3-trixloropropan [TXP] əmələ gəlir.

Reaksiyanın gedişinə və selektivliyinə xlorid turşusunun qatılığı, temperatur və reagentlərin nisbəti əsaslı dərəcədə təsir göstərir. Odur ki, həmin faktorların təsiri öyrənilmişdir.

Xlorid turşusunun qatılığının prosesinin gedişindəki rolu qarşılıqlı təsirdə olan reagentlərin mol nisbəti $\text{HCl} : \text{NaOCl} : \text{XA} = 1,5 : 1 : 1$ və temperatur 45°C olduqda tədqiq edilmişdir. Alınmış nəticələrə görə, DXQ-nin çıxımının xlorid turşusunun qatılığından asılı olaraq dəyişməsi qanunauyğundur. Nisbətən aşağı qatılıqda (2,5%) DXQ-nin çıxımı 45% təşkil edir. Ancaq qatılığın nisbətən yuxarı olduğu hallarda (5,0-7,5%) DXQ-nin çıxımının 68÷76%-ə qədər yüksəlməsi müşahidə olunur. Bu zaman TXP-nin çıxımı 15÷20%-ə qədər artır.

DXQ-nin çıxımına və reaksiyasının selektivliyinə temperaturun təsiri 25÷65% öyrənilmişdir. Bu zaman xlorid turşusunun məhluldakı qatılığı 7,5 % olmuşdur. Müəyyən edilib ki, $50\div 60^\circ\text{C}$ –də DXQ-nin çıxımı 75-80%-ə qədər yüksəlir. Alınan nəticələrə görə natrium hipoxloritin molyar nisbətinin təsiri $\text{NaOCl} : \text{XA} = 1,5 : 1$ olduqda DXQ-nin çıxımı 76÷79% təşkil edir.

Beləliklə, natrium hipoxloritlə işlədikdə reagentlərin nisbəti $\text{HCl} : 1,5 : 1,25 : 1$, temperatur $50\div 60^\circ\text{C}$ və xlorid turşusunun qatılığı 5,0÷5,5% daha məqsədə uyğundur. Bu zaman DXQ-nin allil xloridə görə çıxımı 75÷80% təşkil edir, TXP-nin çıxımı 10÷12%-ə düşür.

Alınan nəticələrə görə, natrium hipoxloritlə allil xloridin xlorid turşusunda xlorhidrinləşdirilməsi prosesinin material balansı hesablanmışdır. (Cədvəl №1)

Cədvəl 1

Optimal şəraitdə natrium hipoxloritlə allil xloridin xlorid turşusunda xlorhidrinləşdirilməsi prosesinin material balansı.

№	İstifadə edilmişdir	η	%	Alınmışdır	η	%
1	Xlorid turşusu, o cümlədən HCl	55,0	5,74	DXQ	97,8	10,2 1,3
	Su	675,1	70,44	TXP	12,1	2,0
2	Natrium hipoxlorit, o cümlədən NaOCl	74,5	7,77	HCl(geriyə qayıdan)	19,2	1,1
	Su	77,0	8,06	Allil(geriyə qayıdan)	10,6	3,51
	Su	76,5	8,0	NaCl	33,6	81,89
3	Allil xlorid			Su(geriyə qayıdan)	783,6	
	Cəmi	958,4	100	Cəmi	956,9	100
				İtki	1,5	0

ƏDƏBİYYAT

1. Патент №150453 (Россия). Способ получения аллил хлорида и реактор для его хлорирования. / Абдрашидов Я.М и др. Стерлитамак, ЗАО «Каустик». Опубл.10.06.2000
2. Патент №6888013 (США). Способ получения хлористого аллила и используемый процесс реактор / Tirtowidjojo мах М.,и др. опубл. 21.12.1999 РЖХ 2000, № 21,19 Н 26 П.
3. D.Ə.Aşurov, M.M.Muradov, K.A.Abbasova, N.D.Aşurova Tullantı abqaz xlorid turşusunun hesabına xlorhidrinlərin alınması. "Ekologiya və həyat fəaliyyətinin mühafizəsi" üzrə "Sənaye ili"nə həsr olunmuş VIII ənənəvi Beynəlxalq Elmi Konfransının materialları, SDU, Sumqayıt: 2014, s.12-14.
4. Aşurov D.Ə., Bəkirova K.Ə., Aşurova N.D., Hüseyinov R.İ. Dixlorbutandiolun alınması. "Monomerlər və polimerlər kimyasının müasir problemləri" III Respublika konfransının materialları". 05-06 noyabr. Sumqayıt: 2015, s.36-37.

5. Aşurov D.Ə., Hətəmov M.M., Muradov M.M., Bəkirova K.Ə., Abdullayeva M.B. Natrium hipoxlorit əsasında xlorspirtlərin alınması. Elmi xəbərlər. SDU, Təbiət və texniki elmlər bölməsi, cild 15, № 3. Sumqayıt: 2015, s. 33-35.

РЕЗЮМЕ
СИНТЕЗ ДИХЛОРГИДРИНГЛИЦЕРИНА С ПРИМЕНЕНИЕМ
ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ

Ашуров Д.А., Атамов М.М., Ашурова Н.Д., Абдуллаева М.В.

Ключевые слова: *гипохлорит натрия, соляная кислота, хлористый аллил, эпихлоргидрин, дихлоргидринглицерин.*

Синтез дихлоргидринглицерина осуществляют хлоргидринированием хлористого аллила в солянокислом растворе с применением в качестве окислителя гипохлорита натрия. Полученная 7-8% соляная кислота не имеет практического применения и поэтому представляет экологическую опасность для окружающей среды. Для синтеза ценных химических продуктов, в том числе дихлоргидринглицерина, использование этой кислоты считается целесообразным.

SUMMARY
SYNTHESIS OF DICHLOROHYDRINGLYCERINE
AT SODIUM HIPOCLORIT BASE
Ashurov D.A., Hatamov M.M., Ashurova H.D., Abdullayeva M.B.

Keywords: *Sodium hypochlorite, hydrochloric acid, allele chloride, epichlorhidrine, dichlorhidringlycerine.*

Synthesis of dichlorhydringlycerine is being realized with chlorhidration of allele chloride by using sodium chloride as oxidizers at the solution of hydrochloric acid reseived hydrochloric acid 7-8% is lacking of practical appellation and creates ecological threat to the environment. It is expedient to utilize this acid in the synthesis of valiable chemical products and dihlorgidringlycerin as well.

Daxil olma tarixi: İlk variant 26.04.2016
Son variant 14.12.2016

UOT 574

**TÜSTÜ QAZLARINDA OLAN ZƏRƏRLİ MADDƏLƏRİN ZƏRƏRSİZLƏŞDİRİLMƏSİ
METODLARININ ARAŞDIRILMASI**¹ƏHMƏDOVA RƏHİLƏ RZA qızı²AŞUROVA NƏRGİZ DURSUN qızı³HÜSEYNOVA AYBƏNİZ ELBRUS qızı⁴AVDUNOVA AYNURƏ MƏTLƏB qızı

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

e-mail: ahmedova.rahila@mail.ru

Açar sözlər: Yanacaq, tüstü qazları, qaz qarışığı, İstilik Elektrik Stansiyaları (İES), ətraf mühit, ekoloji tarazlıq, proses, tərkib və miqdarı, tullantı qazları, azot, karbon, kükürd oksidləri.

Məqalədə bir çox sənaye sahələrində ekoloji prosesin mükəmməl olmaması üzündən atmosfer havasında müxtəlif tullantıların əmələ gəlməsi səbəbləri araşdırılıb. Məqsəd İES-lərdən ətraf mühitə atılan tullantı qazlarının tərkibi və miqdarını tədqiq etməkdir. Nəticə onu göstərir ki, atmosferə atılan tullantı qazlarının tərkib və miqdarı dəyişdikcə azonun miqdarı da dəyişir və ətrafa atılan tullantı qazlar atmosferə nə qədər ziyan vurursa, bir o qədər də onların havanın nəmi ilə və digər qazlarla birləşərək əmələ gətirdikləri tullantılar da ətrafa zərərli təsir göstərir.

Məlumdur ki, sənayenin bir çox sahələrində, ekoloji nöqtəyi-nəzərdən texnoloji proseslərin mükəmməl olmaması üzündən müəssisələrdə çoxlu miqdarda müxtəlif tərkibli qaz, toz, çirkab sular, şlak və şlam şəklində tullantılar əmələ gəlir.

Tərkibi müxtəlif qeyri-üzvi və üzvi maddələrdən ibarət olan bu tullantılar ətraf mühitə atılır, atmosfer havasına, su hövzələrinə, torpağa, bitgi və canlı aləmə, İnsanların sağlamlığına böyük dərəcədə zərər vurur. Atmosfer havasının əsas çirkləndiricisi olan yanacaq məhsulları (daş kömür, neft və neft məhsulları) tərkibindən aslı olaraq tüstü qazlarının tərkibi CO, CO₂, SO₂, SO₃, NO_x və tam yanmamış üzvi maddələrdən (karbohidrogenlər), az miqdar oksigendən ibarətdir.

Bu qazlar tüstü qazlarının tərkibində yanacağa verilən havanın və karbohidrogenlərin tərkibində olan kükürd birləşmələrinin hesabına əmələ gəlir. Yanacaq məhsullarının yanacaq kimi istifadə olunması nəticəsində hər il atmosferə milyon tonlarla karbon oksidləri, azot və kükürd oksidləri atılır. Bu oksidlər atmosfer havasında olan nəmliklə birləşərək nitrat, sulfat və karbonat turşularına çevrilərək, turş yağışlar şəklində litosferə və hidrosferə tökülərək canlı aləmə, bitgilərə, binalara və metal avadanlıqlarına müxtəlif zərərli təsir göstərir. Bir çox tədqiqat üsulları ilə azot, karbon və kükürd oksidləri müxtəlif qiymətli maddələrlə (karboamid, metan, ammoniyak və hidrogenlə) yandırılaraq, neytral mühitə çevrilirdi. Bu proses yüksək temperaturda getdiyi üçün həm enerji itkisi (sərfi), həm də qiymətli maddələrdən istifadə olunurdu.

Məqsədimiz bu zərərli tullantı qazları müxtəlif oksidləşdiricilərdən istifadə edərək, aşağı temperaturada müxtəlif turşulara və başqa maddələrə çevilərək bir çox məqsədlər üçün istifadə etməkdir. Bunlardan ən əlverişli, səmərəli üsul ammoniyak vasitəsilə oksidləşdirmək və absorbsiya üsulu ilə həmin qazların ayrılmasıdır.

Bildiyimiz kimi, sənaye regionundan, ətraf mühitə tullantı qazlar təkcə istilik elektrik stansiyalarında yanacaqdan alınan tüstü qaz qarışıqları deyil, eyni zamanda başqa sənaye sahələrindən də ətraf mühitə atılan tüstü qazlarının ətraf mühitə mənfi təsirini və canlı orqanizmdə törətdiyi fəsadları nəzərə alaraq, (İES) istilik elektrik stansiyalarından ətraf mühitə atılan tullantı qazların tərkibi və miqdarını tədqiq etməyi qarşımıza qoymuşuq. Bu İES-lərdə yanacaq kimi təbii qazdan istifadə olunduğunu nəzərə alaraq, xammal kimi istifadə olunan

yanacaq qazının tərkibi vaxtaşırı analiz edilir. Əgər yanacağın növü dəyişərsə, onda tüstü qazlarında tərkibi dəyişəcəkdir.

Ümumiyyətlə, istilik elektrik stansiyalarında istifadə edilən təbii qazı yandırdıqdan sonra oradan atmosfərə atılan tüstü qazlarının tərkibi müasir analiz metodları ilə analiz edilmişdir. Analiz nəticələri cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1

Alınan tullantı qazlar	Miqdarı, %-lə
H ₂	5,43
C ₁	80,06
C ₂	3,0
C ₃	1,1
C ₄	0,43
C ₅	0,15
CO ₂	3,08
CO	1,54
SO ₂	0,21
(NO) _x	5,00

Yanma prosesinin tam getməsi (yanacağın tam yanması) üçün prosesə verilən havanın tərkibi və oksigenin yanacağı göstərdiyi təsiri təyin etmək lazımdır. Yanma prosesindən sonra tüstü qazlarından oksigenin miqdarı 1-2%-dən aşağı olarsa, yanma prosesinin tam getdiyi məlum olur. Bu zaman CO₂-qazının miqdarı nisbətən çoxdur. Yanacaq yandıqdan sonra oksigenin miqdarı artarsa, bu o deməkdir ki, yanma prosesi natamam getmişdir. Bu zaman atmosfərə atılan tüstü qazının tərkibində CO_x qazının miqdarı çoxdur.

Tüstü qazlarının tərkibində CO_x qazlarının miqdarının artması, deməli, oksigenin yanma prosesində tam iştirak etməməsindən asılıdır. Baxmayaraq ki, yanacağın tərkibinə verilən havanın (oksigenin) tərkibində sərbəst oksigendən istifadə olunduğu üçün NO_x nəzərdə tutulmur. Lakin nəzəri əsaslara və ədəbiyatlara əsasən deməliyik ki, yanma prosesi yüksək temperaturda hava verməklə gedən yanma prosesində mütləq NO_x –qazları alınmalıdır. Bunlara baxmayaraq bizim apardığımız nəzəri və təcrübi faktlara əsasən istilik elektrik stansiyalarında istifadə olunan yanacaq məhsulları və tüstü qazlarının tərkibində dəqiq analiz edilərsə NO_x iştirakı olmalıdır.

İstilik elektrik stansiyalarında müxtəlif yanacaqlar yandırılarkən alınan tüstü qazlarının (atmosferə atılan) təmizlənməsi və onların zərərsizləşdirilməsi ekoloji baxımdan ən əsas ekoloji problemlərdən biridir. Bununla yanaşı sənaye obyektlərinin əksəriyyəti ətraf mühitə müxtəlif növ zərərli (zəhərli) maddələr atır. Məlum olduğu kimi, istilik elektrik stansiyalarında yandırılan yanacaqların tərkibindən aslı olaraq, litosferə daimi sürətdə zərərli tüstü qazları atılır. Bu zərərli tüstü qazları orqanizmə və ətraf mühitə müxtəlif mənfi toksiki təsiri olur. Bu deyilənləri nəzərə alaraq, atmosfərə atılan tullantı qazların təmizlənməsi üsulları məlumdur. Həmin metodlardan biri də katalitik təmizləmə metodudur. Katalizator kimi Pt və Pb oksidlərindən istifadə olunur, bu oksidlər alüminium qırıntıları üzərində oturdulur.

Ədəbiyyat araşdırmalarından məlum olur ki, temperaturada və katalizator iştirakı ilə HCN-sianid turşusu da alınır. Bu maddə çox zəhərlidir. Bir çox elmi təşkilatlar (məs.Yaroniya alimləri) SO₂-qazından istifadə etməyin mümkünlüyünü həll etmişlər. Ədəbiyyat analizindən aydın olur ki, istilik elektrik stansiyalarında ətraf mühitə atılan tullantı qazların tərkibində NO_x də olur. Bu qazlar da ətraf mühitə mənfi təsir göstərir. Təklif etdiyimiz üsulla (CO və NO) qazlarının miqdarını azaltmaq və ya minimuma endirmək olar, çünki yanma zamanı NO və CO qazları NO₂ və CO₂ çevrilir. Bu qazların çıxımını 96%-ə çatdırmaq olar.

Məlumdur ki, hal-hazırda yəni son 30-35 il ərzində istilik-elektrik stansiyalarında yandırılan yanacaqın miqdarı 450 milyard barel neft, 90 milyard ton kömür, 11 trilyon m³-qaz sərf olunmuşdur. Atmosferə atılan qazların içərisində əsas yeri azot və karbon qazı tutur. Belə ki, ildə 1 milyon ton qaz qarışığı atmosferə atılır. Dəqiq analiz nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, İES-ləridən hər il atmosferə 66 ton üzvi birləşmə, 82 t kükürd qazları 24 t xloridlər, 41 t fosfor birləşmələri, 500 t asılı hissəciklər atılır.

Müasir dövrdə elmi-texniki tərəqqinin inkişafı göstərir ki, bütün elektrik stansiyaları inkişaf edir, onların gücü sürətlə artır. İstilik elektrik stansiyalarında əsas yanacaq kimi təbii qazlardan istifadə edilir. Ona görə ki, bu yanacaq növü bərk və maye yanacaq nisbətən daha asan nəql edilir və asan çıxarılır. Digər yanacaqlara nisbətən isə bu yanacaq daha ucuz olmasına baxmayaraq, istilikvermə qabiliyyəti yüksəkdir. Məsələn: neft, mazut və daş kömürlə müqayisə göstərir ki, mazutdan 10%, daş kömürdən 1,5 dəfə çox, 2,5 dəfə süni alınmış yüksək molekululu qazlardan çox effektivdir. Təbii qazın istilik ötürmə qabiliyyəti digər yanacaq növlərindən yüksəkdir. Qaz yanacağından atılan tullantılar digər yanacaqlarla müqayisədə nisbətən azdır.

Başqa üsullarla tüstü qazların təmizlənməsi absorbsiya və adsorbsiya üsuluna əsaslanır.

Burada qazların adsorbsiya üsulu ilə adsorbent səthində dispers sistemin gücü ilə (fiziki adsorbsiya) və ya kimyəvi təsir nəticəsində hesabına aparılır. Bu üsullarla tüstü qazları nisbətən və ya tam təmizlənməsi prosesi gedir.

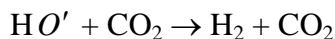
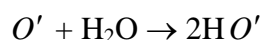
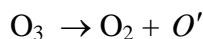
Təmizlənmə prosesi tərənəmzə laylı katalizatorlardan istifadə etməklə qaz təmizləyici qurğudan istifadə edilir. Təcrübənin aparılması üçün ilkin qaz qarışığı laboratoriya qurğusuna verilərək alınan nəticəni yoxlamaq üçün analiz cihazları hazırlanmışdır. İstifadə edilən qurğu kalondan, həlledici tutumundan, ammoniyak tutumundan, qızdırıcıdan, reaksiya kalonundan və kondensator soyuducudan ibarət qurğu quraşdırıldıqdan sonra oksidləşdirici rolunu oynayan ammoniyakı istifadə edərək zərərsizləşdirilməsi prosesi aparılır.

Qaz qarışığı analiz edildikdən sonra absorbsiya kalonuna vurulur, buraya kontakt üçün NH₃ sulu məhlulu aparatın yuxarı hissəsinə 75⁰C-də daxil olur. Aparatda qaz qarışığı və ammoniyak görüşdükdən sonra oksidləşdirməni aparmaq üçün buxarlandırıcıya daxil olur. Burada temperatura 170⁰C-dir. Ammoniyak regeneratör reaktoruna daxil olur. Azot oksidi 300÷400⁰C-də oksidləşərək sərbəst azot və suya çevrilir. Nəm halında olan qaz buxarlandırıcıda daxil olan qaz axını ilə birləşir. Oradan kalona daxil olur. Kalonun (aşağı hissəsindən) generatordan karbohidrogen və su daxil olur. Ammoniyak və su buxarı kalonun yuxarı hissəsindən çıxaraq soyuducuya daxil olur və tutuma toplanır. Bu üsulla tüstü qazının təmizlik dərəcəsi 98%-ə çatır. Proses olduqca əlverişli prosesdir. Ancaq bunun da çatışmayan cəhəti elektrik enerjisi çox olması və apardı termiki reaksiya getdiyindən parçalanma prosesi tez getməsidir. Yanacağın tipi dəyişildikdə yanma proseslərindən kükürd qazları alınır. Bu qaz SO₂ qarışıqlarını təmizləmək üçün müxtəlif kükürd qazlarının udulmasında aktiv edən adsorbentlər seçilməsi məsləhət görülür. Adsorbent kimi ən əlverişli qələvi xarakteri daşıyan NH₃ və NaOH qələvisinin sulu məhlulundan istifadə edilir.

Son illər bir çox ölkələrdə yanacaqdan və yaxud da sənaye obyektlərində ətraf mühitə atılan tullantı qazların təmizlənməsi prosesi aparılır. Müasir dövrün ən vacib tələblərindən biri kimi ekoloji problemlərin həlli üçün bu proseslərin əhəmiyyəti böyükdür.

Qarıda duran ən vacib problemlərdən biri də adsorbentin tipinin seçilməsi məsələsidir. Bu vaxta qədər heç bir yerdə istifadə edilməmiş və ətraf mühitə külli miqdarda atılan tullantı tüstü qazlarının təmizlənməsi üçün karbitin adsorbent kimi istifadə olunmasını biz təklif edirik. Məlumdur ki, karbitin sönmüş hissəsi Ca(OH)₂ – tullantı kimi ətraf mühitə atılır. Bundan adsorbent kimi istifadə olunması hər tərəfli istifadə olunması deməkdir. Bu metodlarda NO_x və SO₂ qazlarının təmizlənməsi 95-96% təşkil edir. Atmosferdə NO_x və SO₂ olması nəinki turş yağışların əmələ gəlməsinə səbəb olur, eyni zamanda havanın ozon təbəqəsinin parçalanaraq oksigenə və sərbəst halda oksigen atomuna çevirir. Sərbəst oksigen atomu bir çox birləşmələrin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Atmosferə atılan tullantı qazlar sərbəst oksigenlə birləşərək, ozonun

parçalanmasına səbəb olur. Məs: aktiv oksigen su buxarı ilə birləşərək CO₂ qazının əmələ gəlməsinə səbəb olur:

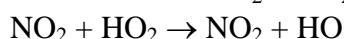
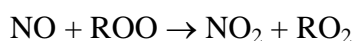


Əmələ gələn oksigen və hidrogen molekulları birləşərək hidropereksid radikalı əmələ gətirir. Harada çoxlu miqdarda uçucu üzvi maddələr (UÜM) olduğundan aşağıdakı reaksiyalar baş verir:

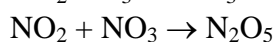
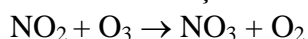


PAN – pereksasetilnitrat

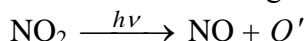
RCHO' – aldehid



Atmosferdə axşam saatlarında gedən reaksiyalar:



Gündüz saatlarında gedən reaksiyalar:



Bu onu göstərir ki, atmosfərə atılan tullantı qazların tərkib və miqdarları dəyişdikcə ozonun miqdarı da dəyişir. Demək olar ki, ətraf mühitə atılan tullantı qazları özləri atmosfərə nə qədər ziyan vurursa, bir o qədər də onların digər qazlarla və yaxud havanın nəmi ilə əmələ gətirdikləri tullantılarda bir o qədər ətrafa zərərli təsir göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. Батлук В.А. Основы экологии и охрана окружающей природной среды. Львов: Афиша, 2001, 333 с.
2. Катлер В.Р. Оксиды азота в дымовых газах котлов. М.: Энергоатомиздат, 1987.
3. Йорк К., Йорнер С. Загрязнение воздуха, источники и контроль. Москва: Мир, 1980.
4. Катлер В.Р. Оксиды озота в дымовых газах котлов. М.: Энергоатомиздат. 1987.
5. Термическая и каталитическая очистка газовых выбросов в атмосферу. Под ред. И.Я.Сизал. Киев: Науково думка, 1984.
6. Зельвович Я.Б., Садовников П.Я. Окисление азота при горении. Москва: АН СССР, 1947.

РЕЗЮМЕ

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В СОСТАВЕ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ

Ахмедова Р.Р., Ашурова Н.Д., Гусейнова А.Э., Авдунова А.М.

Ключевые слова: *отходящие газы, тепловой энергетический центр (ТЕЦ), окружающая среда, топливо, процесс, состав и количество, нитраты, углеводород, оксиды серы, азота и углерода.*

В статье исследованы причины появления различных отходов в слоях атмосферы из-за не усовершенствованных экологических процессов во многих промышленных сферах. В результате было установлено, что при измерении количества отходящих газов в атмосфере меняется и количество озона. Отходящие газы наносят большой вред

атмосферы, такое же влияние оказывает на окружающую среду отходящие газы в комплексе с влажностью воздуха и с другими газовыми компонентами.

SUMMARY

THE INVESTIGATION OF METHODOLOGIES OF DECONTAMINATING HAZARDOUS SUBSTANCES IN GREENHOUSE GASES

Akhmedova R.R., Ashurova N.D., Huseinova A.E., Avdunova A.M.

