

UOT 519.852.6

## İNTERVALLI BUL PROQRAMLASDIRMASI MƏSƏLƏSİ ÜÇÜN QURULMUŞ LAQRANJ FUNKSİYASININ MİNİMALASDIRILMASI

<sup>1</sup>MƏMMƏDOV KNYAZ ŞİRASLAN oğlu

*Bakı Dövlət Universiteti, professor*

<sup>2</sup>MƏMMƏDOVA AYL A HÜSEYN qızı

<sup>3</sup>HÜSEYNOV SAQIF YAQUB oğlu

*AMEA İdarəetmə Sistemləri İnstitutu:*

*1- laboratoriya rəhbəri, 2- elmi işçi, 3- böyük elmi işçi*

*e-mail: mamedov\_knyaz@yahoo.com*

**Açar sözlər:** *İntervallı Bul proqramlaşdırılması məsələsi, Laqranj tipli funksiya, optimist və pessimist strategiya, sürətli enmə tipli üsul.*

*Əmsalları verilmiş tamədədli intervallar olan Bul proqramlaşdırılması məsələsi üçün qurulmuş Laqranj tipli majorant funksiyanın minimallaşma üsulu işlənmişdir. Bu üsul koordinata görə sürətli enmə prinsipinə əsaslanmışdır və onun alqoritmi qurulmuşdur. Bu alqoritmin köməyi ilə bir ədədi misal həll olunmuşdur və müxtəlif ölçülü məsələlər üzərində geniş hesablama