Keywords: *fuel, sulfur oxides, gas mixture, Thermal Power Plants (TPP), environment, ecological balance, process, structure and amount, greenhouse gases, nitrogen, carbon, smoke gases.*

In this article a research has been conducted in order to identify the reasons of creation of ecological wastes generated from ineffective operation of ecological processes in most industrial areas. The aim of research is to explore the structure and amount of greenhouse gases emitted by TPPs. The results show that the amount of azone is changing in case of measurement of emitted gases to the atmosphere. The emissions brought about a big damage to atmosphere and to environment in g=harmony with the wet air and other related qases.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	29.03.2016
	Son variant	14.12.2016

UOT 582.28

AZƏRBAYCANIN BƏZİ MEŞƏLƏRİNDƏ YAYILAN POLYPORACEAE FƏSİLƏSİNƏ AİD GÖBƏLƏKLƏRİN NÖV MÜXTƏLİFLİYİ

¹HƏSƏNOVA ARZU RƏSUL qızı

²BUNYATOVA LALƏ NOVRUZ qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti: 1,2- baş müəllim

e-mail: Arzu.h85@mail.ru

Açar sözlər: meşə ekosistemləri, qov göbələkləri, növ tərkibi, substratlar üzrə paylanması, mikrobiota.

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində Azərbaycanın müxtəlif meşə ekosistemlərində yayılan qov göbələkləri (*Polyporaceae* fəsiləsi) növ tərkibinə görə tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq edilən meşələrin mikobiotasının formalaşmasında qov göbələklərinin 19 növü iştirak edir. Tədqiq edilən ərazilərdə qeydə alınan 19 növün 1-i stenotroflara, 7-i şerti stenotroflara, 11-i isə evritroflara adi olması göstərilmişdir.

Məlumdur ki, prokariot və eukariot orqanizmlərin hamısı bioresurslara aiddir [1]. Bioresurslara aid olan canlılardan olan göbələklər həm növ müxtəlifliyinə, həm də təbiətdə yerinə yetirdikləri funksiyaların rəngarəngliyinə görə digər canlılardan fərqlənirlər və üzvi maddələrin olduğu hər bir yerdə yayılma qabiliyyətinə malikdir [3,4,7]. Mikromisetlər və makromisetlər olmaqla, iki böyük qrupa bölünən göbələklər müxtəlif biosenozların heterotrof blokunda və ümumi resurs potensialında mühüm rol oynayırlar [11,12]. Belə ki, onlar qida, dərman və yem keyfiyyətlərinə görə təsərrüfat əhəmiyyətinə malikdir və təbiətdə, o cümlədən meşələrdə üzvi maddələrin destruksiyasında və transformasiyasında aktiv iştirak etməklə onların davamlılığını təmin edir [2,10,12]. Bu səbəbdən də hazırda müasir mikologiyanın prioritet istiqamətlərindən biri müxtəlif regionlara xas olan mikomüxtəlifliyin bu aspektlərdən qiymətləndirilməsidir. Belə ki, istənilən ərazinin mikobiotası dinamik və daimi inkişaf edən təbii bir sistemdir və zaman-zaman onun uçotunun aparılması zəruridir.

Makromisetlərin ən geniş yayılmış qruplarından biri də taksonomik aidiyyətinə görə bazidili göbələklərin *Polyporaceae* fəsiləsinə aid olan nümayəndələridir ki, bunların da ən çox yayıldığı yer meşələr hesab olunur. Bu fəsiləyə aid göbələklərin növ tərkibi və yayılması qanunauyğunluqları haqqında xeyli tədqiqat işləri aparılsa da, nəticələri hələ ki qənaətbəxş hesab etmək olmaz. Bu göbələklərin müxtəlif bioloji aktiv maddələrin [2,5], o cümlədən farmakoloji aktivliyə malik olanların aktiv produsentləri olmasının da aydınlaşdırılması onlara olan marağın daha da yüksəlməsini və onlardan istifadənin reallaşdırılmasına imkan verən informasiyaların əldə edilməsini şərtləndirən aspektlərdə tədqiqini qaçılmaz edir.

Bu səbəbdən də təqdim olunan işin məqsədi Azərbaycanın müxtəlif meşə ekosistemlərində yayılan *Polyporaceae* fəsiləsinə aid göbələklərin növ tərkibinə, eləcə də məskunlaşdıqları substratlarda paylanmasına görə xarakterizə edilməsidir.

Tədqiqat üçün nümunələr Azərbaycanın müxtəlif meşə ekosistemlərində (daha dəqiqi, Böyük Qafqazın cənub hissəsinin Azərbaycan Respublikasına aid olan ərazilərində və Talış dağlarında) yerləşən meşələrdən götürülmüşdür. Nümunələrin götürülməsi marşrut metodu [11] ilə həyata keçirilmişdir. Bu məqsədlə uzunluğu 3-10 km, eni isə 10 m olan marşrutlar seçilmişdir. Seçilən marşrutların hamısı tədqiq edilən meşələrin hüdudlarında və ona bitişik olan aqrofitosenozları əhatə etmişdir. Tədqiq olunan ərazilərdə göbələklərin həm kəmiyyətcə, həm də keyfiyyətcə uçotu aparılmışdır [8-9]. Göbələklərin say tərkibini müəyyənləşdirən zaman hər bir substratda (sağlam və ya qurumaqda olan ağac, qurumuş ağac, kütük və s.) rast gəlinən eyni növə aid bir neçə meyvə cismindən yalnız biri qeydə alınmışdır.

Göbələklərin identifikasiyası toplanmış meyvə cisimlərinin morfoloji təsvirinə, bazidiosporların ölçüsünə əsaslanan müxtəlif təyinedicilərdən [6,13,15] istifadə edilməklə həyata keçirilmişdir.

Tədqiq edilən meşələrdə 2012-2015-ci illər ərzində aparılan tədqiqatlarda Polyporacea fəsiləsinə aid 19 göbələk növünün yayılması aşkar edilmişdir ki, onlar haqqında da məlumatlar 1-ci cədvəldə verilir. Göründüyü kimi, qeydə alınan 9 cinsin 6-ı tədqiq edilən meşələrin mikobiotasının formalaşmasında 1 növlə, 1-i 2, 1-i isə 3 növlə təmsil olunur. Təkcə Trametes cinsi 8 növlə təmsil olunur, yəni bu cins Azərbaycan meşələrində ən geniş yayılmış cins kimi xarakterizə edilə bilər.

Qeyd etmək yerinə düşərdi ki, bu cinsin aparılan digər tədqiqatlarda da Azərbaycanda geniş yayılması müəyyən edilmiş və Azərbaycanın ksilomikobiotasında, ümumiyyətlə, 9 növlə təmsil olunması müəyyən edilmişdir.

Cədvəl 1.

Polyporaceae fəsiləsinə aid göbələk növlərinin taksonomik strukturu

Şöbə	Sınıf	Sıra	Fəsilə	Cins
<i>Bazidiomycota</i>	<i>Bazidiomycetes</i>	<i>Polyporales</i>	<i>Polyporaceae</i>	<i>Cerrena(1), Daedaleopsis(1) Fibroporia(1) , Fomes(1) Lenzites(2) Polyporus(3) Pseudotrametes(1), Pycnoporus(1) Trametes(8)</i>

Qeyd edək ki, tədqiq edilən meşələrdə yayılması qeydə alınan göbələklərin hamısının məskunlaşma yerləri meşəni formalaşdıran ağaclardır və göbələklərin həmin ağaclar üzrə paylanması xarakterinin müəyyənləşdirilməsi də müəyyən elmi və praktiki maraq kəsb etdiyindən tədqiqatların gedişində bu məsələyə də aydınlıq gətirilmişdir. Göbələklərin konkret substratlarda məskunlaşması xüsusiyyətlərinə görə növlər üç kateqoriyaya bölünür [12]:

1. Substrat spesifikliyi yaxşı ifadə olunan növlər, yəni müəyyən bitki cinsinə aid ağaclarda məskunlaşan növlər(bəzən bunları stenotrof növlər kimi xarakterizə edirlər) ;
2. Bir qrup bitki cinslərinə aid ağaclarda məskunlaşan növlər(şerti stenotrof növlər);
3. Xüsusi substrat ixtisaslaşması olmayan növlər(evritrof növlər).

Tədqiqatların gedişində yayılması qeydə alınan bu göbələklərin bu bölgüyə uyğun xarakterizə edilməsi zamanı aydın oldu ki, onların arasında substrat spesifikliyi yaxşı ifadə olunan göbələklər cəmi 1 növlə təmsil olunurlar (cədv.2).

Cədvəl 2

Polyporaceae fəsiləsinə aid göbələk növlərinin substratlar üzrə paylanması ümumi xarakteristikası

Məskunlaşdıqları substrata münasibəti	Növlər
Substrat spesifikliyi yaxşı ifadə olunan növlər	<i>Fibroporia bombucena</i>
Bir qrup bitki cinslərinə aid ağaclarda məskunlaşan növlər	<i>Cerrena unicolor, Daedaleopsis confragosa, Lenzites reichardtii, Pycnoporus cinabarinus, Trametes heteromorpha, T.hoehnelii, T.ochraseus</i>
Xüsusi substrat ixtisaslaşması olmayan növlər	<i>Fomes fomentarius, Lenzites betulina, Polyporus agariceus, P.sqamosus, P.varius Pseudotrametes gibbosa, Trametes cervinus, T.hirzuta, T.pubescens, T.versicolor, T.zonatus</i>

Qeyd etmək lazımdır ki, ksilotrof makromisetlərin, o cümlədən Polyporaceae fəsiləsinə aid göbələklərin xarakteristikası zamanı bu bölgüdən onların xarakterik xüsusiyyətlərini özündə ifadə edən bir əlamət kimi istifadə edilməsi məqsədəuyğun deyil, belə ki, təmiz kulturaya

çıxarılmış stenotrof və şərti stenotroflara aid makromisetlər vegetativ faza mərhələsində təbii şəraitdə məskunlaşmadığı ağaclardan ibarət qidalı mühitdə intensiv böyümə qabiliyyətinə malikdir. Bu öz təsdiqini həm bizim tədqiqatlarda, həm də aparılan digər tədqiqatlarda[1] öz təsdiqini tapılmışdır.

Beləliklə, aparılan tədqiqatlardan aydın oldu ki, Azərbaycanın müxtəlif ekosistemlərində Polyporaceae fəsiləsinə aid göbələklər geniş müxtəlifliyə malikdir ki, bunun da kəmiyyət göstəricisi tədqiqatların gedişində qeydə alınan 19 növlə ifadə olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Qəhrəmanova F.X. Meşə ekosistemlərinin və onlara bitişik aqrofitosenozların mikobiotasının ksilotrof nümayəndələrinin bioresurs əhəmiyyəti. Biologiya üzrə elmlər doktoru alimlik dərəcəsi almaq üçün təqdim edilən dissertasiyanın avtoreferatı. Bakı, 2014, 46s.
2. Muradov P.Z. Bitki substratlarının konversiyasının əsasları. Bakı: Elm, 2003, 114s.
3. Арефьев С. П. Дереворазрушающие грибы – индикаторы состояния леса // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Тюмень: ИПОС СО РАН, 2000, в. 1, с. 91-105.
4. Арефьев С.П. Сообщество дереворазрушающих грибов как отражение структуры и состояния леса // Сибирский экологический журнал. т.14, № 2. Новосибирск: 2007, с.235-249.
5. Бабицкая В.Г. и др. Физиологически активные соединения ксилотрофных базидиомицетов / Биология, систематика и экология грибов в природных экосистемах и агрофитоценозах (Материалы конф.). Минск: ИООО Право и экономика, 2004, с.24-28.
6. Бондарцева М.А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. вып. 2. С-Пб.: Наука, 1998, 391с.
7. Грибные сообщества лесных экосистем. Том 2. / Под ред. В.Г. Стороженко, В.И. Крутова. Москва-Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004, 311 с.
8. Малый практикум по ботанике. Водоросли и грибы / Т. Н. Барсукова, Г. А. Белякова и др. М.: Издательский центр «Академия», 2005. - 240 с.
9. Методы экспериментальной микологии/Под. ред. Билай В.И. Киев: Наукова думка, 1982, 500с.
10. Мир растений в 7 томах. Том 2. Москва: «Просвещение», 1991, 475с.
11. Мухин В. А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины / В. А. Мухин. Екатеринбург: 1993, 231 с.
12. Ярльченко Т.Н. Биоразнообразие и ресурсный потенциал макромицетов в лесных биоценозах Ростовской области. Диссертация ... к.б.н. Новочеркасск: 2007, 252с.
13. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi/Ed. Kirk P.M.et al., 9 ed. CABI Bios, 2001, 655 p.
14. <http://www.mycobank.org>
15. www.indexfungorum.org/Names/fungic.asp

РЕЗЮМЕ
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГРИБОВ СЕМЕЙСТВА POLYPORACEAE,
РАСПРОСТРАНЕННЫХ В НЕКОТОРЫХ ЛЕСАХ АЗЕРБАЙДЖАНА

Гасанова А.Р., Бунятова Л.Н.

Ключевые слова: *лесные экосистемы, трутовые грибы, видовой состав, распределение по субстратам, микобиота*

Были исследованы по видовому составу трутовые грибы (семейство Polyporaceae), распространенные в различных лесах Азербайджанской Республики. Установлено, что в формировании микобиоты исследованных лесов принимают участие 19 видов трутовых грибов. Показано, что из 19 видов, обнаруженных на исследованных территориях, 1 вид по распространению на субстратах характеризуется как стенотрофы, 7 видов – как условные стенотрофы, а 11 видов – эвритрофы.

SUMMARY
SPECIES OF DIVERSITY MUSHROOMS OF FAMILY POLYPORACEAE,
DISTRIBUTED IN SOME FORESTS OF AZERBAIJAN

Hasanova A.R. Bunyatova L.N.

Keywords: *forest ecosystems, the bracket fungi, species composition, distribution of substrates, mikobiota*

Herein were investigated the species composition of pore fungi (family Polyporaceae), distributed in the various forests of Azerbaijan Republic. It was found that the formation of mycobiota studied forests are involved 19 species of pore fungi. It is shown that from 19 species found in the investigated areas 1 of them by spread on the substrates is characterized as stenotroph, 7 species – as convention stenotroph and 11 – species as evritroph.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	18.12.2015
	Son variant	14.12.2016

UOT: 547.314

**AZƏRBAYCANIN KIÇİK QAFQAZ ƏRAZİLƏRİNDƏ BİTƏN
CARUM CARVI Z. BİOEKOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ KİMYƏVİ TƏRKİBİNİN
ÖYRƏNİLMƏSİ**

MƏMMƏDOVA HÜSNİYƏ QARA qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent

¹CƏFƏROV VALEH CABBAR oğlu

²XƏLİLOVA SƏNƏM MUSA qızı

³MUSAYEVA GÜLNARƏ HÜSEYNXAN qızı

AMEA Polimer Materialları İnstitutu:

1- professor, 2- kiçik elmi işçi, 3-böyük laborant

e-mail: husniya.mammadova@mail.ru

Açar sözlər: *Adi zirə – Carum carviz, flavonoid, kempferol, kversetin, silikagel, elyuasiya.*

Dağ atəklərində yayılan Apiaceae fəsiləsindən olan Carum carvi Z. bioekoloji xüsusiyyətləri və kimyəvi tərkibi barədə məlumat verilmişdir. Carum carviz növünün toxumundan iki fərdi maddə təyin edilmişdir: kversetin, kempferol.

Kiçik Qafqazın yüksək dağ bitki örtüyü müxtəlif illərdə alimlər tərəfindən öyrənilmiş və burada olan nadir növlər barədə məlumatlar verilmişdir [6]. KQ ərazisində təqribən 1250-dən çox ali bitki növü formalaşmışdır. Lakin KQ-ın Gədəbəy əraziləri ayrıca bir tədqiqat obyektinə olmadığı üçün burada olan nadir bitkilərin vəziyyəti barədə dəqiq məlumatlar yoxdur. Azərbaycan daxilində KQ-nın bitki örtüyünün əsasını təşkil edən rayonlarımızdan biri də Daşkəsən-Gədəbəy ərazisidir. Ərazinin bitki örtüyündə baş verən təbii neqativ proseslər – su eroziyası, difolyasiya, deqradasiyalarla nəticələnmiş, elə növlər vardır ki, onların populyasiyaları daralmış, yeganə yayılma mərkəzi Gədəbəyin yüksək dağ ərazilərində nadir növ kimi qiymətləndirilməmişdir. Apiaceae Lindl fəsiləsinə aid *Bupleurum wittmannii* Stev, növü nadir növlərindəndir. İtmənin şox yüksək riski ilə üzləşən taksondur. Azərbaycan florasında yalnız Gəncə-Qazax botaniki rayonunda Molladi kəndinin yaxınlığında olan Qazan gölü ətrafında yayılmışdır [7]. Gədəbəy ərazisində Çətindərə yaylağında region üçün 30 fərd bitkiyə rast gəlinmişdir. Xüsusi statusa malik belə növlərin qırmızı siyahı üzrə qiymətləndirilməsi təxirəsalınmazdır.

Ərazilərin səmərəsiz otarılması və digər antropogen amillərin mənfi təsiri, bəzi növlərin tamamilə məhv olmasına gətirib çıxara bilər. Ədəbiyyat mənbələrinə əsaslanaraq, uyğun ərazilərdə Apiaceae fəsiləsindən olan bəzi bitkilər tərəfimizdən axtarılsa da, tapılmamışdır.

Təbii ehtiyatlardan səmərəli surətdə istifadə edilməsi iqtisadi inkişafın əsas amillərindən birini təşkil edir. Bu baxımdan tərkibində bioloji fəal maddələr zəngin olan bitki növlərinin kimyəvi cəhətdən öyrənilməsi məqsədə uyğundur və alınan nəticələrin xalq təsərrüfatına tətbiqi xeyli fayda verə bilər.

Azərbaycan florası bioloji fəal maddələr ilə zəngin olan müxtəlif bitki növlərinə malikdir. Bitki aləmində ən çoxluq təşkil edən və geniş yayılan çətirçiçəklilər–Apiaceae (Umbelliferae) fəsiləsidir. Bu fəsiləyə aid olan adi zirə (yabanı zirə) bitkisi özünəməxsus yer tutur və kimyəvi tərkibi az öyrənilmişdir. Bu qrup birləşmələrin nümayəndələri müxtəlif istiqamətli fizioloji fəallığa malikdir. Bu fəsiləyə aid olan bir çox növlərin tərkibində bioloji fəal maddələr sırasından olan kumarin törəmələri mühüm yer tutur. Təbabətdə vacib hesab olunan ağrıkəsici, antikoagulyant, kapilyar damarları möhkəmləndirən, iltihab əleyhinə, öd qovucu, bədxassəli şişlərə qarşı istifadə olunan bitkilərin kimyəvi tərkibində müxtəlif kumarin törəmələrinin olması

müəyyənləşdirilmişdir [1,2,3]. Kumarin birləşmələri əsasında müxtəlif xəstəliklərin müalicəsində, tibbi praktikada geniş istifadə olunan 40-dan artıq effektiv preparatlar yaradılmışdır [4].

Umbellifera fəsiləsindən olan *Carum carvı*-ikiillik ot bitkisi olub, yoğun köklərə malikdir. Yeriüstü gövdəsi şırımlıdır, yuxarı hissəsi budaqlıdır. Yarpaqları dövrəsində uzunsovdur. Çiçəkləri çətir şəklində yerləşmişdir, ləçəkləri ağdır və ya çəhrayı rənglidir, meyvəsi qoşa dənəcikdən ibarət olub spesifik qoxuya malikdir. Bitki iyun –iyul aylarında çiçəkləyir, meyvələri avqust ayında yetişir.

Azərbaycanın müxtəlif rayonlarında yabanı halda yayılmışdır (Gədəbəy, Daşkəsən və s.). Qeyd olunan rayonların subalp və alp çəmənliklərində; meşə açıqlıqlarında, çay kənarlarında, bulaq ətraflarında zirə bitkisinə təsadüf olunur. Elmi təbabətdə zirənin toxumlarından istifadə olunur. Belə ki, toxumların yetişənə az qalan vaxtda bitkinin yerüstü hissəsi toplanır və bir müddət açıq havada qurudularaq tədarük olunur.

Hələ qədim zamanlarda zirə bitkisini toplayaraq meyvələrindən çay dəmləmə, ətirli su kimi istifadə etmişlər. Zirə meyvələrindən təbabət tozu, efir yağı hazırlanır və onlardan mədə-bağırsaq xəstəliklərində mədənin həzmolma prosesini yaxşılaşdırın, köpölmanın qarşısını alan, eləcə də bağırsaqlarda əmələ gələn iltihabı aradan qaldıran dərman kimi istifadə edilir. Ümumiyyətlə, xroniki mədə-bağırsaq xəstəliklərinin müalicəsində zirə faydalı dərman hesab olunur. Mədə-bağırsaqda əmələ gələn iltihabı aradan qaldıran dərman bitkisi kimi istifadə edirlər

Yuxarıda qeyd etdiklərimizi nəzərə alaraq, Azərbaycan florasında geniş yayılmış zirənin kimyəvi tədqiqini məqsədə uyğun hesab edirik.

Tədqiqatın materialı və metodları. Tədqiqat obyektini kimi, dağ ətəklərində çiçəkləmə fazasında (iyulda) yığılmış *Carum carvi* Z. növünün kökündən, gövdəsindən və toxumundan istifadə olunmuşdur. Tədqiq edilən rayon, müxtəlif təbii şəraiti ilə xarakterizə olunan dağ komplekslərinin olması ilə xarakterizə olunur. Bu da müxtəlif ekoloji şəraitə uyğunlaşan çəmənlik bitkilərinin inkişafına səbəb olmaqla yanaşı, bioloji proseslərə, eyni zamanda *Carum carvi* Z. toxumlarının məhsuldarlığına təsir göstərir. Relyefin hündürlüyündən asılı olaraq, toxumların məhsuldarlığı kəskin dəyişir. Əsasən, subalp və alp çəmənliklərində; meşə açıqlıqlarında, çay kənarlarında aşağı və orta dağ qurşaqlarında təsadüf edilir.

Bitkilərin məhsuldarlığına təsir edən əsas amillər, çiçəklərin tozlanma vaxtı müşahidə edilən yağıntılı hava şəraiti, eləcə də meyvələrin formalaşdığı dövrdə quraqlıq keçən hava şəraitidir. Qısamüddətli müşahidə zamanı 2 əsas metoddan istifadə olunmuşdur: 1-gözəyarı bal sistemi, 2-miqdari metodlardan. Çiçəkləmə, toxumların əmələ gəlməsi 3, 4, 5 bal ilə qiymətləndirilmişdir. Qısamüddətli miqdarı metod daha dəqiq hesab olunmuşdur. Bu metodda vahid məkanda $1m^2$ və ya 1 fərddə olan generativ orqanların sayı və orta çəkisini bilməklə, vahid ərazidə olan generativ orqanların təyin edilməsinə əsaslanır. $1m^2$ –də olan toxumların orta sayı, toxumların orta çəkisi, kofisəntə (kofisənt – çiçəklənmənin məhsuldarlığını xarakterizə edir və yetişmiş toxumların ümumi generativ orqanlara olan nisbətini ifadə edir) əsasən məhsuldarlıq (kq/ha) hesablanır.

Yuxarıda qeyd edilənlərdən görüldüyü kimi, zirə çox qiymətli və xoş ətirli dərman bitkisidir. Bu baxımdan bitkinin kimyəvi tərkibinin tam öyrənilməsi məqsədilə tədqiq etdik.

Ekstraktiv maddələr cəmi xırda-xırda doğranılıb qurudulmuş gövdəsini və toxumunu (150,0 q) spirtlə 3 dəfə (hər dəfə 7 gün) ekstraksiya etməklə alınmışdır (40 q).

Bioloji fəal maddələri fərdi şəkildə almaq üçün xromatoqrafiya metodundan istifadə olunmuşdur. Belə ki, 10q maddələr cəmini silikagel ilə doldurulmuş şüşə sütununda ($h=30,0$; $d=2,5$ sm) xromatoqrafiya edilmişdir. Hər fraksiyanın həcmi-100 ml. Xromatoqrafiya sütunu benzolla (36 fraksiya), benzol+xloroformla (24 fraksiya), xloroformla (7 fraksiya) və xloroform+spirtlə (95:5) elyuasiya edilmişdir.

Maddələrin fərdiliyi ərimə temperaturu nazik təbəqəli xromatoqrafiya metodundan istifadə edərək (Silufol UV 250, həlledici – benzol+xloroform 1:1), Boytius masasında təyin olunmuşdur. İQ-spektrləri UR-20 spektrofotometrə vəzelin yağında çəkilmişdir.

Zirə meyvələrində müalicəvi əhəmiyyətli kversetin və kempferol tapılmışdır.

Nəticələr və onların müzakirəsi . Apiaceae fəsiləsindən olan az növlü cinslərin kimyəvi pasportlaşması istiqamətində tədqiqat işlərində *Carum carvi* Z. köklərindən, gövdəsindən və toxumundan istifadə olunmuşdur. Bitki materialından alınmış ekstraktiv maddələr cəmindən, xromatoqrafiya metodundan istifadə etməklə 2 fərdi maddə alınmışdır. Onlar İQ və NMR-spektrlərində aşkarlanmışdır.

Maddə-2 xromatoqrafik sütunun heksan+benzol (3:1) nisbətində olan qarşığı elyuasiya etdikdə 17-25-cı fraksiyalarda bir maddə aşkar olundu. Fraksiyaları birləşdirilib 100 ml həcmə qədər qovulduqdan sonra soyuducuya yerləşdirildi. 120-dəq. sonra maddə kristallar şəklində çökdü. Məhlul filtirdən süzülərək kristallara ayrıldı.

İQ və NMR-spektrində xüsusi əhəmiyyətli maddə – kversetin müəyyən olunmuşdur.

Heksan+benzol (1:2) nisbətində olan qarşığı isə elyuasiya etdikdə 31-37-cı fraksiyada iki maddə qarşığı aşkar olundu. Fraksiyalar birləşdirilib 10 ml həcmə qədər qovuldu və silikagel ilə doldurulmuş şüşə sütunda (h=60, d=2,5 sm) xromatoqrafiya edildi. Fraksiyanın həcmi 20 ml olmuşdur. 12-20 fraksiyada yeni maddə aşkar olundu. Maddə kristallaşdırılaraq İQ-spektr müəyyən edildi.

İQ-spektrində xüsusi əhəmiyyətli maddə – kempferol müəyyən olunmuşdur.

Beləliklə, alınmış spektral nəticələri ədəbiyyatdakı məlumatlarla müqayisə edərək, yuxarıda qeyd etdiklərimizi analiz edib belə nəticəyə gəlmək olar ki, tətqiq etdiyimiz kversetin və kempferolu flavonoidlərə aid edilə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Ковалева Н.Г. Лечение растениями. М.: Медицина, 1971, 350 с.
2. Максютин Н.П., Комисаренко И.Ф., Прокопенко А.Ф. Растительные лекарственные средства. Киев: Здоровье, 1985, 117 с.
3. Абышев А.З., Агаев Э.М., Керимов Ю.Б. Химия и фармакология природных кумаринов. Баку: Caspian Supplies, 2003, 112 с.
4. Серкерев С.В., Алескерова А.Н. Инфракрасные спектры и строение сесквитерпеновых лактонов и кумаринов. Баку: 2006, 223 с.
5. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Botanika İnstitutu. Azərbaycan florası, VI т., Bakı: Az.SSR EA, 1955.
6. Hacıyev V.C. Azərbaycan yüksək dağlıq bitkilisinin ekosistemi. Bakı: Təhsil, 2004, 130 s.
7. İbadullayeva S.C., Babakişiyeva T.S. AMEA Botanika İnstitutunun Elmi Əsərləri. Bakı: AMEA, 2014, s.8-9.
8. Флора Азербайджана: В 8-х т. Т. 2-8, Баку: Изд-во АН Азерб. ССР, 1952-1961.
9. Гроссгейм А.А. Флора Кавказа: В 7-х т. Т. 1-7, М.-Л.: Изд-во АН ССР, 1936-1967.
10. Azərbaycan Respublikasının Qırmızı kitabı, II nəşr, Bakı: Elm, 2013, 637 s.
11. Məmmədova H.Q., Abbasova A.E. Azərbaycanda bitən bəzi dərman bitkilərinin kimyəvi tərkibinin öyrənilməsi. Sumqayıt Dövlət Universitetinin Elmi Xəbərləri, cild 14, №2, Sumqayıt: SDU, 2014, s.58-60.

РЕЗЮМЕ

ИЗУЧЕНИЕ БИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОБЫЧНОГО ТМИНА, РАСТУЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ МАЛОГО КАВКАЗА АЗЕРБАЙДЖАНА

Мамедова Х.Г., Сафаров В.Дж., Халилова С.М., Мусаева Г.Г.

Ключевые слова: *Тмин обыкновенный, флавоноид, кемпферол, кверцетин, силикагел.*

В этой статье даны биоэкологические характеристики и химический состав обыкновенного тмина из семейства Apiaceae (*Carum Carvi* Z.), которые распространяются по всему Малому Кавказу. Из семян *Carum Carvi* Z получены 2 индивидуальных вещества: кверцетин, кемпферол.

SUMMARY

STUDY OF BIOECOLOGICAL FEATURES AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE ORDINARY CUMIN GROWING IN THE LESSER CAUCASUS TERRITORIES OF AZERBAIJAN

Mammadova H.Q., Cafarov V.C., Xalilova S.M., Musayeva G.H.

Keywords: *Lesser Caucasus, Carum Carvi, quercetin, kaempferol, bioecological.*

In this article have been reported bioecological characteristics and chemical composition of the ordinary cumin from the Apiaceae family (*Carum Carvi* Z.) which is spread over the Lesser Caucasus. From the seeds of *Carum Carvi* derived 2 individual substances: quercetin, kaempferol.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	11.05.2016
	Son variant	14.12.2016

УДК 316.722

ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ПЛАНИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

**¹МАМЕДОВ ДЖАВАНШИР ФИРУДИН оглы
МУСАЕВ ПАРВИЗ БАЛОГЛАН оглы**

Лицей «Истедад», преподаватель

²МАМЕДОВА ГЮЛЬНАРА АБДУЛЛА кызы

³НАРИМАНОВА РОЯ ОКТАЙ кызы

Сумгаитский государственный университет

1- профессор, 2- ассистент, 3-оператор

e-mail: cavan62@mail.ru

Ключевые слова: *Корпоративная сеть, высшее учебное заведение, планирование, информационный поток.*

В статье рассматривается вопрос выбора и размещения технических средств локальной компьютерной сети по их обобщенным показателям для обеспечения автоматизации функций учебного процесса на факультетах, в отделах высшего учебного заведения (на примере Сумгаитского государственного университета). Для обеспечения надежной работы подразделений Сумгаитского государственного университета (в рамках корпоративной сети) рассмотрен вопрос создания схемы планирования информационных потоков в электронно-адресной среде университета.

Качество работы учебного процесса и научных исследований в высшем учебном заведении (ВУЗ) во многом зависит от правильной, надежной и компактной организации корпоративной сети между подсистемами управления, факультетов и кафедр. Для эффективной работы корпоративной сети ВУЗ-а должны предусматриваться проектные работы по выбору ее технических средств и обеспечению надежного функционирования подсистем информационных систем корпоративной сети [1].

В этой связи, в статье рассматривается вопрос определения обобщенных показателей компьютерной системы для точности ее выбора и планирования информационных потоков для функционирования корпоративной сети на примере Сумгаитского государственного университета (СГУ). Иерархическая структура СГУ представлена на рисунке 1.

В зависимости от иерархической структуры СГУ предлагается общая схема корпоративной сети СГУ, где в качестве подсистем выбираются:

1. Подсистема отдела управления;
2. Подсистема факультетов;
3. Подсистема отделов.

Подсистемы СГУ функционируют посредством подсистемы корпоративного управления и контроля учебного и научного процесса СГУ. Данная подсистема поддерживается техническими средствами корпоративной сети, программными системами общего и специального назначения для обеспечения работы корпоративной сети, системами информационного обеспечения корпоративной сети [2].



Рис. 1. Иерархическая структура СГУ

Для обеспечения корпоративной сети СГУ выбираются нижеследующие технические средства коммутаторного центра на физическом, канальном и сетевом уровнях. На канальном уровне сетевой коммутатор с использованием switch PoE обеспечивает соединение узлов подсистем корпоративной сети СГУ (в пределах сегментов этой сети). Серверное устройство СГУ на базе специализированного компьютера с сервисным программным обеспечением реализует беспроводную точку доступа Access Point для информационного соединения локальной сети в пределах нескольких корпусов университета на базе UniFi controller. На сетевом уровне, имеющийся сетевой интерфейс корпоративной сети СГУ, пересылает пакеты данных между сегментами подсистем этой сети.

Для выбора местоположения точек доступа Access Point используется план размещения корпусов СГУ, которые находятся раздельно друг от друга на расстоянии приблизительно 300 м (рис. 2). Зона действия сигнала соседних точек доступа не должна превышать 30%, в противном случае соединение с UniFi будет прерываться. По техническим показателям радиус действия этих устройств составляет примерно 30 м в помещении с гипсокартонными перегородками и до 100 м на открытых площадках. Оптимальным местом для установки точек доступа является потолок или поверхность стены (как можно выше от пола). Именно при таком расположении сигнал, излучаемый этим оборудованием, будет претерпевать минимальные помехи. После первоначальной физической установки для определения площади покрытия беспроводными сетями используется утилит Tamograph, который визуализирует радиоволны, излучаемый всеми установленными точками доступа и посторонним сетевым оборудованием.

Согласно этим техническим требованиям устройства UniFi устанавливаются на позициях:

- 1-ая позиция на верхнем этаже 1-го корпуса СГУ с радиусом действия 30 м;
- 2-ая позиция рядом с научной частью СГУ с радиусом действия 100 м;
- 3-ья позиция на верхнем этаже 2-го корпуса с радиусом действия 30 м.

В целом суммируя радиусы действия трех позиций, получается общий радиус действия 160 м.

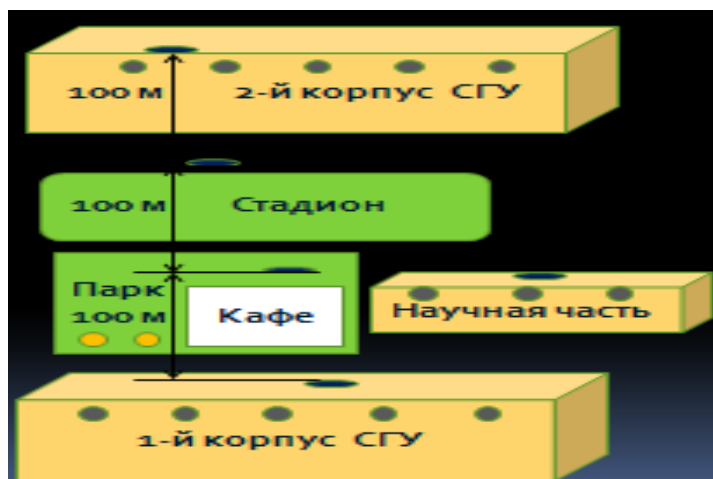


Рис. 2. Схема размещения точек доступа Access Point с размещением адаптеров UniFi в корпусах СГУ

При развертывании сети UniFi порядок действий осуществляется поэтапно:

Этап 1. Монтируются точки доступа на потолок или стены. Они соединяются с помощью сетевого кабеля с маршрутизатором и с адаптерами PoE.

Этап 2. Устанавливается и настраивается программный контроллер UniFi. Далее активизируется работа данного программного контроллера.

Контроллер UniFi позволяет легко объединять множество отдельных CPE в общую корпоративную беспроводную сеть СГУ с бесшовным роумингом - это означает, что переходя из зоны действия сигнала одной точки в зону действия другой, вы не ощутите обрыва связи. Программное обеспечение UniFi не требует дополнительной оплаты, обладает понятным интерфейсом и множеством возможностей, к примеру, расстановкой точек доступа на плане помещения для выбора оптимальных мест расположения.

Схема соединения UniFi в единой локальной сети СГУ представляется на рис 3.



Рис. 3. Схема соединения UniFi в корпоративной локальной сети СГУ

Адресное пространство корпоративной сети СГУ состоит из зарезервированных для локальных сетей адресов и официальных адресов, используемых Центром Телекоммуникаций (ЦТК). Для машин, подключающихся непосредственно к опорной

сети СГУ, зарезервирована сеть-номер. Любые действия связанные с выделением IP адресов, регистрацией доменных имен и настройкой маршрутизации сетей осуществляются ЦТК [3].

При создании корпоративной сети СГУ предъявляются требования к формированию доменных имен [4]:

1. Имена для роутеров в backbone должны отражать имя подразделения СГУ или удовлетворять форме s<номер аудитории><"K1", если первый корпус>-K1.SQU (например s201-q.SQU).
2. Имена машин в классах должны быть унифицированы и содержать порядковый номер компьютера или последний октет его IP адреса.
3. Для подсетей допускается регистрация уникального поддомена (например ss.SQU).
4. Для роутеров и других выделенных машин с уникальными сервисами (www, ftp, news и др.) возможно установление DNS алиасов, не удовлетворяющих вышеприведенным рекомендациям.

Созданием и сопровождением внутривузовских WWW и FTP серверов занимаются администраторы соответствующих подразделений вуза. ЦТК со своей стороны данный процесс не контролирует и не несет никакой ответственности за их содержание и качество работы. Исключением являются серверы, поддержка которых полностью возложена на ЦТК (например <http://www.sdu>).

На основе требований к формированию доменных имен осуществляется планирование маршрутов информационных потоков корпоративной сети в 1-ом корпусе СГУ (рис. 4).

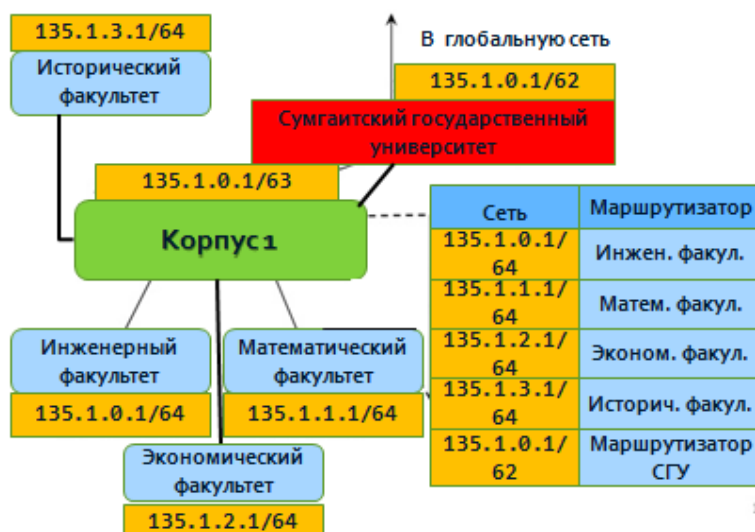


Рис. 4. Схема планирования маршрутов информационных потоков корпоративной сети в 1-ом корпусе СГУ

Основные результаты, полученные в статье, нижеследующие:

1. Определены позиции точек доступа локальной сети в зависимости от архитектуры размещения корпусов СГУ.
2. Предложена схема соединения UniFi в единую сеть СГУ и определены требования к контроллеру UniFi.
3. Определено адресное пространство корпоративной сети СГУ и запланированы маршруты информационных потоков корпоративной сети в 1-ом корпусе СГУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Актаева А.У., Зияханов М.У. и др. Информационная система 1С-ВУЗ // II Республиканская научно-практическая конференция «Использование ПП фирмы 1С в учебных заведениях РК (16-19 ноября 2007г., ВКТУ им. Д.Серикбаева, г. Усть-Каменогорск).
2. В.Н.Васильев, Н.С.Рузанова, О.Ю.Насадкина, И.А.Попова, Я.Е.Штивельман. ИАИС как корпоративная система управления вузом. Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Петрозаводский государственный университет». Петрозаводск: 2009.
3. Концепция построения корпоративной информационной системы Сыктывкарского государственного университета, 2013. <http://lib.znate.ru/docs/index-276639.html>.
4. Məmmədov C.F., Əliyeva A.G. Ali təhsil müəssisəsində dekanlıq və kafedralararası elektron sənədlərin modelləşdirilməsi. Riyaziyyat və İKT tətbiq sahələri və yeni tədris texnologiyaları Beynəlxalq konfrans, 5-6 iyun, 2014, s. 23-28.

XÜLASƏ

ALİ TƏHSİL MÜƏSSİSƏSİNİN KORPORATİV ŞƏBƏKƏSİNDƏ İNFORMASIYA AXINININ PLANLAŞDIRILMASI VƏ TEXNİKİ VASİTƏLƏRİN SEÇİLMƏSİ

Məmmədov C.F., Musayev P.B., Məmmədova G.A., Nərimanova R.O.

Açar sözlər: korporativ şəbəkə, ali təhsil müəssisəsi, planlaşdırma, informasiya axını.

Məqalədə ali təhsil müəssisəsinin (Sumqayıt Dövlət Universitetinin təmsalında) fakültələri və şöbələrində avtomatlaşdırılmış funksiyalarının təmin edilməsi üçün lokal kompüter şəbəkəsinin texniki vasitələrinin seçilməsi və universitetin ərazi mövqelərində quraşdırılması məsələsinə baxılır. Sumqayıt Dövlət Universitetinin korporativ şəbəkəsi çərçivəsində bölmələrin etibarlı işinin təmin edilməsi üçün universitetin elektron-ünvan mühitində informasiya axınının planlaşdırılma sxeminin yaradılması məsələsinə baxılır.

SUMMARY

OPTION OF TECHNICAL TOOLS AND PLANNING INFORMATION FLOW IN THE CORPORATIVE NETWORK OF HIGHER EDUCATION SHCOOL

Mammadov J.F., Musayev P.B., Mammadova G.A., Narimanova R.O.

Keywords: corporative network, higher education shcool, planning, information cell.

This article is consider the option and relocation of technical tools of computer network in the territory of High Schools (for ex. as SSU) in order to provide automated functions of faculties and divisions of High Schools. The creation of the planning scheme of information flow in the e-mailing environment is under the consideration in order to provide reliable work of divisions within the corporate network of Sumqait State University.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	27.05.2016
	Son variant	14.12.2016

UOT 681

QƏRAR QƏBULETMƏYƏ TƏSİR EDƏN XARAKTERİK XÜSUSİYYƏTLƏR

¹ƏLƏKBƏRLİ FAZİL HƏZİN oğlu²ƏSGƏROVA SAHİLƏ FAİQ qızı³HACIYEVA ESMİRA MƏMMƏD qızı*Sumqayıt Dövlət Universiteti: 1-professor, 2,3- böyük laborant**e-mail: fazlf_50@mail.ru*

Açar sözlər: qərar qəbuletmə, qərar qəbul edən şəxs, qərar qəbul edən şəxsin xüsusiyyətləri, altruizm, intuisiya, stress, emosiya, məsuliyyət, özünəinam, peşəkarlıq, qətiyyət, məsuliyyət, yorğunluq, yuxusuzluq

Giriş. Müasir idarəetmə sistemləri adam-maşın tandemindən ibarətdir. İdarəetmə funksiyaları onlar arasında bölünür: idarəetmə zamanı tələb olunan vacib qərarların qəbulu adam (rəis, mühəndis, operator və b.), həmin qərarların qəbul olunmasında lazım olan məlumatların toplanması, emalı, hesabatların aparılması və həyata keçirilməsi texniki vəsaitlər, o cümlədən kompüterlər tərəfindən həyata keçirilir. Mövcud idarəetmə sistemlərində QQS, əsasən, sabit xassələrə malik element kimi qəbul olunur və onun xarakterik xüsusiyyətlərinin idarəetməyə təsiri nəzərə alınmır. Halbuki insan ətraf mühitə qarşı daha həssasdır və onun xarakterik xüsusiyyətlərinin dəyişməsi qəbul etdiyi qərarlara güclü təsir edir. Məqalənin məqsədi QQS-nin xarakterik xüsusiyyətlərini və onların qərar qəbuletməyə təsirlərini araşdırmaqdır.

Qərar qəbul etmənin mahiyyəti və ona təsir edən amillər. İnsanlar gündəlik fəaliyyətlərində bu və ya digər məsələlərin həyata keçirilməsi üçün müxtəlif həll variantları içərisindən birini seçməli - qərar qəbul etməli olurlar. Qərar qəbul etmə anlayışının vahid tərifini yoxdur, ədəbiyyatlarda müxtəlif formalarda ifadə edilir:

- qərar qəbuletmə, nə edəcəyimizi bilmədiyimiz zaman etdiyimiz hərəkətdir [5];
- qərar qəbuletmə, variantlar arasından ən böyük dəyəri təmin edəcək olanı seçməkdir [5];
- qərar qəbuletmə, alternativlər arasında uyğun olanının seçilməsi prosesidir [5];
- qərar qəbuletmə, məqsədə nail olmaq üçün mövcud olan və qaydalara görə mümkün olan müxtəlif hərəkət tərzlərindən ən uyğun görünəni seçməkdir [5];

Qərar qəbuletmə prosesini geniş və dar mənada iki mərhələyə ayırmaq olar [6]:

a) geniş mənada qərar qəbuletmə mərhələsində həll variantlarının müəyyənləşdirilməsi məsələsi həll edilir - alternativlər təyin edilir. Məsələn: A şəhərindən B şəhərinə piyada, velosipedlə, avtobusla, taksi ilə, qatarla, təyyarə ilə getmək olar. Məsafəni nəzərə alaraq, tutaq ki, təyyarə ilə getmək variantları seçilmişdir;

b) dar mənada qərar qəbuletmə mərhələsində müəyyən edilmiş alternativlərdən biri seçilir.

Təyyarə ilə getmək variantları çoxdur. Onlardan ikisinə baxaq:

1. **Ekonom** tipli biletlə - bilet ucuzdur, lakin o, qaytarılmır və dəyişdirilmir;
2. **Biznes** tipli biletlə - bilet bahadır, o, qaytarıla və dəyişdirilə bilər.

Maddi imkanlı şəxs çox da düşünmədən **biznes** tipli bilet alacaqdır. Maddi imkanı məhdud olan şəxs isə götür-qoy edəcəkdir: getmək vaxtına hələ çox var. **Ekonom** bilet alan şəxsin, hər hansı bir səbəbdən getmək təxirə salınsa və ya vaxtı dəyişdirilsə, biletə verdiyi pul itirilər. Bu halda o, **biznes** tipli bilet almağa üstünlük verəcəkdir; getmək vaxtı yaxındırsa, onda **ekonom** bilet alacaqdır.

QQE fərdi və kollektiv şəkildə yerinə yetirilə bilər. Qərar qəbuletməyə, əsasən, aşağıdakı amillər təsir edir [6]:

- QQŞ-nin şəxsi xüsusiyyətləri;
- onu əhatə edən mühit;
- qərarın qəbul olunduğu zaman (zaman faktoru).

QQŞ-nin qərar qəbul etməyə təsir edən fərdi xüsusiyyətləri (determinantları). QQŞ-nin fərdi xüsusiyyətləri kifayət qədər çoxdur və onların hər biri qərar qəbul etməyə öz təsirini göstərir. Onlardan daha mühüm olanlarının mahiyyəti və QQE-yə təsirini araşdırmaq.

Altruizm başqalarının rifahı üçün təmənnəsiz fədakarlıq, "başqaları üçün yaşamaqdır." Belə fərdi keyfiyyətə malik QQŞ-nin qəbul etdiyi qərarlar onun öz mənafeyinə ziyan verə bilər [7].

İntuisiya təxəyyülə, köhnə təcrübəyə, hissiyata və məsələnin mahiyyətinə nüfuz etməyə əsaslanan ani qərar vermək üsuludur. İntuitiv qərarlar vaxtı buraxılmış səhvlər bəzən ağır nəticələrə səbəb olur, buna görə də belə qərarların qəbulu zamanı informasiyanın dəqiqliyinə və təcrübəyə daha çox üstünlük vermək lazımdır [8].

Stress müxtəlif xoşagəlməz təsirlərə orqanizmin göstərdiyi qeyri-spesifik reaksiyalar toplusudur [9]. Stressin müsbət (eustress) və mənfi (distress) növləri vardır. Stress sinir-psixoloji, temperatur, işıq, aclıq və s. kimi təsir xarakterinə malikdir. Stressin növündən asılı olmayaraq o, qərar qəbul edilmə zamanı stress vəziyyətində olan QQŞ-nin qərarına mənfi təsir edir [10].

Emosiya hadisələri subyektiv qiymətləndirmə münasibətini əks etdirən orta sürəkliyə malik psixi prosesdir [11]. Tədqiqatlar göstərir ki, insan emosiyalarının tanınması üçün aparılan tədqiqatlarda ehtimal olunmayan 3 problem var. Birincisi, insan emosiyaları dəyişməz deyil və yalnız bir formada (səviyyədə) mövcud olmur. Məsələn: insan 2 gün özünü şən hiss edirsə, onun hissənin səviyyəsi və gücü bütün anlarda eyni olmayacaq. Emosiyaların dəyişkənliyi qeyri-müəyyənlik yaradır və bu da qərar qəbul edən şəxsin qərarının keyfiyyət göstəricilərinə müəyyən mənada təsir edəcək. İkinci problem odur ki, istifadəçilər (bizim misalımızda insanlar) müəyyən anda yalnız bir emosiya halında ola bilməzlər, onlar müxtəlif səviyyələrdə olan müxtəlif emosiya hallarında ola bilərlər. Bu ikinci problem də həmçinin tədqiqatların çoxunda nəzərə alınmır və insan emosiyalarının tanınmasında istifadə olunan müasir sistemlər yalnız bir cari emosiyayı və ya həmin andan ən güclü emosiyayı müəyyən etməyə cəhd göstərir. Üçüncüsü, psixoloji tədqiqatlar dil və mədəniyyət fərqlərinin emosiya dəyişikliklərində böyük rolunu olduğunu göstərir. Belə ki, hər hansı xüsusi ərazidə özünü göstərən emosional model, dünyanın digər bir yerinə aid edilə bilməz. [12]

Məsuliyyət insanların özlərinə və digərlərinə qarşı etibarlı və düz olması, verdikləri sözə və yerinə yetirdikləri işin nəticəsinə cavabdehliyidir. Məsuliyyət hissi zəif olan adamların qəbul etdikləri qərarlar da qeyri-normal ola bilər [13]. Bu faktorun nəzərə alınması yüksək qeyri-müəyyənliklərin, yəni qeyri-səlis və ehtimallı qeyri-müəyyənliklərin kombinasiyasının modelləşdirilməsini tələb edir [3].

Özünəinam insanın qəbul etdikyi qərarların doğru olduğuna şübhə qorxusunun olmamasıdır [14]. Aşırı özünəinam da qərar qəbul etməyə mənfi təsir edə bilər.

Qətiyyət insanın vacib qərarların sərbəst və vaxtında qəbul edilməsi və onların durmadan həyata keçirilməsi kimi fərdi iradə keyfiyyətidir [15].

Peşəkarlıq insanın müxtəlif şəraitlərdə çətin tapşırıqların sistemativ olaraq effektiv və etibarlı yerinə yetirmə qabiliyyətidir [16]. Peşəkarlıq əsasən iş təcrübəsindən asılıdır. Bu halda qərar qəbul edən şəxsin qeyri-müəyyən və qeyri-dəqiq informasiya ilə qarşılaşdıqda qeyri-səlis linqvistik informasiyadan istifadə ilə alternativlər üzrə üstünlük münasibətindən istifadə məsələsi, üstünlük münasibətində cəmi vahidə bərabər olan normadan və linqvistik informasiyadan, pozitiv və qarşılıqlı pozitiv qeyri-səlis münasibətdən istifadə edilir [4].

İnsanın fərdi xüsusiyyətləri qərar qəbul etmə nəzəriyyəsinin böyük bir hissəsidir və qeyri-müəyyənliklə xarakterizə olunur. Bu qeyri-müəyyənliyi ifadə etmək üçün istifadə olunan üsullar subyektiv informasiyaya əsaslanır. Subyektiv informasiyanın təsviri ehtimal, qeyri-səlis,

ehtimal-ölçü, interval şəkilli ehtimal, qeyri-səlis və ehtimallığın kombinasiyası söz ilə xarakterizə edilir [1].

QQŞ-nin iştirakı ilə sistemin modelləşdirilməsi iki hissədən ibarətdir [2]:

1. QQŞ-nin iştirak etdiyi sistemin modelləşdirilməsi. Burada ekspertin biliyi linqvistik olaraq modelləşdirilir;

2. QQŞ-nin davranışının modelləşdirilməsi. Bu modelləşdirmə mürəkkəb dərk etmə prosesinin ümumi təsvirini tələb edir ki, bu da qeyridəqiq linqvistik terminlərlə, linqvistik üsulların işlənilməsi ilə mümkündür. Yagerin təklif etdiyi modeldə [3] insanın xüsusiyyətləri “əgər-onda” tipli qaydalar əsasında modelləşdirilmişdir.

Yorğunluq və yuxusuzluq. Qərar qəbul edən şəxsin psixoloji determinantlarından biri də onun yorğunluq və ya yuxusuzluq halında olmasıdır. Yorğunluq və yuxusuzluq şəxsə qeyri müəyyənlik yaradır. Ümumiyyətlə, yorğunluq və yuxusuzluq halları nədir və QQŞ-yə necə təsir edir? Çox gərgin fiziki və ya zehni işdən sonra isə ağır yorğunluq hiss olunur. Bu cür vəziyyət çox vaxt işin pis təşkili nəticəsində yaranır. İş yerinin düzgün təşkil edilməməsi, ayaq üstə çox qalmaq, oturmaqlıq, səs küy və s. bu kimi hallar yorğunluq yaradır. Yorğunluq zamanı idarəetmədə QQŞ-nin qəbul etdiyi qərarların operativ və keyfiyyətli olması ehtimalı azalır. Beyin yorğunluğu özünü bir mövzu üzərində çətinliyə salmaq, diqqətini toplaya bilməmək, unutqanlıq kimi əlamətlərdə göstərir.

İdarəetmədə qərar qəbuletmə daha sistemli prosesdir. Bu səbəbdən qərar qəbuletmə mürəkkəb sistemin tədqiqi problemi kimi elmin müxtəlif sahələrində: sistemli analizdə, idarəetmədə geniş yer tutur. Müasir dövrdə elm və texnikanın inkişafı qərarqəbuletmədə proseslərin daha dəqiq və məqsədyönlü idarə olunması üçün dəqiq, mühakiməli üsullarla yeni qaydaların işlənməsi zərurətini yaradır. Qərar qəbulunda daha səmərəli və dəqiq qərarların qəbulu istehsal sahələrində menecerlərin də tez-tez rast gəldiyi sahələrdir. Əgər müəssisə çox böyükdürsə, onun ali rəhbərliyinin qərarları müəssisədən kənar olan mühitə də hiss oluna biləcək dərəcədə təsir göstərə bilər. Bu sahədə çatışmazlıq QQŞ-nin davranışlarının modelə daxil edilməməsi ilə bağlıdır.

Nəticə. QQŞ-nin təhli edilən xarakterik xüsusiyyətlərinin texniki qazlar istehsalı, mürəkkəb texnoloji prosesinin idarəetmə sistemlərinin qurulmasında istifadə edilməsi nəzərdə tutulur və digər texnoloji proseslərin idarəetmə sistemlərinin layihələndirilməsində istifadə edilə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Əliyev R.A. Əliyev R.R. Soft komputinq (nəzəriyyə, texnologiya, praktika). Bakı: Çaşıoğlu, 2004, s.624
2. Ağayev F.M., Səlimov V.H., Qardaşova L.A. Neft emalı müəssisəsində qərar qəbulu prosesində məqsədlərin ikisəviyyəli koordinasiyası məsələsi\\Azərbaycan Ali texniki məktəblərinin xəbərlər jurnalı. 2012. ç.q.o.
3. Yager R.R. Decision Making with Fuzzy Probability Assesments \\ IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 1999, V.7, No-4, pp.462-467
4. Pollask M.E. Plans as complex mental attitudes. In P.R. Cohen, J.Morqan and M.E. Pollask, editors, Intentues in Communication, Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1990, pp.77-104
5. (https://www.academia.edu/6090049/Karar_Verme_T%C3%BCrleri)
6. http://unec.edu.az/application/uploads/2015/12/shahniyarova_nigar.pdf
7. http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/49/АЛЪТРУИЗМ
8. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Интуиция>
9. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Стресс>
10. <http://www.ceis.org.tr/dergiDocs/makale237.pdf>
11. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Эмоция>

12. <https://www.researchgate.net/publication/>
13. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ответственность>
14. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Уверенность>
15. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Решительность>
16. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Профессионализм>

РЕЗЮМЕ

ХАРАКТЕРНЫЕ СВОЙСТВА ЛПР, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ

Алекперли Ф.А., Аскерова С.Ф., Гаджиева Э.М.

Ключевые слова: *принятие решения, лицо принимающее решение (ЛПР), свойства лица, принимающего решение, альтруизм, интуиция, стресс, эмоция, ответственность, самоуверенность, профессионализм, решительность, усталость, бессонница.*

В статье рассматриваются основные характерные свойства лица принимающего решение (ЛПР), влияющие на результаты при управлении. Указаны сущность и основные факторы, влияющие на принятие решения, показаны объекты управления.

SUMMARY

TYPICAL PROPERTIES AFFECTING THE DECISION

Alekperli F.A., Askerova S.F., Hajiyeva E.M.

Keywords : *decision making, decision maker, the properties of the decision maker, alturizm, intuition, stress, emotion, responsibility, self-confidence, professionalism, determination, fatigue, sleepless.*

The article examines the main characteristic features of the person, making decisions that affect the decisions of the management. It is shown on essence and the main factors influencing the decision-making. The above mentined are the objects of the control.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	22.06.2016
	Son variant	14.12.2016

УДК 519.217

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СТРУКТУРЫ СТОХАСТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПЕТРИ¹ГУСЕЙНЗАДЕ ШАХЛА СУРХАЙ ГЫЗЫ²САЛМАНОВА МАЛАХАТ НАСИМАН ГЫЗЫ

Сумгаитский государственный университет: 1- доцент, 2-ст..преп.

e-mail: shahla.huseynzade @ gmail.com

Ключевые слова: сети Петри, когнитивные процессы, интерливинговая семантика, вероятность маркировок, вероятность перехода.

Одной из важных задач при практическом применении стохастических сетей Петри (ССП) является проблема формирования первичной модели. В статье показаны необходимые действия для формирования СПП. На примере разработанной модели процесса возникновения и устранения неисправностей в технической системе продемонстрировано применение вероятностных характеристик к структурным элементам сети Петри.

Введение. Аппарат СПП позволяет построить аналитическую модель когнитивного процесса, в котором на структуру, учитывающую параллелизм, накладываются стохастические параметры и логические условия взаимодействия процессов. Одной из проблем, препятствующих применению аппарата СПП в практике моделирования когнитивных технологий, является отсутствие методики формирования первичной структуры сети и определения ее вероятностных и временных характеристик. Цель статьи – описание способов введения стохастических параметров переходам и маркерам для проверки на поведенческую эквивалентность СПП и связанные с ними методы анализа, а также разработка примерной модели использования СПП, изучение поведенческих свойств моделируемого стохастического процесса на основе соответствующей СПП и его исследовании.

Теоретический анализ проблемы формирования первичной модели СПП. Для формирования сети, описывающей параллельные взаимодействующие процессы, необходимо выполнение следующих действий [1]:

1. Определение состава взаимодействующих субъектов $S = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$. При описании когнитивного процесса в состав взаимодействующих субъектов входят технические средства, управляющий компьютер, обучаемый оператор, инструктор. Кроме того, каждый субъект при моделировании может быть представлен в виде совокупности параллельных каналов, каждый из которых работает по своему алгоритму.

2. Все, что не входит в состав взаимодействующих субъектов, относится к окружающей среде C , которая может выборочно в определенные моменты времени воздействовать на любую из подсистем множества S .

3. Для подсистем S_j , $1 \leq j \leq k$ составляются алгоритмы функционирования A_j , включающие множество операторов $\{a_1(A_j), a_2(A_j), \dots, a_m(A_j)\}$. Алгоритмы могут быть циклическими, а могут иметь операторы "Начало" и "Конец".

4. Для окружающей среды C на основании экспертных оценок составляется алгоритм A_c воздействия на субъекты множества S .

5. Каждый из алгоритмов изображается в виде элементарной подсети СПП, включающей примитивные переходы, переходы начальный и конечный. (циклические алгоритмы содержат только примитивные переходы).

6. В каждой элементарной подсети СПП определяются примитивные переходы, которые в дальнейшем будут преобразованы в непримитивные.

7. Формируется общая СП, моделирующая взаимодействие субъектов путем объединения соответствующих примитивных переходов в непримитивные. К непримитивным переходам относятся переход END/BEGIN (конец/начало), в котором кончается один алгоритм (например, A_i) и начинается другой (например A_j).

8. Для каждого непримитивного перехода, для каждой позиции, формирующей его выходную функцию, определяются логические условия продолжения процесса в дизъюнктивной нормальной форме;

9. Определяются стохастические параметры, присвоенные структурным элементам СП, в том числе, плотности распределения времени выполнения полшагов из позиций в переходы.

10. Вероятности выполнения переходов в местах ветвления алгоритмов определяются по плотностям распределения обрабатываемых алгоритмами данных и порогам разделения данных при принятии решений.

11. На основании экспертных оценок определяются временные и вероятностные характеристики алгоритма воздействия внешней среды на систему.

12. В сформированную СП добавляется стартовый переход, входной функцией которого является пустое множество, а выходной функцией - позиции СП, моделирующие операторы, с которых начинается функционирование соответствующих алгоритмов при запуске системы.

Таким образом, в результате выполнения пунктов 1-12 формируется полная сеть Петри, моделирующая систему.

Определение сети Петри [2]: Сеть Петри формально представляется как набор вида $N=(P,T,F,H,\mu^0)$, где $P=\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, $n>0$ – конечное непустое множество позиций (иначе состояний или мест); $T=\{t_1, t_2, \dots, t_m\}$, $m>0$ – конечное непустое множество переходов (событий); $F:P \times T \rightarrow \{0, 1, 2, \dots\}$, $H:T \times P \rightarrow \{0, 1, 2, \dots\}$, - соответственно функции входных и выходных инцидентностей, а отображение $\mu^0:P \rightarrow \{0, 1, 2, \dots\}$ начальная маркировка (разметка каждой позиции).

Графическим изображением сети Петри является двудольный ориентированный граф с двумя типами вершин. Вершины $p \in P$ изображаются кружками, а вершины $t \in T$ – черточками (барьерами). Дуги соответствуют функциям инцидентности позиций и переходов. Множества входных и выходных позиций перехода $t \in T$ обычно обозначают соответственно $(\cdot t)$, $(t \cdot)$, а множества входных и выходных переходов для позиции $p \in P$ обозначают соответственно $(\cdot p)$ и $(p \cdot)$.

При маркировке всем позициям сети Петри приписываются некоторые натуральные числа. На графе маркировка отражается наличием или отсутствием в кружках точек называемых маркерами.

Применение вероятностных характеристик к структурным элементам сети Петри. К отдельным структурным элементам как позиции, переходы, дуги, маркеры можно присвоить стохастические параметры. В том числе переходам СП сопоставляются условные вероятности их срабатывания или параметры распределения задержек срабатывания. При этом вероятности смен маркировок оказываются распределенными, соответственно, по дискретной или непрерывной временной шкале. Стандартно в качестве временной области непрерывные модели используют не отрицательные действительные числа, а дискретные – натуральные числа [3]. В непрерывных моделях обычно используется экспоненциальное (показательное) распределение вероятностей, а в дискретных – геометрическое (особый случай распределения Бернулли).

На примере модели рассмотрим функционирование модуля, обрабатывающего центр в гибкой производственной системе механообработки. Требуется описать с помощью сети Петри процессы возникновения и устранения неисправностей в технической системе. Известны статистические данные об интенсивностях возникновения отказов и длительностях таких операций как поиск неисправностей, замена и ремонт отказавшего блока. Стохастические характеристики выполнения операторов алгоритма могут быть:

- указаны в паспортах, технических описаниях, инструкциях по эксплуатации соответствующих приборов;
- рассчитаны по временным характеристикам последовательностей команд, выполняемых прибором;
- заданы в циклограммах функционирования прибора; определены в результате эксперимента.
- указаны в инструкциях по эксплуатации оборудования; определены по методикам инженерной психологии как реакция восприятия, принятия решения, моторная и т.п. при решении аналогичных задач;
- определены в результате эксперимента, в частности с использованием тренажерной техники.

Разработка модели ССП процесса возникновения и устранения неисправностей в технической системе. Соответственно этапам формирования ССП определяются основные структурные элементы ССП.

Позиции: P_1 – имеются неисправные блоки; P_2 – имеющиеся в системе блоки, число = m ; P_3 – обнаружен неисправный блок; P_4 – имеются запасные блоки, число = n ; P_5 – восстанавливается блок; P_6 – поисковая система свободна; P_7 – восстанавливающая система свободна;

Переходы: t_1 – отказ блока; t_2 – поиск неисправного блока; t_3 – замена блока; t_4 – окончание восстановления блока;

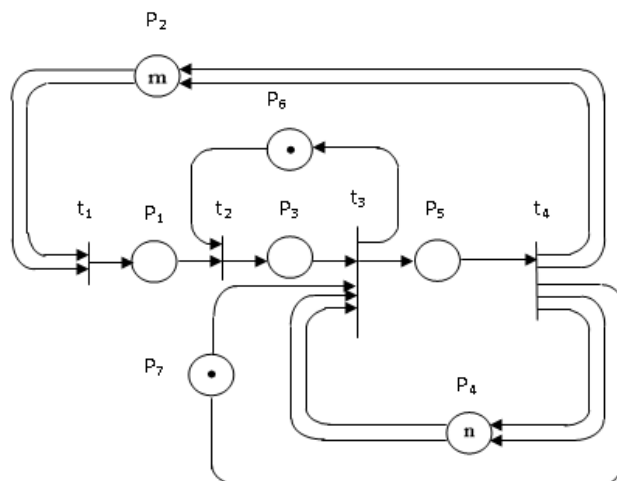


Рис 1. Граф СП модуля ГПС.

Случайным может быть число неисправных блоков, темпы поиска неисправных блоков и восстановление блоков. В первом случае каждой позиции (p_i) присваивается вектор распределения вероятностей наличия маркеров $\mu^s(p_i)$ с отображением μ^s [4] : $P \rightarrow V_s = [0, 1]$ и формулировка СП приводится к виду $N_s = (P, T, F, H, \mu^s)$. Во втором случае каждому переходу присваивается темп: $\Omega : T \rightarrow \mathbb{R}_+ -$ функция темпов (скоростей) переходов, где $\mathbb{R}_+ = [0; \infty)$ – непрерывная временная шкала, формулировка СП приводится к виду $N = (P, T, F, H, \Omega, \mu^0)$.

Срабатывание переходов ССП – атомарная операция, т. е. в определенный момент времени фишки изымаются из входных мест перехода и мгновенно помещаются в выходные. Задержки срабатывания связаны с переходами и являются экспоненциально распределенными случайными переменными. Каждому переходу $t \in T$ сопоставляется темп $\Omega(t)$, являющийся параметром экспоненциального распределения. Когда переход становится допустимым, его таймер устанавливается на значение связанной с ним случайной задержки. Затем таймер уменьшается с постоянной скоростью. Когда таймер достигает нулевого значения, переход срабатывает.

Если в маркировке допустимы несколько конфликтных временных переходов, необходимо сделать выбор, какой из них должен сработать. Существуют следующие правила выбора [5]:

- Предопределение. Срабатывающий переход выбирается с помощью некоторой метрики (например, приоритета).
- Соревнование. Срабатывает переход с наименьшей задержкой. Стандартно, в ССП используется концепция соревнования.
- Существуют также различные варианты того, как прошлое поведение системы влияет на будущее. Известны следующие механизмы перезапуска или продолжения работы временных переходов:
- Перезапуск. При смене маркировки таймеры всех переходов сбрасываются. После этого устанавливаются новые значения таймеров для переходов, допустимых в новой маркировке. Не сохраняется никакой памяти о прошлом.
- Допускающая память. При смене маркировки таймеры всех переходов, которые перестали быть допустимыми, сбрасываются, а те, которые не перестали быть таковыми, сохраняют свои значения.
- Память о прошлом сохраняется в связанной с каждым переходом *переменной допускающей памяти*, которая содержит время пребывания в допустимом состоянии с последнего момента, когда переход стал допустимым.
- Возрастная память. При смене маркировки таймеры всех переходов сохраняют свои значения. Память о прошлом сохраняется в связанной с каждым переходом *переменной возрастной памяти*, которая содержит накопленное время пребывания в допустимом состоянии с последнего момента, когда переход сработал.

Из-за свойства забывчивости экспоненциального распределения для ССП все эти концепции памяти эквивалентны. Перезапуск – стандартный механизм, удобный для представления проверок гипотез. Допускающий и возрастной типы памяти широко применяются для моделирования работы различных приложений. Например, в случае допускающей памяти с переходами можно связать действия, которые начинаются и прерываются во время функционирования ССП. Завершение действий влечет смену состояния.

Методы анализа представленного ССП. Для анализа структурных свойств существует два основных метода: Первый- это дерево достижимости, второй метод связан с матричными уравнениями. При присваивании каждой позиции (p_i) вектора распределения вероятностей наличия маркеров $\mu^s(p_i)$ с отображением $\mu^s : P \rightarrow V_s = [0, 1]$ можно использовать дерево достижимости. В случае присваивания каждому переходу темпа: $\Omega : T \rightarrow \mathbb{R}_+$ для удобства анализа целесообразно использовать соревнование с перезапуском в качестве способа функционирования ССП [5]. Свойство забывчивости для ССП гарантирует, что время пребывания в маркировке M экспоненциально распределено с параметром $\sum \Omega(t)$ для всех $t \in M^*$. Функция масс вероятностей (ФМВ) времени пребывания в маркировке есть ФМВ минимальное время задержки срабатывания переходов из M^* . (M^* -множество всех переходов, допустимых в M).

Вероятность срабатывания в маркировке M перехода $t \in M^*$: $PF(t, M) = \frac{\Omega(t)}{\sum_{M^*} \Omega(t)}$

$$S J(M) = \frac{1}{\sum_{M^*} \Omega(t)}$$

Среднее время пребывания в маркировке M :

Заметим, что связь случайной задержки срабатывания с непрерывно временной функцией распределения вероятностей (ФРВ) влечет нулевую вероятность срабатывания двух переходов одновременно. Таким образом, переходы срабатывают последовательно, один за другим, параллелизм действий моделируется их чередованием.

Заключение. Представлены пути применения вероятностных характеристик к структурным элементам. Определенные выше виды ССП естественно использовать, когда

все активности, реализуемые переходами, разные. В этом случае активности можно просто идентифицировать с именами переходов.

Если ввести стохастические параметры в определение СП, представление динамических систем станет более наглядным. В случае использования допускающей памяти, семантика таких ССП соответствует общим представлениям о природе действий. Поэтому представленные ССП, более удобны. Появляется возможность определения эквивалентностей на основе качественных функциональных особенностей ССП, дополненных проверкой временных свойств, присущих ССП, определяемым на основе этих СП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Привалов А.Н., Ларкин Е.В. Моделирование информационных процессов тренажерных систем: Концепция, методология, модели. - Saar- bruckenDeutschland: LAPLAMBERT Academic Publishing GmbH&Co., 2012. 230 p. ISBN 978-3-8473-3699-0.
2. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. М.: Мир, 1984.
3. Florin G., Natkin S. Les reseaux de Petri stochastiques // Technique et Science Informatique. 1985. Vol. 4, N 1. P. 143-160.
4. Мустафаев В.А., Гусейнзаде Ш.С. Разработка алгоритма вычисления элементов вектора распределения вероятностей стохастических сетей Петри. Естественные и технические науки, М.: 2009, №4(42), ISSN1684-2626
5. Mujica I.R. Comparison of three SPN Packages: Great SPN 1.6, DSPNexpress 1.2, SPNP 3.0. Edinburgh, 1994. 50 p. (Tech. Rep. / Univ. of Edinburgh, Computer Systems Group, Department of Computer Science; Vol. ECS-CSG-4-94).

XÜLASƏ

STOXASTİK PETRİ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN STRUKTURUNUN QURULMASINDA EHTİMAL XARAKTERİSTİKALARININ TƏYİN EDİLMƏSİ

Hüseynzade Ş.S., Salmanova M.N.

Açar sözlər: *Petri şəbəkələri, koqnitiv proseslər, interliving semantica, markerlərin ehtimalı, keçidlərin ehtimalı.*

Riyazi aparat olan Stoxastik Petri şəbəkələrinin (SSP) praktiki tətbiqi zamanı əsas məsələlərdən biri ilkin modelin qurulmasıdır. Məqalədə SSP-nin qurulması üçün zəruri addımlar göstərilmişdir. Emal modulunun texniki sistemində nasazlıqların yaranması və aradan qaldırılması prosesinin modelinin işlənməsi üzərində Petri şəbəkələrinin strukturunun qurulmasında ehtimal xarakteristikalarının tətbiq edilməsi göstərilmişdir.

SUMMARY

DETERMINING THE PROBABILITY CHARACTERISTICS IN FORMING THE STRUCTURE OF STOCHASTIC PETRI NETS

Huseynzade Sh.S., Salmanova M.N.

Keywords: *Petri nets, cognitive processes, interleaving semantics, probability of markings, probability of transition.*

One of the important tasks in the practical application of the mathematical apparatus of stochastic Petri nets (SSP) is a problem of forming primary model. The article shows the necessary steps for the formation of a network SSP. On the example of the developed model showed the use of probabilistic characteristics of the structural elements of Petri nets.

Daxil olma tarixi: İlk variant 05.04.2016
Son variant 14.12.2016

UOT 681.7

LİFLİ-OPTİK VERİCİLƏR ÜÇÜN OPTİK MODULYATORLAR

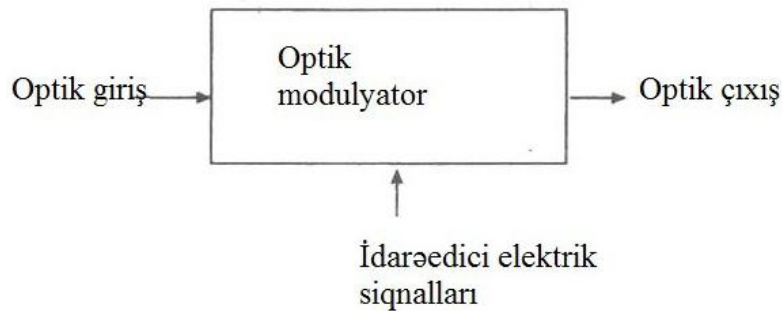
¹NAMAZOV ANAR MÜSEYİB oğlu²NAĞIYEVA SÜDABƏ FIRUDİN qızı

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

e-mail: namazovanar@mail.ru

Açar sözlər: optik modulyator, elektrooptik əmsal, kvars, akustooptik girooskop, detektor

Optik modulyatorlar müxtəlif funksiyaları, o cümlədən amplitud, faz, tezlik modulyasiyalarını yerinə yetirən lifli-optik sistemərin əsas elementidir. Əksər hallarda idarəedici elektrik siqnalının təsirindən materialın optik xüsusiyyətlərinin dəyişməsi ilə işığı modulyasiya edən bərkisimli qurğulardan (modulyatorlardan) istifadə edilir (şəkil 1.)



Şəkil 1. Sərt optik modulyatorun struktur sxemi

Bərkisimli optik modulyatorlar üç növə ayrılır:

1. həcm modulyatorları
2. inteqral optik modulyatorlar
3. təmiz lifli qurğular (modulyatorlar)

İdarəedici siqnalların birləşmə mexanizmindən və materialın xüsusiyyətlərindən asılı olaraq 3 cür modulyasiya mövcuddur (şəkil 2.).

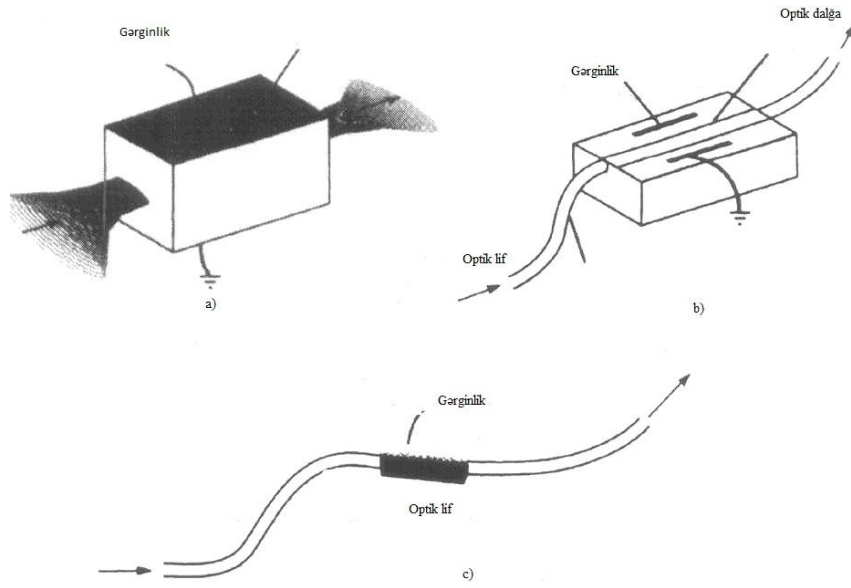
1. elektrooptik modulyasiya
2. akustik modulyasiya
3. maqnetooptik modulyasiya

Bir çox optik modulyatorlar laboratoriya şəraitində tədqiq edilir. Həcm modulyatorları optik sistemlərdə, həmçinin lifli-optik vericilərdə geniş tətbiq edilir.

Həcm modulyatoru elektrooptik və akustik effektlərə əsaslanaraq qurulur. Elektrooptik həcm modulyatorunda faz modulyasiyasının işini nəzərdən keçirək. Elektrooptik faz modulyasiyası riyazi olaraq aşağıdakı formul ilə ifadə edilir:

$$\varphi(t) = \frac{2\pi}{\lambda} L \Delta n(t)$$

Burada, $\Delta n(t)$ - kristalın sındırma əmsalı, L-modulyasiyaedən qurğunun uzunluğu, λ – dalğa uzunluğu, π –isə faz sürüşməsidir. Əgər qurğunun uzunluğu $L=5\text{mm}$, dalğanın işıq uzunluğu $\lambda=1,3\text{mkm}$, faz sürüşməsi π radian olarsa, sınıma əmsalı $\Delta n = 1,3 \times 10^{-4}$ olar.



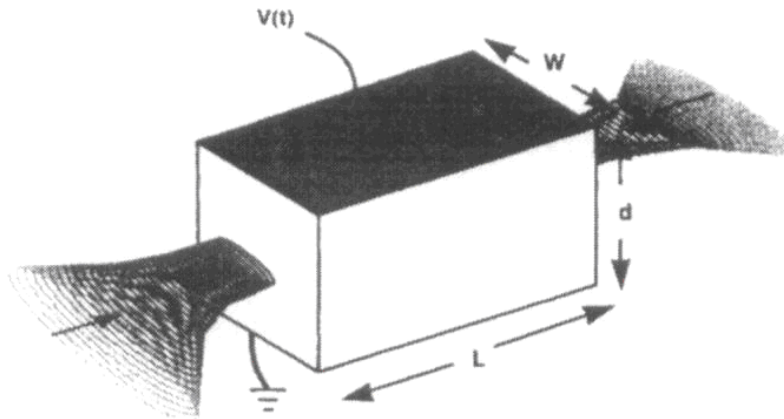
Şəkil 2. Sərt optik modulyatorun görüntüsü. a) həcm, b) integral, c) təmiz lifli

Elektrooptik həcm modulyatorunda $v(t)$ gərginliyi iki elektrod arasında yaranır. Bu növ modulyator şəkil 3-də göstərilmişdir. Elektrooptik dəyişiklik yəni kristalın sınma əmsalı (göstəricisi) elektrik sahəsinə (E), mütənəsb olur və aşağıdakı formül ilə təyin edilir.

$$\Delta n(t) = \frac{n^3 \cdot r}{2} \cdot E$$

Burada, r – elektrooptik əmsal, $v(t)$ – kristala yandan verilən elektrodların köməyi ilə alınan gərginlikdir, bu da $v(t)/d$ bircins sahə yaradır, burada d – kristalın qalınlığıdır.

Onda faz modulyasiyası $\phi(t) = \frac{2\pi n^3 r L}{\lambda} \frac{V(t)}{d}$ olar.



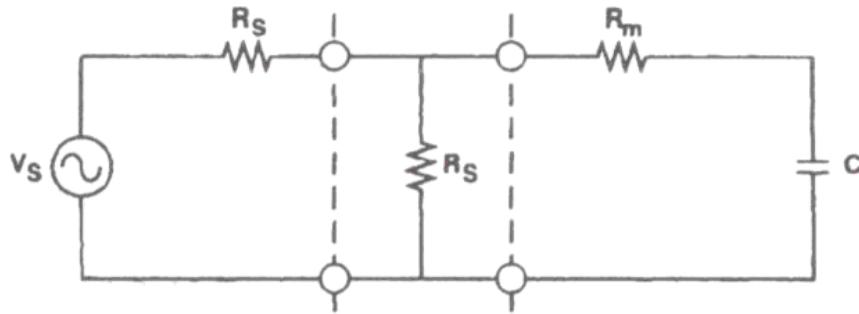
Şəkil 3. Elektrooptik həcm modulyatoru

Göründüyü kimi, faz modulyasiyası $\phi(t) = V(t)$ gərginliyinə mütənəsbdir, $n^3 r$ – elektrooptik keyfiyyət əmsalı, $\frac{L}{d}$ -isə həndəsi ölçülərdir. Faz modulyatorunun ümumi keyfiyyətliliyi (möhkəmliyi) V_π fazasının π qədər sürüşdürülməsi üçün lazım olan gərginliyin dəyişməsi kimi hesablanır. Onun hesablanması üçün ifadəni yuxarıdakı ifadədən almaq olar

$$V_\pi = \frac{\lambda}{n^3 r(L/d)}$$

Formuladan görünür ki, L/d nisbətinin artırılması V_π -in qiymətini azaldır. Ancaq həcm modulyatorlarında optik dalğaötürənlərin olmaması səbəbindən L/d nisbəti 50-ni aşmamalıdır. Bu məhdudiyyət L/W nisbətinə də qoyulur. Burada W - kristalın enidir. Adətən elektrooptik həcm modulyatorlarında bu nisbətləri saxlamaq üçün V_π ən azı 50V olmalıdır.

Ekvivalent sxem formasında elektrooptik modulyatorun modeli şəkil 4-də göstərilmişdir.



Şəkil 4. Ekvivalent sxem formasında elektrooptik modulyatorun modeli

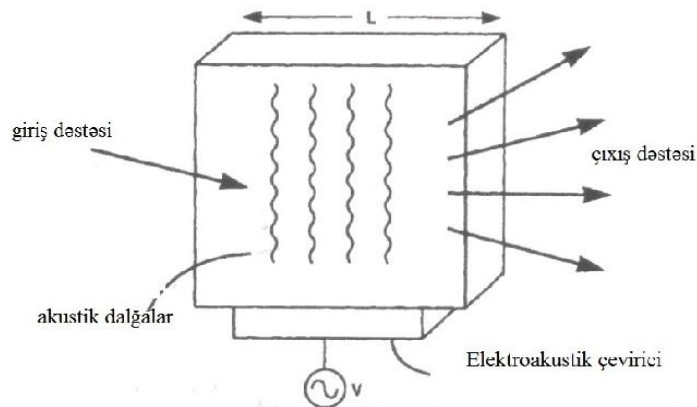
Sxemdəki kondensatorun tutumu $C = \frac{\epsilon LW}{d}$ ilə ifadə edilir.

Burada, ϵ - modulyatorun kristalında dielektrik nüfuzluğudur.

Lifli-optik vericilərdə akustooptik qurğulardan optik tezlik çeviriciləri kimi və bəzən də intensivlik modulyatorları kimi istifadə edilir. Akustooptik qurğuları adətən LiNbO_3 materialından və kvarslardan hazırlayırlar.

Akustooptik həcm modulyatorlar iki rejimdə işləyir:

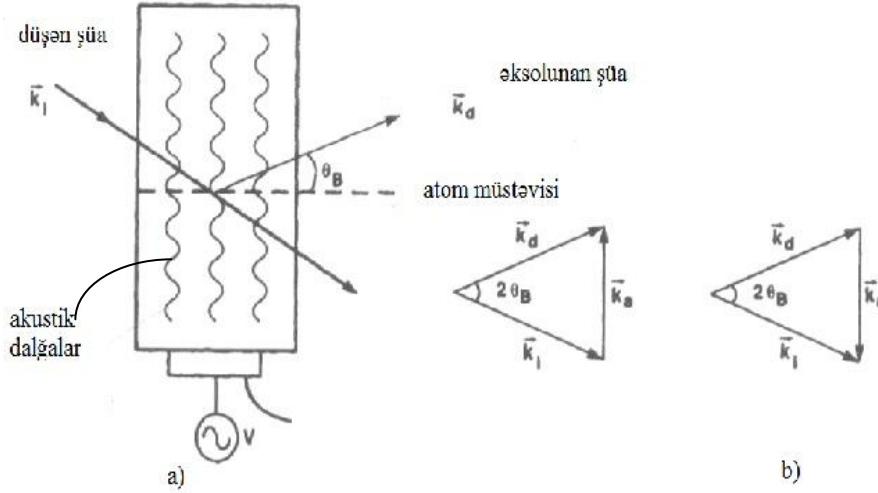
1. $L \ll \Lambda_a / \lambda$ olduqda cihaz Ramana-Nata rejimində işləyir (şəkil 5).



Şəkil 5. Ramana-Nata rejimində işləyən akustooptik həcm modulyatoru

2. $L \gg \Lambda_a / \lambda$ olduqda qurğu Breqqa rejimində işləyir (şəkil 6).

Breqqa rejimində ingilis fiziki Breqq Uilyam Henri tərəfindən verilmiş bu rejim kristalın quruluşunu təyin edən üsuldur. Bu üsul ilə rentgen şüalarının kristaldan səpilmə bucağı ($2\theta_B$) təyin edilir.



Şəkil 6. Breqqa rejimində işləyən akustooptik həcm modulyatoru

Şəkildən görüldüyü kimi, düşən və əks olunan optik dalğa vektorları k_i və k_d ilə işarə edilmişdir. Burada

$$|k_i| = |k_d| = \frac{2\pi n}{\lambda}$$

və akustik dalğa vektorunun modulu $k_a = 2\pi / \Lambda_a$ təşkil edir. Bu vektorlar yuxarı və ya aşağı sürüşməyə uyğun olan $k_d = k_i + k_a$ və ya $k_d = k_i - k_a$ şərtlərindən birini təmin etməlidir. Hər iki halda Breqqa bucağı aşağıdakı kimi təyin edilir

$$\sin \theta_B = \frac{\lambda}{2\pi n \Lambda_a}$$

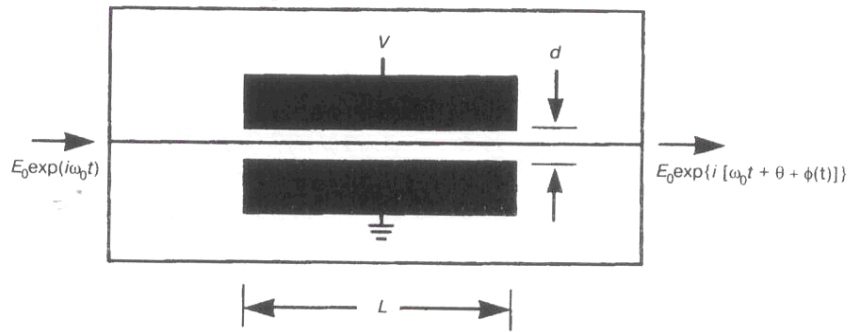
və adətən bu çox kiçik olur. Məsələn üçün . Əgər $\lambda = 0,63 \text{ mkm}$, $n = 2,2$ və $f = 500 \text{ mhs}$ olarsa, onda Breqq bucağı $0,65^\circ$ olar.

Maqnit-optik modulyasiya - maqnit idarə sistemidir. Bu sistem şüanın düşmə və qayıtma bucağı 100° -yə qədər olan kiçik uzunluqlu borularda (kineskoplarda) və polyar koordinatlarda təsvir almaq üçün radionaviqasiya və radiolokasiya qurğularında istifadə edilir.

İnteqral-optik modulyatorlar. İnteqral-optik qurğularda optik dalğaötürənlər uyğun özülün səthində əks fotolitoqrafiya üsulu ilə hazırlanır. Lifli-optik vericilər sistemində belə inteqral-optik qurğulardan faz modulyatoru, intensivlik modulyatoru və tezliyin optik çeviricisi kimi istifadə edilir. Həmcinin çoxlu sayda komponentlər bir özüldə yığıla bilər ki, bu da kompleksləşməni sadələşdirir. Əks fotolitoqrafiya üsulunda LiNbO_3 materialından olan özülün üzərinə fotosablon çəkilir; üzəri elektron-şüa tozlandırılması ilə titan qatı ilə örtülür; həlledici maddə ilə fotorezist təmizlənir və titan qatı ilə çəkilmiş dalğaötürənin şəkli qalır; sonra yüksək temperaturun təsiri ilə bişirilərək titan özülə diffuziya edilir. Belə proses nəticəsində sınıma göstəricilərinin paylanması dəyişən profili formalaşır, səth üzərində maksimuma çatır, həcm qiymətini təxminən 0.1% və diffuziya dərinliyini isə bir necə mikron üstələyir. Işıq dalğa ötürücülərinə cilalanmış yan səthlər vasitəsilə buraxılır.

Birmodu olan optik liflərin və LiNbO_3 dalğa ötürücülərinin birləşmə nöqtəsindəki itgisini minimuma endirmək olar, bu zaman dalğa ötürücüsünün parametrləri elə seçilməlidir ki , onun mod profili daha dəqiqliklə lifin mod profilinə uyğun olsun.

Sadə intqral-optik faz modulyatoru birmodu olan dalğaötürəndən və bir-birindən d məsafəsində yerləşən uzunluğu L olan 2 elektrodan ibarətdir (Şəkil 7).



Şəkil 7. Bir özüldə hazırlanmış dalğaötürən və iki elektrodan ibarət intqral-optik faz modulyatoru

İki elektrod arasında tətbiq olunan sahə, optiki sahənin üzərinə oturur və sınıma göstəricilərində dəyişikliyə gətirir ki, nəticədə faza modulyasiyası meydana çıxır $\phi(t)$.

Modulyatorun çıxış optik siqnalı riyazi olaraq

$$E_{cix}(t) = E_0 \exp\{i[\omega_0 t + \theta + \phi(t)]\}$$

formulası ilə təyin edilir.

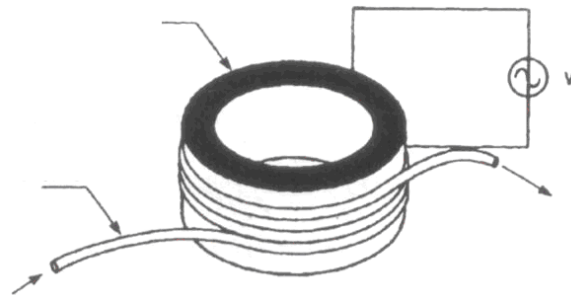
Burada E_0 və ω_0 - çıxış optik siqnalın amplitudu və tezliyidir. θ - daimi faz sürüşməsidir.

Faza modulyasiyası. Faza modulyasiyası təmizlifli cihazlarda hər hansı bir xarici qurğunun köməyiylə, lifin sıxılması və ya dartılması yolu ilə həyata keçirilir və riyazi olaraq belə ifadə edilir

$$\phi(t) = \frac{2\pi}{\lambda} [L\Delta n(t) + n\Delta L(t)]$$

Burada, $\Delta n(t)$ və $\Delta L(t)$ -uyğun olaraq sınıma göstəricisinin dəyişməsinə və qurğunun uzunluğunu göstərir. Həcmli və intqral-optik cihazlarla müqayisədə, hansı ki, uzunluq dəyişməsinin effekti nəzərə alınmayacaq qədər azdır, təmizlifli modulyatorlarda uzun liflərin uzunluqlarının hətta azacıq nisbi dəyişməsi əhəmiyyətli faza modulyasiyasına gətirə bilər.

Pyezoelektrik halqasına sarınan, adətən polyarlaşmış sirkonium, titan və qurğuşundan hazırlanan optik liflərdən təşkil olunan təmizlifli faz modulyatorları daha geniş olur (şəkil 8). Halqaya tətbiq olunau gərginlik, halqa dairəsinin və lifin uzunluğunu dəyişir. Modulyatorun həssalığı elektrodların yerləşmə sxemindən, modulyasiya tezliyindən və halqanın diametrindən asılıdır.



Şəkil 8. Təmiz lifli optik faz modulyatoru

Modulyatorun tezlik xarakteristikasının əsas xüsusiyyəti – akustik rezonansdır ki, bu da halqanın həndəsi ölçüləri və iş rejimi ilə təyin olunur. Halqa rejimi adlandırılan rejimdə qurğu halqa dairəsinin uzunluğunun dəyişməsi hesabına fəaliyyət göstərsə, rezonans tezliyi halqa diametrinə tərs mütənəşib olaraq dəyişir. Əgər tezlik sabit olaraq 100khs/sm-dirsə, onda diametri 2 sm olan halqanın rezonans tezliyi ~ 50khs olacaq. Rezonans zamanı modulyatorun həssaslığı nəzərəcarpacaq dərəcədə artır. Digər tərəfdən mişarvari tezlik sürüşməsi kimi zolaq tezlik xarakteristikası tələb olunan əlavədə bu cür effekt arzuolunmazdır, belə ki, rezonans modulyasiyasının tezlik zolağının enini onlarla kilohersə qədər məhdudlaşdırır. Həm də halqa diametrinin kicildilməsi yolu ilə rezonans tezliyinin artırılması, liflərin əyilməsi səbəbindən yol verilməz itkilərə gətirə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Удд Э. Волоконно-оптические датчики / под.ред. Э.Удда. М.: Техносфера, 2008, 520 с.
2. Волоконно-оптические датчики: Вводный курс для инженеров и научных работников, под редакцией Эрика Удда. 1991. John Willey & Cons Inc.
3. Соколов Е.А., Соколов В.А., Волоконно-оптические датчики и системы: принципы построения, возможности и перспективы // Lightwave. Russian Edition, 2006, № 4, 95с.

РЕЗЮМЕ

ОПТИЧЕСКИЕ МОДУЛЯТОРЫ ДЛЯ ОПТОВОЛОКОННЫХ ДАТЧИКОВ

Намазов А.М., Нагиева С.Ф.

Ключевые слова: *оптические модуляторы, электрооптический коэффициент, кварц, акустооптический гироскоп, детектор*

Оптические модуляторы – основная часть оптоволоконных систем, выполняющих модуляции амплитуды, фазы, частоты. Оптические модуляторы состоят из твердых оптических модуляторов, акустооптических модуляторов, работающих в режиме Романа-Ната и Брегга, интегрально-оптических и чисто оптоволоконных модуляторов.

SUMMARY

OPTICAL MODULATORS FOR THE FIBROUS OPTICAL TRANSCEIVERS

Namazov A.M., Naghiyeva S.F.

Keywords: *Optical modulators, electro optical coefficient, quartz, acoustic optical gyroscope, deflector*

Optical modulators – is the general part of fiber optical system, which is implementing the modulation of amplitude, phase and frequency. The optical modulators are consisting of solid optical modulators, electro - optical modulators, acoustic optical modulators, to be operated in the regime of Ramana-Nata and Bregga and integrally optical and pure fiber optical modulators.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	22.09.2016
	Son variant	14.12.2016

UOT 681.523; 62-522.7

PNEVMO NƏQLİYYAT XƏTLƏRİ DISPERS AXINLARININ AVTOMATİK DOLAYI ÖLÇMƏ MƏQSƏDLİ RIYAZI MODELƏŞDIRİLMƏSİ

HÜSEYNOVA AFƏT SUDEİF qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, baş müəllim

e-mail: n.quliyeva@mail.ru

Açar sözlər: *Reaksiya-regenerasiya sistemləri, katalitik krekinq, riyazi modelləşdirmə, dənəvər materialların pnevmotransportu.*

Dənəvər katalizatorun pnevmotransportu xəttinin şaquli hissəsində hissəciklərin hərəkətinin riyazi modelləşdirilməsi əsasında xəttin sıxlıq və sürət profillərinin operativ olaraq əks etdirilməsi məsələsi qarşıya qoyulur. Bu parametrlərin nəqliyyat xətti üzrə paylanmasının müvafiq diferensial tənliklər vasitəsi ilə yazılışı düz axınlı sıxışdırma rejimli sənaye reaktorlarının optimal idarə olunmasına istiqamətləndirilmişdir.

Pnevmo nəqliyyat xətlərinin cari rejim parametrlərinin avtomatik ölçülməsi mühəndis nöqteyi-nəzərindən araşdırılması tələb olunan məsələlərdəndir. Pnevmo nəqliyyatın tətbiq edildiyi müxtəlif sahələrdə bərk cisim hissəciklərinin orta sürət vektorunun nəqliyyat xətlərinin uzunluq koordinatı üzrə paylanma funksiyası mühüm texnoloji faktor kimi həmişə mühəndis marağı kəsb etmişdir. Tədqiqatımızda qarşıya qoyduğumuz məsələnin mənbəyi polidispers bərk katalizatorlu reaktor-regenerator sistemlərinin avtomatik nəzarət sisteminin layihələndirilməsi olmuşdur. Q-43-107M tipli katalitik krekinq qurğularında regenerasiya olunmuş katalizatorun vertikal axınlı, boru tipli reaktora verilərək, orada reaksiya qarışığı vasitəsi ilə daşınaraq arasıkəsilməz kimyəvi proses yaratması operativ nəzarətə çox ehtiyac meydana gətirmişdir. Hissəciklərin orta sürət vektorunun cari ölçülməsi bərk fazada katalizator kütləsinin sıxlığının dolaylı təyin olunmasına və bununla da katalizator-xammal nisbətinin cari qiymətləndirilməsinə bilavasitə xidmət edir.

İkifazlı (bərk çisim +qaz) dispers mühitin qeyri-stasionar aerodinamikasının riyazi modelləşdirilməsi sahəsində ayrılmaz ikifazlı kontinuum modelinin müstəqil hissəcik modeli ilə əlaqəli yazılışı nəzəri olaraq baxılmış məsələdir [1]. Bununla əlaqədar həm də qeyd edə bilərik ki, dənəvər və tozşəkili materialların pnevmo nəqliyyatı ilə bağlı bəzi məsələlərdə yalnız impuls üçün saxlanılma tənliklərinə [2] yer verilir, və riyazi modelin yaradılmasında müvafiq diferensial tənliklər sistemi ilə kifayətlənir. Bu modelin praktiki məqsədlər üçün istifadəsi əsas etibarlı ilə hər iki fazanın makro parametrlərinin sıx surətdə korrelyasiyada olduqlarıdır [3,4]. Bununla yanaşı, həm də model tənliklərinə daxil olan kinetik parametrlərin qiymətləndirilməsi də xeyli dərəcədə çətinləşmiş olur. Görünür, bu aspekt bərk maddələrin pnevmatik nəqliyyatı xətlərinin layihələndirilməsi ilə bağlı mühəndis hesabatında [5,6] empirik yanaşmanın üstünlüyünü əsaslandırır ən əsas arqumentlərdən biri sayılmalıdır. Qəbul etmək olar ki, pnevmo nəqliyyat xətləri iş rejimlərinin analizində kinetik yanaşmanın eksperimental tədqiqatlara istinad edən empirik dəlillərlə əlaqələndirilməsi daha perpektivlidir.

Vertikal istiqamətdə düz axın xəttində bir hissəciyin hərəkətini nəzərdən keçirək. Hərəkət nəqledici qaz ilə hissəcik arasında sürtünmə qüvvəsi və hissəciyə təsir göstərən ağırlıq qüvvəsi ilə müşaiət olunur. Axının stoks modeli əsasında yazılmış diferensial tənlikləri aşağıdakı şəkildə yazıla bilər [1]:

$$m \frac{dv}{dt} = C_D \frac{\rho_q s^*}{2} (u - v)^2 - mg \quad (1)$$

harada ki, v – hissəciyin hərəkət sürəti, C_D – hissəciyin müqavimət əmsalı; ρ_q – qazın sıxlığı, m – hissəciyin kütləsi; s^* – hissəciyin midl (ortalasdırılmış) kəsiyi; u – nəql edici qaz axınının xətti sürəti, g – sərbəst düşmə təcili; t – zamandır.

Qeyd edək ki, (1) tənliyi axının ox boyu hərəkətinin modeli kimi istifadə olunması yalnız aşağıdakı sadələşdirilmiş təsəvvürlər daxilində mümkündür:

1. Hissəciklər eyni ölçüdədir və onlardan hər birinin sürət vektoru zamanın ixtiyari anında nəqliyyat xətti istiqamətinə yönəlmişdir.

2. Bərk fazanın daxil edilmə sürəti də qaz fazasının verilmə sürəti kimi katalizator zərrələrinin reaktoru tərk etmə müddəti ərzində dəyişməz olaraq qalır.

3. Nəqliyyat xətti və zaman koordinatlarının başlanğıclarını müəyyən edən hipotetik nöqtədə, yəni $l = -0; t = -0$ koordinatlarında V_S qədər həcmə malik start zonası formalaşmış olur ki, burada bərk fazanın qatı axını aerasiya vəziyyətinə gətirilir. Fərz edilir ki, ixtiyari hissəciyin bu zonanadan çıxış sürəti v_0 dəyişməzdir. Bu zonanın sıxlığı xəttə bərk faza sıxlıq paylanma funksiyasının başlanğıc qiymətini müəyyən edir və aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\delta(0) = \frac{G_m}{v_0 S} \quad (2)$$

harada ki, G_m – bərk fazanın daxil edilmə sürəti; S – xəttin en kəsiyi sahəsidir.

4. Hissəciklərin start zonasını tərk etmə sürəti v_0 yalnız daşıyıcı qazın sürəti u -dan asılı olub, baxılan məhdud diapazonda ona mütənasib götürülə bilər, yəni:

$$v_0 = \alpha u = \alpha \frac{V_q}{S} \quad (3)$$

harada ki, α – mütənasiblik əmsalidir.

5. Hissəciklərin hərəkəti toqquşmaların son nəticəsi ilə təyin olunan yekun impulsa tabedir. Dispers mühit (1) baza diferensial tənliyi ilə müəyyən olunan parametrlərə malik kontinum təşkil edir. Sürətin artması hissəciklərin fəzada dispersiyasının artımına gətirib, çıxarır. Fəza kordinatı üzrə kontinumun genişlənməsinə, yəni axının bərk fazaya görə sıxlığının artmasına səbəb olur.

6. İxtiyari l koordinatında S – en kəsiyindən vahid zamanda ötürülən hissəciklərin miqdarı dəyişməzdir (axının stasionarlıq şərti).

Bu mülahizələr hissəciklər axınında ortalaşdırılmış sürətin, bərk fazaya görə sıxlığın ox boyu koordinat üzrə paylanma funksiyasının təyin olunmasına imkan yaradan əsas sadələşdirici fərziyyələrdirlər. Axını stasionar qəbul edək, yəni fərz edək ki, ixtiyari Δt zaman ərzində xəttin l_1, l_2 nöqtələrinə müvafiq S_1, S_2 kəsiklərindən eyni Δq miqdarda bərk kütlə köçürülür. Həmin kəsiklərə müvafiq hissəciklərin orta sürətini v_1 və $v_2 = \alpha v_1$ kimi yaza bilərik. Aydındır ki, Δq porsiya maddi kütlənin tutduğu $\Delta V_1, \Delta V_2$ həcm ilə orta sürət v_1, v_2 arasında funksional əlaqə sadə asılılıqla ifadə oluna bilər:

$$\Delta q_1 = \delta_1 \Delta V_1 = \delta_1 S \Delta l = \delta_1 S v_1 \Delta t \quad ; \quad \Delta q_2 = \delta_2 \Delta V_2 = \delta_2 S v_2 \Delta t \quad (4)$$

Əgər $\Delta q_1 = \Delta q_2 = \Delta q$ olduğunu nəzərə alsaq, yaza bilərik:

$$\delta_2 = \frac{v_1}{v_2} \delta_1 \quad (5)$$

Alınmış ifadəyə əsaslanaraq və axın parametrlərinin xəttin başlanğıc nöqtəsinə uyğun gələn qiymətlərindən istifadə edərək, axının xəttin uzunluq koordinatına görə paylanma funksiyasının sərfiyyat parametrləri ilə əlaqə düsturunu əldə etmiş olarıq:

$$\delta(t) = \frac{\alpha u}{v(t)} \frac{G_m}{v_0 S_1} \quad (6)$$

harada ki, $v(t)$ – yuxarıda yazılmış (1) tənliyinin həllini göstərir.

Yuxarıda (1) tənliyində sürət parametri u -nün qiymətinin axının bir sıra parametrlərinin təsirinin nəzərə alınması ilə dəqiqləşdirilməsi mümkündür. Bərk fazanın sıxlığının xəttin müxtəlif hissələrində eyni olmaması effektiv en kəsiyinin oxboyu dəyişgən olmasına, deməli,

qaz fazasının xətti sürətinin dəyişməsinə səbəb olur. Bunların nəzərə alınması ilə aşağıdakı ifadə yazıla bilər:

$$u(t) = \frac{V_q - G_m / \rho}{S(1 - \varepsilon(t))} \quad (7)$$

harada ki, ρ – hissəcik materialının sıxlığı, ε – dispers mühitdə boşluqların nisbi hissəsi. Bu kəmiyyət aşağıdakı kimi hesablanıla bilər:

$$\varepsilon(t) = \frac{d\delta}{dl} \frac{dl}{dt} = \frac{d\delta}{dl} v(t) \quad (8)$$

Əldə etdiyimiz (7) ifadəsinin (1) tənliyində nəzərə alınması ilə aşağıdakı diferensial tənlik əldə edilə bilər:

$$\frac{dv}{dt} = C_{ef} \rho_q \left(\frac{V_q - G_m / \rho_m}{S(1 - \varepsilon(t))} - v(t) \right)^2 - g \quad (9)$$

harada ki, $C_{ef} = \frac{C_{DS}^*}{2m}$ – fazalararası müqavimət əmsalının effektiv qiymətidir

Alınmış (9) tənliyini pnevmotransport modeli kimi istifadə etmək üçün axın xəttində bərk və maye fazaların divarlarla sürtünmə qüvvəsinin təsirindən yaranan təzyiqli düşgüsünün [7] nəzərə alınması lazım gəlir. Digər tərəfdən bərk fazanın daşınması ilə əlaqədar müqavimət qüvvəsi də (fazalar arasındakı sürüşməyə mütənəsib) aşağıdakı kimi nəzərə alınmalıdır:

$$\frac{dP(l)}{dl} = -\frac{\sigma \rho_q}{2d} u^2 - \varepsilon(l) C_{ef} \rho_q \left(\frac{V_q - G_m / \rho_m}{S(1 - \varepsilon(t))} - v(t) \right)^2 \quad (10)$$

harada ki, P – katalizatorun nəqliyyat xətinə daxil olduğu koordinat başlanğıcının l – məsafəsindəki təzyiqli; σ – hidravlik sürtünmə əmsalı; d – xəttin diametridir.

Düsturun birinci toplananında iştirak edən əmsal stoks qüvvələrinin təsirindən yaranan təzyiqli düşgüsünü nəzərə alır. İkinci toplanan fazalararası sürtünmə müqavimətini nəzərə alır.

Qeyd edək ki, alınmış (10) tənliyi sağ tərəfinə $v(t)$ funksiyasını daxil etdiyi səbəbindən (9) tənliyi ilə şərtləndirilmişdir, yəni onunla sistem təşkil edir. Lakin (9) tənliyi öz növbəsində $P(l)$ funksiyasını daxil etmədiyi üçün müstəqil olaraq, müvafiq başlanğıc şərtin verilməsi ilə həll edilə bilər. Bu iki tənliyi qapayaraq, sistem şəklində gətirən amil aşağıdakı qazların hal tənliyi olacaqdır:

$$v(l) = \frac{22.4 P^0 (T + 273)}{273 P(l)} \quad (11)$$

Digər tərəfdən (9) və (10) diferensial tənlikləri müxtəlif olan zaman və məkan (ox boyu koordinat) koordinatlarda yazılmışlar və onları əlaqələndirən aşağıdakı inteqral münasibəti mövcuddur:

$$l = \int_0^t v(\xi) d\xi \quad ; \quad l \in [0, L] \quad (12)$$

Beləliklə (9), (10) diferensial tənlikləri (6)- (8) , (11), (12) ifadələri ilə birlikdə qapalı sistem təşkil edir ki, o sistemin ədədi üsullarla həlli üçün müəyyən mənada özəl alqoritmik işlənmə tələb olunur. Özəl cəhət ondadır ki, (12) inteqralı ilə bir-birinə bağlı olan t və l sərbəst dəyişənlərinə nəzərən yazılmış (9) və (10) tənliklərindən ikincinin yalnız bir iterasiya addımı gecikmə ilə hesablanması mümkündür. Bu xüsusiyyət, əlbəttə, prinsipial maneə yaratmayaraq yalnız hesablama alqoritminin təşkilində addımın dəyişən uzunluqla götürülməsini tələb edir.

ӘДӘБИҒАТ

1. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Часть 1. М: Наука, 1987, 464 с.
2. Деревич И. В., Фокина А. Ю. Анализ пневматического транспорта дисперсных материалов в импульсном режиме подачи газа. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. "Естественные науки". 2012, С.35-44.
3. Дейч М.Е. Филиппов Г.А. Газодинамика двухфазных сред. 2-е издание. М.: Энергоиздат, 1981, 472 с.
4. Вараксин А.Ю. Турбулентные течения газа с твердыми частицами. М.: «Физматлит», 2003г. , 192 -186 с.
5. Мухопад, К. А. Анализ физических и математических моделей пневмотранспорта сыпучих материалов / К. А. Мухопад, В. П. Тарасов // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: сб. докл. 8-ой научно-практич. конф. Барнаул, 2007. - С. 15-18.
6. Голобурдин А. И., Донат Е. В. Пневмотранспорт в резиновой промышленности. М.: Химия, 1983. 160 с.
7. Ионин А.А. Газоснабжение. М.: Стройиздат, 1981, 415 с.

РЕЗЮМЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСПЕРСНЫХ ПОТОКОВ НА ЛИНИЯХ ПНЕВМОТРАНСПОРТА С ЦЕЛЬЮ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОСВЕННОГО ИЗМЕРЕНИЯ

Гусейнова А.С.

Ключевые слова: Реакционно-регенерационные системы, каталитический крекинг, математическое моделирование, пневмотранспорт сыпучих материалов.

Ставится задача оперативного отображения плотностных и скоростных профилей потоков движущихся по вертикальному участку линий пневмотранспорта частиц зернистого катализатора. Математическое описание распределений этих параметров по продольной координате транспортных линий посредством соответствующих дифференциальных уравнений направлено на оптимальное управление промышленными прямоточными реакторами.

SUMMARY

MATHEMATICAL MODELING OF PNEUMATIC LINES FOR AUTOMATIC INDIRECT MEASUREMENT OF THEIR PARAMETERS.

Huseynova A.S.

Keywords: Automatic control of the process of catalytic cracking, pneumatic transport of bulk materials, visualization management.

The target is the operational work of streas by highspeed and dencity profiles are moving on verfical area of pneotransport particle lines of granular catalyst. Compiled differential equations of motion. Developed algorithm for calculating these distributions along the longitudinal coordinate reactor-lifts for optimal management.

Daxil olma tarixi:	Ilkin variant	11.10.2016
	Son variant	14.12.2016

UOT 621.868.837

ALÇAQ TEZLİKLİ MEXANİKİ RƏQSLƏRİN İKİ DOLAQLI ELEKTROMAQNİT TƏSİRLƏNDİRİCİSİNİN ƏSAS TƏNLİKLƏRİ¹QULİYEV ZAHİD AĞAQLU oğlu²BALAYEV VAQİF AĞARZA oğlu³CABBAROVA SAMİRƏ MÖHÜBBƏT qızı⁴BAXŞİYEVA ŞƏHLA NİYAZƏLİ qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti: 1,2-dosent, 3- baş müəllim, 4-
e-mail: shehla-1274

Açar sözlər: elektromaqnit təsirləndirici, alçaq tezlikli, mexaniki rəqslər, maqnit seli, maqnit nüvə.

Məqalədə alçaq tezlikli mexaniki rəqslərin ikidolaqlı elektromaqnit təsirləndiricisinin əsas tənliklərinin alınmasına baxılır. Tədqiq olunan təsirləndiricinin səmərəliliyinin yüksəldilməsi məqsədiylə yaranan maqnit sellərinin və induksiya əmsallarının ifadələri araşdırılır, eləcə də alınmış əsas tənliklər təhlil edilir.

Müasir avtomatlaşdırılmış texnoloji proseslərdə məmulatların nizamlanmış nəqli (ötürülməsi) və bir çox hallarda işə emal əməliyyatları arasındakı istiqamətləndirilməsi lazım olur [2, 3]. Belə texnoloji proseslərdəki məmulatların kütləvililiyi (çoxluğu) və kiçik ölçülülüyü (xırdalığı) nəzərə alınmaqla qeyd olunan əməliyyatların geniş yayılmış fasiləsiz lentli konveyerlər vasitəsilə aparılması mümkün olmur. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, bu məqsədlə kiçik amplitudlu müxtəlif tezlikli, xüsusilə də alçaq tezlikli mexaniki rəqslərin istifadəsi daha effektiv və səmərəli nəticələr verir.

Tezlikləri səs diapazonunda olan mexaniki rəqslərin alınması üçün müxtəlif tipli təsirləndiricilərin istifadəsi geniş yayılmışdır. Bu təsirləndiricilərin arasında birbaşa 50 Hs tezlikli dəyişən cərəyan şəbəkələrindən qidalanan, mexaniki rəqslərinin tezliyi isə 50 və ya 100 Hs olan elektromaqnit təsirləndiricilər çoxluq təşkil edir. Aparılmış təcrübələrlə müəyyən olunmuşdur ki, bir çox əməliyyatlarda səs diapazonuna qədər (15-20 Hs və daha aşağı) tənzimlənən tezlikli mexaniki rəqslərin istifadəsi, belə mexaniki rəqslərin alınması üçün isə elektromaqnit təsirləndiricilərin tətbiqi daha məqsədəuyğundur.

Elektromaqnit təsirləndirici nüvəsinin və dolağının konstruksiyasına görə transformator tipli elektromaqnit qurğulara çox yaxındır. Yəni dolaq III şəkilli elektrotexniki polad lövhələrdən yığılmış maqnit nüvənin orta çubuğunda yerləşdirilir, maqnit seli yaradır və nəticədə lövbər dartılır. Lövbər dartıldıqda elastik elementlər sıxılır və onu əks istiqamətə itələyirlər [4].

Alçaq tezlikli mexaniki rəqslərin alınması üçün seçilmiş elektromaqnit təsirləndiricilərin konstruksiyası da III şəkilli maqnit nüvədədən (digər konstruksiyanın seçilməsi də mümkündür) ibarətdir. Maqnit nüvənin orta çubuğunda W_1 və W_2 sarğılar sayılı iki dolaq yerləşdirilmişdir. Dolaqların qoşulma sxemi şəkil 1-də verilmişdir. W_1 sarğılar sayılı birinci dolaq C tutumlu kondensatorun ardıcıl qoşulmasıyla U_1 gərginlikli f_1 tezlikli mənbədən qidalanır. W_2 sarğılar sayılı ikinci dolaq isə U_2 gərginlikli və f_2 tezlikli mənbədən qidalanır.

Maqnit nüvənin seçilmiş konstruksiyasına uyğun olaraq dolaqların orta çubuqda yerləşdirilməsiylə əlaqədar onlar maqnit əlaqəlidir. Bunu nəzərə alaraq, dolaqların konturları üçün Kirxhofun II qanununa əsasən tənliklər aşağıdakı kimi olacaq [1]:

$$U_1 = U_C + i_1 \left(r_1 + \frac{dL_1}{dt} \right) + L_1 \frac{di_1}{dt} \pm M \frac{di_2}{dt} \pm i_2 \frac{dM}{dt} \quad (1)$$

$$U_2 = i_2 \left(r_2 + \frac{dL_2}{dt} \right) + L_2 \frac{di_2}{dt} \pm M \frac{di_1}{dt} \pm i_1 \frac{dM}{dt} \quad (2)$$

Burada, i_1, i_2 - birinci və ikinci dolaqlarda cərəyanlar;

r_1, r_2 - birinci və ikinci dolaqların aktiv müqavimətləri;

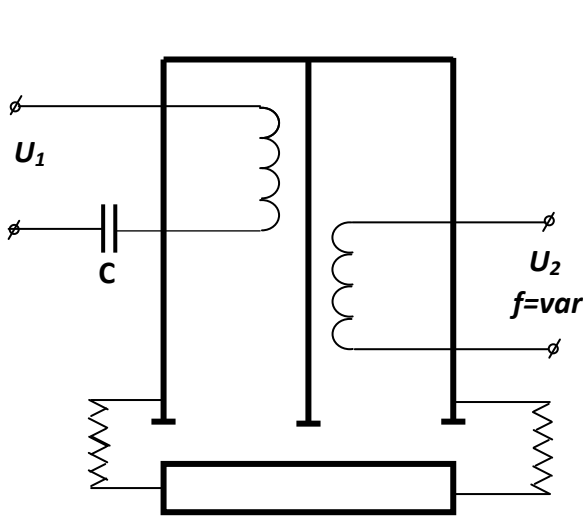
L_1, L_2 - birinci və ikinci dolaqların induktivlikləri;

M - birinci və ikinci dolaqlar maqnit əlaqəli olduqları üçün qarşılıqlı induksiya əmsalı;

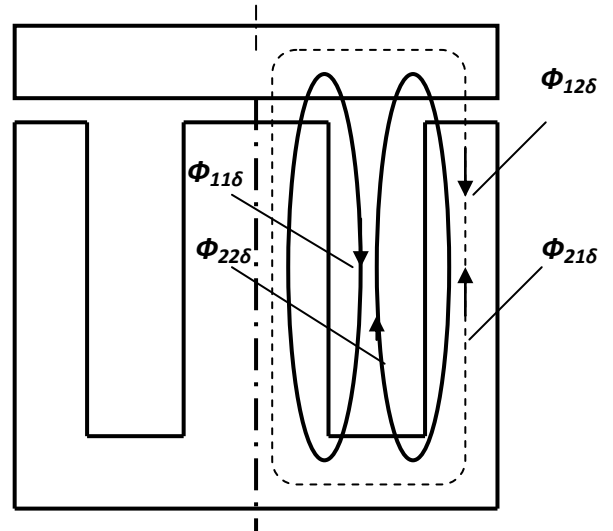
U_C - ardıcıl qoşulmuş kondensatordakı gərginlikdir.

(1) və (2) tənlikləri birinci və ikinci dolaqların düz və əks qoşulmalarını nəzərə almaqla (bu, qarşılıqlı induksiya əmsallı hədlər qarşısındakı işarələrdə öz əksini tapmışdır) yazılmışdır. Hər iki tənlikdə məchul kimi i_1 və i_2 cərəyanları olduğundan onlar tənliklər sistemi təşkil edirlər. Lakin bu tənliklər sistemi elektromaqnit təsirləndiricinin mexaniki hissəsinə aid olan daha bir tənliklə tamamlanmalıdır.

Tədqiq olunan elektromaqnit təsirləndiricinin xüsusiyyətlərindən biri də odur ki, (1) və (2) tənliklərinə daxil olan L_1, L_2 və M əmsalları sabit deyillər. Bu əmsallar elektromaqnit təsirləndiricinin maqnit dövrəsinin R_μ maqnit müqavimətindən asılıdır. Maqnit müqaviməti də öz növbəsində bu dövrədəki hava aralığının dəyişməsindən asılıdır. Hava aralığının dəyişməsi elektromaqnit təsirləndiricinin lövbərinin yerdəyişməsi ilə, yəni elektromaqnit təsirləndiricinin işləməsiylə əlaqəli olduğundan proseslərin analitik tədqiqi üçün elektromaqnit təsirləndiricinin mexaniki hissəsinin tənliyinin də baxılması lazım gəlir.



Şəkil 1.



Şəkil 2.

O da qeyd olunmalıdır ki, (1) və (2) tənliklərindəki əmsalların dəyişkənliyi baxılan sistemdə qeyri-xəttiliyin olduğunu göstərir. Bu isə tənliklər sisteminin analitik həllini çətinləşdirir. Lakin bu tənliklərdən səmərəli istifadə olunması üçün L_1, L_2 və M əmsallarını formalaşdırın parametrlərin dəqiqləşdirilməsi məqsədiylə onlara başqa cür yanaşmaq lazımdır. Bununla da bu əmsalların lövbərin yerdəyişməsiylə və digər konstruksiya parametrləri ilə əlaqələri müəyyən olunur.

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə almaqla, (1) və (2) tənliklərini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$U_1 = U_c + i_1 r_1 + W_1 \frac{d}{dt} (\Phi_{1\Sigma\delta}) \quad (3)$$

$$U_2 = i_2 r_2 + W_2 \frac{d}{dt} (\Phi_{2\Sigma\delta}) \quad (4)$$

Burada $\Phi_{1\Sigma\delta}$ və $\Phi_{2\Sigma\delta}$ - birinci və ikinci dolaq zonalarında yekun maqnit selleridir (şəkil 2).

Bu maqnit sellerinə ətraflı baxaq. Nəzərə alaq ki,

$$\Phi_{1\Sigma\delta} = \Phi_{11\delta} + \Phi_{12\delta} \pm \Phi_{21\delta} \quad (5)$$

$$\Phi_{2\Sigma\delta} = \Phi_{22\delta} + \Phi_{21\delta} \pm \Phi_{12\delta} \quad (6)$$

Burada, $\Phi_{11\delta}$ və $\Phi_{22\delta}$ - hava aralığı zonasından keçən, lakin birinci və ikinci dolaqlarla maqnit ilişməsi olmayan maqnit selləri hissələri kimi anlaşılan birinci və ikinci dolaqların sərəpələnmə maqnit selleridir;

$\Phi_{12\delta}$ - birinci dolaqla yaradılan və hava aralığından keçərək ikinci dolaq sarğıları ilə ilişməsi olan maqnit selidir;

$\Phi_{21\delta}$ - ikinci dolaqla yaradılan və hava aralığından keçərək birinci dolaq sarğıları ilə ilişməsi olan maqnit selidir.

Birinci və ikinci dolaqların əks qoşulduqlarını nəzərə almaqla (5)-i (3)-də, (6)-nı isə (4)-də yerinə yazsaq, aşağıdakı ifadələr alınır:

$$U_1 = U_c + i_1 r_1 + W_1 \frac{d}{dt} (\Phi_{11\delta}) + W_1 \frac{d}{dt} (\Phi_{12\delta}) - W_1 \frac{d}{dt} (\Phi_{21\delta}) \quad (7)$$

$$U_2 = i_2 r_2 + W_2 \frac{d}{dt} (\Phi_{22\delta}) + W_2 \frac{d}{dt} (\Phi_{21\delta}) - W_2 \frac{d}{dt} (\Phi_{12\delta}) \quad (8)$$

Dolaqların düz və ya əks qoşulma üsulunun seçilməsi aşağıdakı mülahizələrə əsaslanır. Baxılan elektromaqnit qurğuda hər iki dolaq III - şəkilli maqnit nüvənin orta çubuğunda yerləşdiyindən bu dolaqlar arasındakı maqnit əlaqəsi kifayət qədər güclü olur (maqnit əlaqə əmsalı $k = M/\sqrt{L_1 L_2}$ vahidə yaxın yüksək qiymətə malik olur). O da nəzərə alınmalıdır ki, bu dolaqlar müxtəlif tezlikli mənbələrdən qidalandırılırlar. Belə bir şəraitdə göstərilən hər bir tezlikdə bir dolağın dövrəsindən digər dolağın dövrəsinə müəyyən enerji (güc) hissəsinin ötürülməsiylə qarşılıqlı transformasiya olur. Məlumdur ki, belə hallarda dolalar arasında əlavə konduktiv əlaqə olmadıqda onlar əks qoşulmuş olurlar. Bütün bunlar onu göstərir ki, (1) və (2) və ya (7) və (8) tənliklərində qarşılıqlı induksiya olmasını əks etdirən hədlər qarşısında mənfi işarəsinin istifadə olunması səmərəlidir.

(7)-ni (1)-lə, (8)-i isə (2) ilə tutuşduraraq onların müqayisə olunması üçün öz-özünə və qarşılıqlı induksiya əmsallarının (7) və (8) ifadələrinin parametrləri vasitəsilə göstərilməsinin zəruriliyi müəyyən olur.

Bu məqsədlə $\Phi_{1\Sigma\delta}$ və $\Phi_{2\Sigma\delta}$ maqnit sellerini öz-özünə və qarşılıqlı induksiya əmsallarından istifadə etməklə ifadə edək. (5)-ə əsasən:

$$\begin{aligned} W_1 \Phi_{1\Sigma\delta} &= \frac{W_1 (\Phi_{11\delta} + \Phi_{12\delta})}{i_1} i_1 \pm \frac{W_1 \Phi_{21\delta}}{i_2} \cdot i_2 = \frac{W_1 \Phi_{11\delta}}{i_1} i_1 + \frac{W_1 \Phi_{12\delta}}{i_1} i_1 \pm \\ &\pm \frac{W_1 \Phi_{21\delta}}{i_2} i_2 = L_{11\delta} \cdot i_1 + L_{12\delta} \cdot i_1 \pm M_{21\delta} i_2 \end{aligned} \quad (9)$$

Burada,

$L_{11\delta} = \frac{W_1 \Phi_{11\delta}}{i_1} = \frac{W_1^2}{W_1 i_1 / \Phi_{11\delta}} = \frac{W_1^2}{R_{\mu 11}} = \frac{W_1 \mu_0 S_{\mu 11}}{\delta} - \Phi_{11\delta}$ maqnit selindən öz-özünə induksiya əmsəlidir;

$L_{12\delta} = \frac{W_1 \Phi_{12\delta}}{i_1} = \frac{W_1^2}{W_1 i_1 / \Phi_{12\delta}} = \frac{W_1^2}{R_{\mu 12}} = \frac{W_1^2 \mu_0 S_{\mu 12}}{\delta} - \Phi_{12\delta}$ maqnit selindən qarşılıqlı induksiya əmsəlidir;

$M_{21\delta} = \frac{W_1 \Phi_{21\delta}}{i_2} = \frac{W_1 W_2}{W_1 i_2 / \Phi_{21\delta}} = \frac{W_1 W_2}{R_{\mu 21}} = \frac{W_1 W_2 \mu_0 S_{\mu 21}}{\delta} - \Phi_{21\delta}$ maqnit selindən qarşılıqlı induksiya əmsəlidir;

$S_{\mu 11}, S_{\mu 12}, S_{\mu 21} - \Phi_{11\delta}, \Phi_{12\delta}, \Phi_{21\delta}$ maqnit sellərinin şərti paylandıqları en kəşik sahələridir;
 μ_0 - havanın maqnit nüfuzluğudur.

Analoji olaraq (6) ifadəsinin əsasında:

$$W_2 \Phi_{22\delta} = \frac{W_2 (\Phi_{22\delta} + \Phi_{21\delta})}{i_2} i_2 \pm \frac{W_2 \Phi_{12\delta}}{i_1} i_1 = L_{22\delta} \cdot i_2 + L_{21\delta} \cdot i_2 \pm M_{12\delta} \cdot i_1 \quad (10)$$

Burada,

$L_{22\delta} = \frac{W_2 \Phi_{22\delta}}{i_2} = \frac{W_2^2 \mu_0 S_{\mu 22}}{\delta} - \Phi_{22\delta}$ maqnit selindən öz-özünə induksiya əmsəlidir;

$L_{21\delta} = \frac{W_2 \Phi_{21\delta}}{i_2} = \frac{W_2^2 \mu_0 S_{\mu 21}}{\delta} - \Phi_{21\delta}$ maqnit selindən öz-özünə induksiya əmsəlidir;

$M_{12\delta} = \frac{W_2 \Phi_{12\delta}}{i_1} = \frac{W_1 W_2 \mu_0 S_{\mu 12}}{\delta} - \Phi_{12\delta}$ maqnit selindən induksiya əmsəlidir;

$S_{\mu 22} - \Phi_{22\delta}$ maqnit selinin şərti paylandığı en kəşik sahəsidir.

Baxılan maqnit sellərindən hər biri maqnit nüvə poladı sahəsindən və hava aralığı zonasındaki boşluqdan keçir. Uyğun olaraq bu maqnit sellərinin hər biri üçün onun paylandığı yol üzrə maqnit müqaviməti aşağıdakı kimi olacaq:

$$R_{\mu \Sigma} = R_{\mu p} + R_{\delta} = \frac{\ell_p}{\mu_p S_{\mu p}} + \frac{\delta}{\mu_0 S_{\mu h}} \quad (11)$$

Burada, μ_p - poladın maqnit nüfuzluğu;

ℓ_p - maqnit selinin maqnit nüvə poladındaki paylanma yolunun uzunluğu;

$S_{\mu p}, S_{\mu h}$ - maqnit selinin poladda və hava aralığında paylandığı şərti en kəşik sahələridir;

Əgər fərz etsək ki, $S_{\mu p} = S_{\mu h}$, onda $R_{\mu p}$ mürəkkəblərini δ_f fiktiv hava aralığının şərti müqaviməti vasitəsi ilə ifadə etmək olar, yəni

$$R_{\mu p} = R_{\delta_f} \quad (12)$$

və ya

$$\frac{\ell_p}{\mu_p S_{\mu p}} = \frac{\delta_f}{\mu_0 S_{\mu h}}$$

Onda yuxarıda qeyd olunan $S_{\mu p}$ və $S_{\mu h}$ sahələrinin bərabərliyini nəzərə almaqla:

$$\ell_p : \mu_p \cong \delta_f : \mu_0$$

Buradan

$$\delta_f = \frac{\mu_0}{\mu_p} \ell_p \quad (13)$$

Əgər polad sahəni doymamış fərz etsək, onda $\mu_p \gg \mu_0$ və uyğun olaraq $\delta_f \ll \ell_p$ alınacaq. (12)-ni nəzərə almaqla (11) ifadəsini belə yazmaq olar:

$$R_{\mu\Sigma} = R_{\delta_f} + R_{\delta} = \frac{\delta_f}{\mu_0 S_{\mu h}} + \frac{\delta}{\mu_0 S_{\mu h}} = \frac{\delta_f + \delta}{\mu_0 S_{\mu h}} \quad (14)$$

Nəzərə alsaq ki, δ_f - çox kiçikdir və o ixtisar oluna bilər, (14) ifadəsi aşağıdakı kimi yazılacaq:

$$R_{\mu\Sigma} \cong \frac{\delta}{\mu_0 S_{\mu h}} = R_{\delta} \quad (15)$$

Qeyd edək ki, öz-özünə və qarşılıqlı induksiya əmsallarının ifadələrinə daxil olan S_{μ} tipli şərti sahələrə dair mülahizələr də mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Burada ilk növbədə elektromaqnit mexanizmlərin layihələndirilməsində çox mühüm bir parametrim, layihə olunan konstruksiyanın səmərəliliyi kriteriyası kimi götürülə biləcək ${}_{or}B$ maqnit induksiyasının müəyyənləşdirilməsi lazımdır. Bu zaman nəzərə alaq ki, ${}_{or}B$ parametri maqnit nüvənin eninə en kəsik səthi üzrə induksiyanın orta qiymətini xarakterizə edir. Eləcə də, nəzərə alınmalıdır ki, maqnit seli zamana görə dəyişdiyindən induksiya da maqnit seli ilə sinxron olaraq zamana görə dəyişəcəkdir, deməli, istənilən qiyməti, o cümlədən, ${}_{or}B_m$ maksimum qiymətini də ala bilər. Real konstruksiyalarda maqnit nüvənin poladının doyması şərtinə görə ${}_{or}B_m$ -un orta buraxıla bilən qiyməti ötməsi məqsədəuyğun deyil.

Yuxarıda qeyd olunanlara əsaslanaraq maqnit nüvədə $\Phi_{1\Sigma m}$ maqnit selinin olması şərtiylə ${}_{or}B_m$ -un formalaşmasına baxaq. Bu halda

$${}_{or}B_{1\Sigma\mu} = \frac{1}{S_{1\Sigma m}} \cdot \Phi_{1\Sigma m} \quad (16)$$

Burada

$S_{1\Sigma m} - \Phi_{1\Sigma m}$ - maqnit selinin paylandığı zonada maqnit nüvənin en kəsik sahəsi;

${}_{or}B_{1\Sigma\mu}$ - göstərilən en kəsikdə doyma şərtləri ilə məhdudlaşan orta induksiyanın qiymətidir;

Buradan, (5)-i və səpələnmə sellərinə dair mülahizələri nəzərə alaraq:

$$\begin{aligned} S_{1\Sigma m} &= \frac{\Phi_{1\Sigma m}}{{}_{or}B_{1\Sigma m}} = \frac{\Phi_{11m} + \Phi_{12m} \pm \Phi_{21m}}{{}_{or}B_{1\Sigma m}} = \frac{\Phi_{11m}}{{}_{or}B_{1\Sigma m}} + \frac{\Phi_{12m}}{{}_{or}B_{1\Sigma m}} \pm \frac{\Phi_{21m}}{{}_{or}B_{1\Sigma m}} = \\ &= S_{\mu 11} + S_{\mu 12} \pm S_{\mu 21} \end{aligned} \quad (17)$$

Belə mülahizələri

$$S_{2\Sigma m} = \frac{\Phi_{2\Sigma m}}{{}_{or}B_{2\Sigma m}}$$

ifadəsi üçün də apararaq və $S_{\mu 22}, S_{\mu 21}, S_{\mu 12}$, parametrlərini təyin etmək olar. Alınanları (17) ifadəsinin hədləri ilə müqayisə etsək:

$$S_{\mu 12} = \frac{\Phi_{12m}}{{}_{or}B_{1\Sigma m}} = \frac{\Phi_{12m}}{{}_{or}B_{2\Sigma m}} \quad \text{və} \quad S_{\mu 21} = \frac{\Phi_{21m}}{{}_{or}B_{2\Sigma m}} = \frac{\Phi_{21m}}{{}_{or}B_{1\Sigma m}}$$

olduğunu görürük. Burada ${}_{or}B_1\Sigma_m = {}_{or}B_2\Sigma_m$ bərabərliyinin zəruriliyi meydana çıxır. Bu işə maqnit nüvənin materialının bircinsli və onun doyması tələbləri nəzərə alınmaqla asanlıqla yerinə yetirilir.

Onu qeyd etmək lazımdır ki, S_μ tipli sahələr zamandan asılı deyillər və deməli, zamandan asılı olmayan konstruksiya sabitləri kimi baxılırlar.

Dartı qüvvəsinin komponentləri məhz hava aralığı zonasında formalaşdığından (1) və (2) tənliklərindəki L və M tipli əmsallar vibrotəsirləndiricinin konstruksiya-mexaniki hissəsinə aid parametrlərlə əlaqədirlər. Deməli (1) və (2) tənlikləri mexaniki alt sistemə aid tənliklə tamamlanmalıdır. Bu tənlik aşağıdakı kimi olacaq:

$$m\ddot{x} + r_{mex}\dot{x} + \bar{c}x = F(x, t) \quad (18)$$

Burada, x - lövbərin, yəni təsirləndiricinin hərəkətli hissəsinin yerdəyişməsi;

m - hərəkətli hissəsinin kütləsi;

r_{mex} - hərəkətli hissədə qatı (özlü) sürtünməsi;

\bar{c} - elastik elementlərin sərtliyi;

F - maqnit sisteminin yaratdığı dartı qüvvəsi.

Bu tənlik dəki dartı qüvvəsi aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir.

$$F = \frac{1}{2\mu_0 S_\mu} \Phi^2 \quad (19)$$

Φ - dartı qüvvəsini müəyyən edən maqnit selidir.

Dartı qüvvəsinin dəyişən işarəli toplanmasının formalaşmasında elektrik hissəsindəki proseslərin mühüm rol oynadığını bilərək onların analizinə baxılmalıdır.

Beləliklə, alçaq tezlikli mexaniki rəqslərin alınması üçün dolaqlırdan birinə ardıcıl qoşulmuş kondensatorlu ikidolaqlı elektromaqnit təsirləndiricinin əsas tənliklərinin alınması və təhlili belə qurğuların səmərəli layihələndirilməsini sadələşdirən bir sıra məsələlərin dəqiqləşdirilməsini müəyyən edir. Bu məsələlərə öz-özünə və qarşılıqlı induksiya əmsallarının əlverişli yazılışının təmini, eləcə də bu əmsallarla birbaşa əlaqəli bir sıra konstruksiya parametrlərinin (maqnit nüvənin en kəsik sahəsi, sarğılar sayı və s.) dəqiqləşdirilməsi aiddir.

Nəticələrdən biri də odur ki, elektromaqnit təsirləndiricinin dartı qüvvəsi δ hava aralığı zonasından keçən yekun maqnit selinin $\Phi_{11\delta}$ və $\Phi_{22\delta}$ səpələnmə toplanmaları ilə təmin olunur. Bu işə onu göstərir ki, alçaq tezlikli mexaniki rəqslərin ikidolaqlı elektromaqnit təsirləndiricisinin işləməsinin ətraflı baxılması üçün onun mexaniki alt sisteminin tənliyi istifadə olunmalıdır. Mexaniki alt sistem tənliyi $x(t)$ yerdəyişmə koordinatı ilə ifadə olunduğundan bu koordinat hava aralığı kəmiyyətini əvəz etməklə elektrik altsistemi tənliyinə də daxil olmalıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники. 4.1. М.: Энергия, 1978, 592 с.
2. Базаров Н.Х. Автоматизация промышленных установок. Ташкент; Узбекистан, 1979, 139 с.
3. Бауман В.А., Быховский И.И. Вибрационные машины и процессы в строительстве. М.: Высшая школа, 1977, 225 с.
4. Нитусов Ю.Е. Об одной схеме электромагнитного вибратора. М.: Электричество, 1955, №5, с.81-85.

РЕЗЮМЕ

ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ДВУХОБМОТОЧНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ВОЗБУДИТЕЛЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Кулиев З.А., Балаев В.А., Джаббарова С.М., Бахшиева Ш.Н.

Ключевые слова: *электромагнитный возбудитель, низкочастотный, механические колебания, магнитный поток, магнитный сердечник.*

В статье рассматривается получение основных уравнений двухобмоточного электромагнитного возбудителя низкочастотных механических колебаний. С целью повышения рациональности исследуемого устройства, анализируются выражения создаваемых магнитных потоков и коэффициентов индукции, а также полученные основные уравнения.

SUMMARY

PARTICULAR EQUATIONS OF BIWOUND ELECTROMAGNETIC EXCITER LOW-FREQUENCY MECHANICAL VIBRATION

Guliev Z.A., Balaev V.A., Jabbarova S.M., Bakhshieva Sh.N.

Keywords: *electromagnetic exciter, low-frequency, mechanical vibrations, magnetic core.*

Obtaining the particular equations of biwound electromagnetic exciter of low-frequency mechanical vibration is studied in the article.

In order to increase the rationality of the investigated device the expression of created magnetic currents and coefficient of induction are analysed, including received essential equations.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	16.05.2016
	Son variant	14.12.2016

УДК 621.31

**РЕСУРС НАДЕЖНОСТИ ВСЫПНОЙ ОБМОТКИ СТАТОРА
АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ**¹АХМЕДОВ АСЛАН ДИЯР оглу²ИСЛАМОВ ИСЛАМ ЗАЛИ оглу³БАБАЕВ АЗИМ ДЖАРУЛЛА оглу⁴АХМЕДОВ ДИЯР АСЛАН оглу

Сумгаитский государственный университет

1,2-доцент, 3,4-инженер

e-mail: azim.babayev@gmail.com

Ключевые слова: Асинхронный двигатель, обмотка, статор, ресурс надежности, опасность отказов, вероятность безотказной работы.

В работе приводится методика для определения выработанного ресурса надежности всыпной обмотки статора асинхронного электродвигателя. Показано, что существенное влияние на выработку ресурса надежности обмотки статора оказывает уровень совместно воздействующих различных факторов.

В результате интенсивных исследований, проведенных за 60-70 лет в области надежности асинхронных двигателей (АД), было установлено, что его надежность в большей степени зависит от безотказной работы изоляции обмотки статора [1,2]. Созданные математические модели надежности межвитковой изоляции с той или иной полнотой отображают закономерность, определяющую характер отказов обмотки. Однако, на базе известных математических моделей [1,2] не удается разработать эффективные методы анализа надежности обмотки и дать описание процессов, влияющих на надежность, что обусловлено необходимостью введения упрощающих допущений относительно условий функционирования и распределения вероятности безотказной работы обмотки. Поэтому для решения ряда задач необходимо глубокое понимание закономерностей, определяющих характер влияния разрушающих факторов (электрических, термических, механических и т.д.) на изоляцию обмотки.

Как известно, изоляция обмотки при воздействии различных факторов в процессе работы АД постепенно утрачивает работоспособность. В связи, с чем можно говорить, что изоляция обмотки статора обладает ресурсом (запасом надежности), скорость утраты которой зависит от уровней и сочетания воздействующих факторов в режимах работы АД.

При этом функции ресурса $r(t)$, выработанного обмоткой за время t , должно быть статистической характеристикой надежности обмотки.

В качестве функции ресурса надежности принято:

$$r(t) = -\ln[p(t)], \quad (1)$$

где $p(t)$ - вероятность безотказной работы обмотки в течении времени t .

После несложных преобразований из (1) получим:

$$\int_0^x a[r(t)] = \int_0^x \lambda(t) dt, \quad (2)$$

где $\lambda(t)$ - интенсивность отказа.

Из (2) следует, что ресурс надежности, выработанный в единицу времени, есть опасность отказа статорной обмотки. В зависимости от режима АД определяются условия работы ε по выражению:

$$\varepsilon = \frac{H}{H_0} \quad (3)$$

где H и H_0 действующая и номинальная нагрузка. Опасность отказа изоляции зависит от ε и может изменяться в широких пределах

$$\lambda(z) = \lambda(z, \varepsilon). \quad (4)$$

Несмотря на это, характер утраты обмоткой работоспособности в определенном множестве режимов E проявляется в одной и той же форме статических закономерностей. В связи с этим, для решения задачи можно воспользоваться физическим законом надежности сформулированного в [3], согласно которому надежность элемента (системы) в условиях принадлежащих областей возможных условий $\varepsilon \in E$ зависит от величины выработанного в прошлом ресурса r и не зависит от того, как выработан этот ресурс, т.е.

$$p(t/r) = p'(t/x_1) = p''(t/x_2), \quad (5)$$

где x_1 и x_2 - продолжительности интервалов времени работы обмотки, в прошлом удовлетворяющие интегральному соотношению

$$r = \int_0^{x_1} \lambda(z, \varepsilon_1) dz = \int_0^{x_2} \lambda(z, \varepsilon_2) dz. \quad (6)$$

Целью настоящей работы является оценка выработанного ресурса надежности всыпной обмотки статора при воздействии различных факторов в процессе испытания АД.

Данные для оценки выработанного ресурса надежности обмотки были заимствованы из результатов спланированного экспериментального исследования трех партий АД типа А2-71-4 приведенные в [1].

Первая партия АД проверялась на воздействие только одного фактора теплового старения изоляции обмотки статора при температуре 160°C (обмотка имеет изоляцию класса E), на холостом ходу в режиме искусственной нагрузки [4].

Вторая партия АД испытывалась при воздействии двух факторов: теплового старения (температуре 160°C), динамическим усилиям и коммутационным направлениям при частых реверсах (один реверс за 5 сек) на холостом ходу в режиме искусственной нагрузки, а вибрационное ускорение при этих испытаниях составляло, $a = 0,5g$ и было обусловлено остаточной неуравновешенностью ротора.

Третья партия электродвигателей испытывалась при воздействии трех факторов: теплового старения при температуре 160°C , динамических усилиях и коммутационных перенапряжениях при частых реверсах и вибрационном ускорении, равном $a = 1,5g$. Из режимов работы второй и третьей партии АД, по вибрационному ускорению определяем показатель режима

$$\varepsilon = \frac{H}{H_0} = \frac{1,5}{0,5} = 3. \quad (7)$$

Тогда условия работы

$$\varepsilon = \begin{cases} \varepsilon_1, & \text{при } 0 < z < x_1 \\ \varepsilon_2, & \text{при } x_1 < z < x_1 + t \end{cases} \quad (8)$$

При этом с учетом выражения [5] и [6] для определения вероятности безотказной работы в интервале времени $(x_2, x_2 + t)$ при условии, что $\varepsilon = \varepsilon_2 = const$ получим

$$p''(t/x_2) = \exp\left[-\int_{x_2}^{x_2+t} \lambda(z, \varepsilon_2) dz\right]. \quad (9)$$

При заданном значении x_1 можно найти $x_2 = x_2(x_1)$ при котором выполнится требование (5).

Когда условия работы и опасности отказов обмотки известны, вероятность безотказной работы АД в течении времени $x_1 + t$ можно определить по выражению

$$p(x_1 + t) = \exp\left[-\int_0^{x_2+t} \lambda(z, \varepsilon_2) dz\right], \quad (10)$$

где $x_2 = x_2(x_1)$ находится из условия (5). Результаты расчета выработанного ресурса надежности и вероятности безотказной работы для обеих партий АД, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

№ испытываемых партий АД	Условия работы и опасность отказов	Вероятность безотказной работы $P(t+x_1)$	Выработанный ресурс, r (t)	Средняя наработка на отказ T_{cp} час
I	$\varepsilon_1 = \text{при } 0 \leq 1432 \leq x_1$	0,4232	0,8325	1432
11 и 111	$\begin{cases} \varepsilon_1 & \text{при } 0 \leq 593 \leq x_1 \\ \lambda_1 = 0,0016 & 1/\tau \\ \varepsilon_2 & \text{при } x_1 < 600 \leq x_1 + \\ \lambda_2 = 0,0185 & 1/\tau \end{cases}$	0,05784	2,6053	54

Из таблицы 1 видно, какое существенное влияние на выработку ресурса надежности оказывают совместное воздействие факторов как вибрация, динамические усилия и коммутационные перенапряжения при реверсах.

Так, при добавлении к фактору теплового старения динамических усилий перенапряжений при реверсах и вибрацию, средняя выработка ресурса надежности увеличилась на 3,1, а средняя наработка на отказ уменьшилась в 26,5 раза.

Выводы.

1. При определении степени влияния режимов работы АД на выработки ресурса надежности, значения вероятности безотказной работы и средней наработки на отказ всыпной обмотки статора необходимо учитывать сочетание и уровень всех воздействующих факторов.

2. Для повышения эксплуатационной надежности обмотки статора АД целесообразно принять меры для снижения уровней вибрационного ускорения и защитные средства, позволяющие уменьшать амплитуды коммутационного перенапряжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольдберг О.Д. Качество и надёжность асинхронных двигателей. М.: Энергия, 1968, 176 с.
2. Еромолин Н.П., Жерехин И.П. Надёжность электрических машин. Л.: Энергия, 1976, 248 с.
3. Седякин Н.М. Об одном физическом принципе теории надёжности. – Техническая кибернетика // Изв. АН СССР, №3. М.: 1966, с.80-87.
4. Мамедзаде М.С. Исследование работы асинхронного двигателя в режиме искусственной нагрузки. Известия вузов. М.: Энергетика, 1961.

XÜLASƏ

ASINXRON MÜHƏRRİKİN STATORUNUN SƏPMƏ DOLAĞININ ETİBARLIQ RESURSU

Əhmədov A.D., İslamov İ.Z., Babayev Ə.C., Əhmədov D.A.

Açar sözlər: asinxron mühərrik, stator dolağı, etibarlıq resursu, imtinalar intensivliyi, imtinasız işləmə ehtimalı.

Asinxron mühərrikin planlaşdırılmış təcrübə sınaqlarından alınan nəticələrə görə statorun səpmə dolağının etibarlıq resursunun təyin edilmə metodu verilmişdir. Məlum olmuşdur ki, asinxron mühərrikin istismar rejimində təsir göstərən amillərin sayı və onların səviyyəsindən asılı olaraq dolağın etibarlıq resursunun sərfi artır və orta işləmə müddəti isə böyük həddə azalır.

SUMMARY

RESOURCE RELIABILITY RANDOM-WOUND STATOR WINDING OF ASYNCHRONOUS ENGINE

Akhmedov A.D., Islamov I.Z., Babayev A.D., Akhmedov D.A.

Keywords: Asynchronous engine, coil, stator, reliable resource danger failures, the probability of failure-free operation.

The paper presents the methodology for determining the reliability of the resource generated random-wound stator winding of the asynchronous engine. It has been shown that a significant impact on the development of the resource has a stator winding reliability level together with various acting factors.

Daxil olma tarixi: İlkin variant 08.11.2016
Son variant 14.12.2016

UOT 681.128.8

VİBRASIYALI-AMPLİTUD SİXLİQÖLÇƏN ÜÇÜN YÜKSƏK KEYFİYYƏT ƏMSALLI REZONATORUN SİNTEZİ**ABDULOVA NAFİSƏ ABDULFƏS qızı,***Sumqayıt Dövlət Universiteti, elmi işçi**e-mail: lady_abdulova@mail.ru***Açar sözlər:** *sıxlıqölçən, vibrasiyalı-amplitud, yüksək keyfiyyət əmsallı rezonator, sintez*

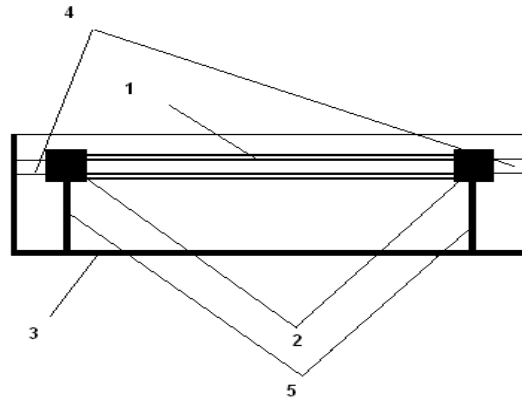
Mayelərin axında sıxlıqlarını ölçmək üçün müxtəlif növ sıxlıqölçənlərdən istifadə olunur. Onların arasında vibrasiyalı-amplitud sıxlıqölçənlər suspenziyalarla işləmək bacarığı ilə fərqlənir [1].

Vibrasiyalı-amplitud sıxlıqölçəndə həssas element kimi, sənaye tezlikli gərginlik mənbəsindən qidalanan elektromaqnit təsirləndirici vasitəsi ilə məcburi rəqslər edən, daxilindən maye axan və ucları dayaqlarda sərt bərkidilmiş düz axınlı borudan istifadə olunur. İlkin olaraq sıxlıqölçənin həssas elementi etalon maye ilə doldurulur və dayaqların yerləri dəyişdirilir. Aydın ki, bu zaman borunun rəqs edən hissəsinin uzunluğu da dəyişir, rezonans halına gətirilir. Rezonans halını elektromaqnitli qəbuledicinin çıxışında alınan maksimal siqnala əsasən təyin edirlər. Bundan sonra həssas elementdən müxtəlif sıxlıqlı mayələr axıdaraq qəbuledicinin çıxışdakı uyğun siqnalları qeyd edirlər. Alınmış nəticələrə əsasən sıxlıqölçənin statik xarakteristikası qurulur. Vibrasiyalı-amplitud sıxlıqölçənin həssaslığı birinci növbədə rezonatorun keyfiyyət əmsalı ilə təyin olunur, belə ki, keyfiyyət əmsalı nə qədər yüksək olarsa rezonans əyrisinin dikliyi də bir o qədər yüksək olar. Mövcud vibrasiyalı-amplitud sıxlıqölçənlərdə istifadə olunan ucları sərt bərkidilmiş birborulu rezonatorlar aşağı keyfiyyət əmsalına malikdir. Bununla əlaqədar vibrasiyalı-amplitud sıxlıqölçənlər üçün yüksək keyfiyyət əmsallı rezonatorların sintezi aktual məsələ kimi qəbul oluna bilər.

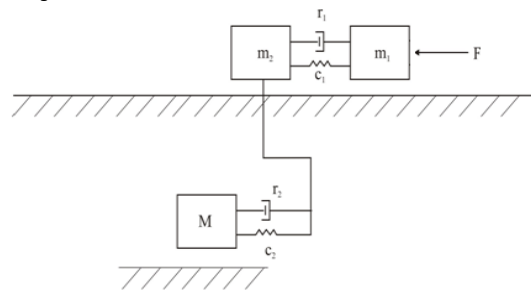
Hazırda vibrasiyalı sıxlıqölçənlərin rezonatorlarının sintezi iki üsuldən biri ilə yerinə yetirilir: evristik və elektromexaniki analogiyalara əsaslanan [2]. Biz ikinci üsula üstünlük vermişik, belə ki, bu üsul müəyyən dərəcədə elmi əsaslandırılmış hesab olunur.

Seçdiyimiz rezonatorun formasının sintezi alqoritminə uyğun [3] biz ilkin olaraq formasını yaxşılaşdırmaq istədiyimiz rezonatorun toplanmış parametrlə mexaniki modelini yaratmalıyıq. Yaxşılaşdırmaq istədiyimiz rezonator kimi ucları dayaqlarla 2-də sərt bərkidilmiş həcins düz boru 1-dən hazırlanmış rezonatoru qəbul edirik (şəkil 1). Rezonator özü 3-lə mayenin daxil olunması və kənarlaşdırılması üçün istifadə olunan elastiki elementlər 4-lə və borunun vəziyyətini qeyd edən elastiki lövhələr 5-lə bağlanır. Rezonatorun ikiqat simmetriyasını nəzərə alaraq, mexaniki modeli rezonatorun iki yarısından biri üçün qururuq (şəkil 2). Borunun $\frac{1}{2}$ hissəsinin rəqs edən kütləsini m_1 , dayağın kütləsini m_2 , özülün kütləsini isə M kimi işarə edək. Kütlələr öz aralarında elastiki-plastiki qarşılıqlı əlaqədədir. Baxılan modeldə bu qarşılıqlı əlaqələr C_1 və C_2 elastiklik elementlərlə və r_1 və r_2 mexaniki müqavimətlərlə əvəz olunur.

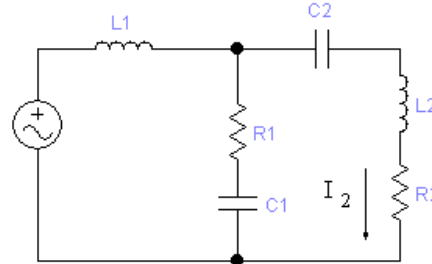
Elektromexaniki analogiyalar üsuluna əsasən şəkil 2 -də verilmiş modelin elektriki analoqu şəkil 3-də göstərilmiş konturlar sistemidir. F mexaniki qüvvə elektriki analoqda ekvivalent gərginlik mənbəsi ilə əvəz olunur. Özülün M kütləsi borunun və dayaqların kütlələrindən qat-qat böyük olduğundan L_M induktivliyi nəzərə alınmaq olar. Baxdığımız halda dayaqlardakı itkilərə R_2 müqavimətdə bu müqavimətdən axan I_2 cərəyanı ilə düz mütənasib olan enerji itkiləri uyğun gəlir.



Şəkil 1. Birborulu rezonatorun sxemi



Şəkil 2. Rezonatorun hesablama sxemi

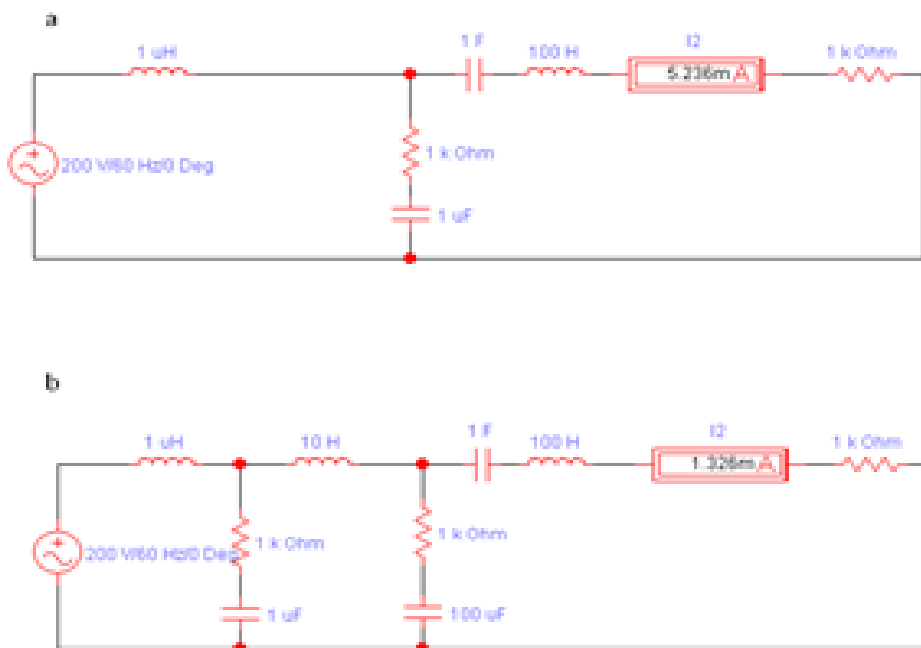


Şəkil 3. Elektrik analoq

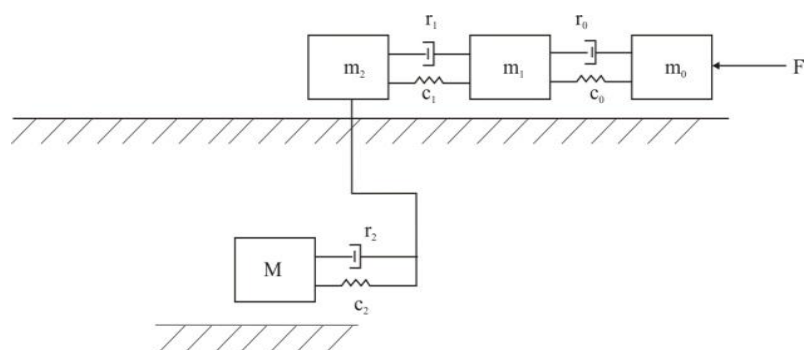
I_2 cərəyanının azaldılması yollarından biri kimi, sxemdə $L_1 - R_1 - C_1$ və $L_2 - R_2 - C_2$ konturlar arasında əlavə $L_0 - R_0 - C_0$ konturun daxil edilməsi ola bilər. Yuxarıda qeyd olunmuş təklifi yoxlamaq məqsədi ilə biz Electronics Workbench proqramın köməyi ilə tədqiqat aparmışıq. $L_0 - R_0 - C_0$ parametrlərin seçilməsi ilə elə bir kombinasiya tapılmışdır ki, burada I_2 cərəyanının qiyməti azalır. Bu zaman R_0 qiyməti R_1 və R_2 müqavimətlərin qiymətlərinə nəzərən dəyişilməz qalır. Onlar rezonatorun materialındakı daxili itkiləri xarakterizə edir, rezonator isə eyni materialdan hazırlanır. Şəkil 4-də modelləşdirmənin nəticəsi verilmişdir. Birinci sxem rezonatorun toplanmış parametrləli mexaniki modelinin ikincisi isə sintez olunan rezonatorun elektrik analoqudur.

Şəkil 5 b-dəki sxemə uyğun olaraq toplanmış parametrləli rezonatorun modelini quraq. Ən sadə halda bu modelə ucları sərt bərkidilmiş, üzərində şaquli simmetriya oxuna nəzərən simmetrik olaraq nöqtəvi kütlələr yerləşdirilmiş boru formasında rezonator uyğun gəlir (şəkil 6).

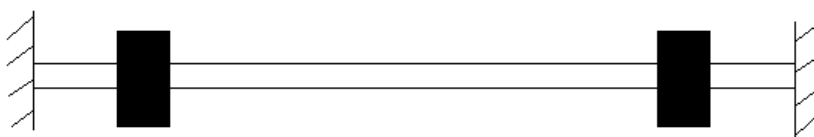
Rezonatorun yeni tapılmış forması rəqslər zamanı bərkidilmə yerlərində yaranan reaktiv qüvvələrin azaldılmasını və ilkin formaya nəzərən yüksək keyfiyyət əmsalını təmin edir.



Şəkil 4. Modelləşdirilmənin nəticələri



Şəkil 5. Yüksək keyfiyyət əmsallı rezonatorun modeli



Şəkil 6. Yüksək keyfiyyətli rezonatorun forması

ƏDƏBİYYAT

1. Колесников В.А. Виброамплитудный плотномер жидкостей /Изв. ВУЗов. М.: Электромеханика, 1964, №8, с.1023-1025.
2. Жуков Ю.П. Вибрационные плотномёры. М.: Энергоатомиздат, 1991, 144 с.
3. Abdullayev I.M., Huseynov T.K., Amiraslanov B.K. The synthesis of mechanical system vibrational densimeter // 8th International Machine Design and Production Conference: Conference Proceedings. Ankara: 1998, pp. 129-135.

РЕЗЮМЕ
СИНТЕЗ ВЫСОКОДОБРОТНОГО РЕЗОНАТОРА ДЛЯ ВИБРАЦИОННО-АМПЛИТУДНОГО ПЛОТНОМЕРА

Абдулова Н.А.

Ключевые слова: *плотномер, вибрационно-амплитудный, высокочастотный резонатор, синтез*

Статья посвящена вопросу синтеза высокочастотного однотрубного резонатора. Синтез формы резонатора осуществляется применением метода электромеханических аналогий. Для облегчения процесса синтеза используется программный пакет Electronics Workbench. Форма синтезированного высокочастотного резонатора представляет собой жестко зашпильную на концах трубку с двумя точечными массами, расположенными симметрично относительно вертикальной оси симметрии трубки.

SUMMARY
SYNTHESIS OF HIGH-QUALITY RESONATOR FOR VIBRATION-AMPLITUDE DENSITOMETER

Abdulova N.A.

Keywords: *densitometer, vibration-amplitude, high-quality resonator, synthesis*

The article is dedicated to the problem of monotube high-quality resonator synthesis. The synthesis of resonator form is realizing by applying electromechanical analogy. The program package called Electronics Workbench is used to facilitate the synthesis process. The form of synthesized high-quality resonator represents from itself rigidly clamped at both ends tube with mass points, located symmetrically to the tube's vertical symmetry axe.

Daxil olma tarixi: İlkin variant 20.06.2016
Son variant 14.12.2016

MÜNDƏRİCAT

Fizika və riyaziyyat

1. *Qurbanov M.V., Məmmədov S.C.* GaS, GaSe və GaTe monokristallarının istidən genişlənmə əmsalının qiymətləri əsasında atomların rəqslərinin harmoniklik və qeyri harmoniklik dərəcəsinin təyin edilməsi 6
2. *Qurbanov N.T., Rayeva V.G.* Üçlaylı mühitdə müstəvi dalğaların yayılmasının araşdırılması 10
3. *Quliyev H.F., Nəsimzadə V.N.* Simin rəqsləri tənliyinin əmsalının tapılmasının tərs məsələsi 14
4. *Bilalov B.T., Zabidov Z.C.* Şuls metodu ilə müxtəlif istiqamətlər üçün şəhər havasının optik vəziyyətinin informativliyinin qiymətləndirilməsi 22

Kimya

5. *Cavadova S.H., Səriyev H.Ə., Pirquliyeva M.S., Mustafayev M.M.* Dialkil(aril)silanların rodium dikarbonilasetilasetonat iştirakında 3-buten turşusunun metil efiri ilə reaksiyasının tədqiqi 27
6. *İsmayilov İ.Ə., Əhmədov E.N., Şahnəzərli R.Z., Ramazanov Q.Ə., Quliyev A.M.* Xlorviniləvəzli tsiklopropilkarbinolların qlisidil efirlərinin sintezi və PVX-da stabilizator kimi tədqiqi 33
7. *Aşurov D.Ə., Hətəmov M.M., Aşurova N.D., Abdullayeva M.B.* Natrium hipoxlorit əsasında dixlorhidrin qliserinin alınması 40
8. *Əhmədova R.R., Aşurova N.D., Hüseynova A.E., Avdunova A.M.* Tüstü qazlarında olan zərərli maddələrin zərərsizləşdirilməsi metodlarının araşdırılması 43
9. *Həsənova A.R., Bunyatova L.N.* Azərbaycanın bəzi meşələrində yayılan polyporaceae fəsiləsinə aid göbələklərin növ müxtəlifliyi 48
10. *Məmmədova H.Q., Cəfərov V.C., Xəlilova S.M., Musayeva G.H.* Azərbaycanın Kiçik Qafqaz ərazilərində bitən *carum carvi* z. bioekoloji xüsusiyyətləri və kimyəvi tərkibinin öyrənilməsi 52

Texnika

11. *Məmmədov C.F., Musayev P.B., Məmmədova G.A., Nərimanova R.O.* Ali təhsil müəssisəsinin korporativ şəbəkəsində informasiya axınının planlaşdırılması və texniki vasitələrin seçilməsi 56
12. *Ələkbərli F.H., Əsgərova S.S., Hacıyeva E.M.* Qərar qəbul etməyə təsir edən xarakterik xüsusiyyətlər 61
13. *Hüseynzadə Ş.S., Salmanova M.N.* Stoxastik Petri şəbəkələrinin strukturunun qurulmasında ehtimal xarakteristikalarının təyin edilməsi 65
14. *Namazov A.M., Nağıyeva S.F.* Lifli-optik vericilər üçün optik modulyatorlar 70
15. *Hüseynova A.S.* Pnevmo nəqliyyat xətləri dispers axınlarının avtomatik dolaylı ölçmə məqsədli riyazi modelləşdirilməsi 76
16. *Quliyev Z.A., Balayev V.A., Cabbarova S.M., Baxşiyeva Ş.N.* Alçaq tezlikli mexaniki rəqslərin ikidolaqlı elektromaqnit təsirləndiricisinin əsas tənlikləri 80
17. *Əhmədov A.D., İslamov İ.Z., Babayev Ə.C., Əhmədov D.A.* Asinxron mühərrikin statorunun səpmə dolağının etibarlı resursu 87
18. *Abdulova N.A.* Vibrasiyali-amplitud sıxlıqölçən üçün yüksək keyfiyyət əmsallı rezonatorun sintezi 91

СОДЕРЖАНИЕ

Физика и математика

1. *Гурбанов М.М., Мамедов С.Д.* Определение степени гармоничности и ангармоничности колебаний атомов в монокристаллах GaS, GaSe, GaTe на основе значений коэффициента теплового расширения 6
2. *Гурбанов Н.Т., Рзаева В.Г.* Исследование распространения плоских волн в трехслойных средах 10
3. *Кулиев Г.Ф., Насибзаде В.Н.* Обратная задача нахождения коэффициента уравнения колебаний струны 14
4. *Билалов Б.Т., Забидов З. Дж.* Оценка методом Шульца информативной значимости оптического состояния городского воздуха для различных направлений 22

Химия

5. *Джавадова С.Г., Сарыев Г.А., Пиркулиева М.С., Мустафаев М.М.* Исследование реакции диалкил(арил)силанов с метиловым эфиром 3-бутеновой кислоты в присутствии ацетилацетонатдикарбонила родия 27
6. *Исмаилов И.А., Ахмедов Э.Н., Шахназарли Р.З., Рамазанов Г.А., Гулиев А.М.* Синтез глицидиловых эфиров циклопропилкарбинолов и исследование их стабилизирующего действия в составе ПВХ 33
7. *Аиуров Д.А., Атамов М.М., Аиурова Н.Д., Абдуллаева М.В.* Синтез дихлоргидринглицерина с применением гипохлорита натрия 40
8. *Ахмедова Р.Р., Аиурова Н.Д., Гусейнова А.Э., Авдунова А.М.* Методы исследования утилизации вредных веществ в составе отходящих газов 43
9. *Гасанова А.Р., Бунятова Л.Н.* Видовое разнообразие грибов семейства роуругасеае, распространенных в некоторых лесах Азербайджана 48
10. *Мамедова Х.Г., Сафаров В.Дж., Халилова С.М., Мусаева Г.Г.* Изучение биоэкологических особенностей и химического состава обычного тмина, растущего на территории Малого Кавказа Азербайджана 52

Техника

11. *Мамедов Дж.Ф., Мусаев П.Б., Мамедова Г.А., Нариманова Р.О.* Выбор технических средств и планирование информационных потоков в корпоративной сети высшего учебного заведения 56
12. *Алекперли Ф.А., Аскерова С.Ф., Гаджиева Э.М.* Характерные свойства ЛПР, влияющие на принятие решения 61
13. *Гусейнзаде Ш.С., Салманова М.Н.* Определение вероятностных характеристик при формировании структуры стохастических сетей Петри 65
14. *Намазов А.М., Нагиева С.Ф.* Оптические модуляторы для оптоволоконных датчиков 70
15. *Гусейнова А.С.* Математическое моделирование дисперсных потоков на линиях пневмотранспорта с целью автоматического косвенного измерения 76
16. *Кулиев З.А., Балаев В.А., Джаббарова С.М., Бахшиева Ш.Н.* Основные уравнения двухобмоточного электромагнитного возбуждителя низкочастотных механических колебаний 80
17. *Ахмедов А.Д., Исламов И.З., Бабаев А.Д., Ахмедов Д.А.* Ресурс надежности всыпной обмотки статора асинхронного электродвигателя 87
18. *Абдулова Н.А.* Синтез высокодобротного резонатора для вибрационно-амплитудного плотномера 91

CONTENTS

Physics and Mathematics

1. *Gurbanov M.M., Mamedov S.D.* Determination of the degree of harmony and anharmonicity of atomic vibrations in GaS, GaSe, GaTe single crystals based on the values of thermal expansion coefficient 6
2. *Qurbanov N.T., Rayeva V.G.* Study plane wave propagation in three-layer medium 10
3. *Quliyev H.F., Nasibzade V.N.* Inverse problems on finding the coefficient of the string vibrations a equation 14
4. *Bilalov B.T., Zabidov Z.J.* Estimation of informative significance with a schulze method optic state of urban air in different directions 22

Chemistry

5. *Cavadova S.H., Sariev H.A., Pirkuliyeva M.S., Mustafayev M.M.* Investigation of dialkyl(aryl)silanes reaction with methyl Ether of 3-butene acid in the presence of rhodium dicarbonylasetilasetone 27
6. *Ismailov I.A., Ahmadov E.N., Shahnazarli R.Z., Ramazanov G.A., Guliyev A.M.* Synthesis of glycidyl ethers of cyclopropylcarbinols and investigation of their stabilizing action in the composition of PVC 33
7. *Ashurov D.A., Hatamov M.M., Ashurova H.D., Abdullayeva M.B.* Synthesis of dichlorohydringlycerine at sodium hipoclorit base 40
8. *Akhmedova R.R., Ashurova N.D., Huseynova A.E., Avdunova A.M.* The investigation of methodologies of decontaminating hazardous substances in greenhouse gases 43
9. *Hasanova A.R., Bunyatova L.N.* Species of diversity mushrooms of family polyporaceae, distributed in some forests of Azerbaijan 48
10. *Mammadova H.Q., Cafarov V.C., Xalilova S.M., Musayeva G.H.* Study of bioecological features and chemical composition of the ordinary cumin growing in the lesser Caucasus territories of Azerbaijan 52

Technics

11. *Mammadov J.F., Musayev P.B., Mammadova G.A., Narimanova R.O.* Option of technical tools and planning information flow in the corporative network of higher education shcool 56
12. *Alekperli F.A., Askerova S.F.* Typical properties affecting the decision 61
13. *Huseynzade Sh.S., Salmanova M.N.* Determining the probability characteristics in forming the structure of stochastic Petri nets 65
14. *Namazov A.M., Naghiyeva S.F.* Optical modulators for the fibrous optical transceivers 70
15. *Huseynova A.S.* Mathematical modeling of pneumatic lines for automatic indirect measurement of their parameters. 76
16. *Guliev Z.A., Balaev V.A., Jabbarova S.M., Bakhshieva Sh.N.* Particular equations of biwound electromagnetic exciter low-frequency mechanical vibration 80
17. *Akhmedov A.D., Islamov I.Z., Babayev A.D., Akhmedov D.A.* Resource reliability random-wound stator winding of asynchronous engine 87
18. *Abdulova N.A.* Synthesis of high-quality resonator for vibration-amplitude densitometer 91

Kompüter yığımı – *S.Şahverdiyeva*
Korrektorlar: – *G.Hüseynova*
– *E.Əhmədova*
– *R.Vəliyev*
Texniki redaktor – *E.Həsəratova*

Yığılmağa verilmişdir: 03.10.2016- cı il
Çapa imzalanmışdır: .2016-cı il
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70*108 ¼
Yüksək çap üsulu
Şərti çap vərəqi 6,6.
Sifariş 49.
Tiraj 250 nüsxə.
Qiyməti müqavilə yolu ilə.
Sumqayıt Dövlət Universitetinin mətbəəsində çap olunmuşdur.

Müxbir ünvan:

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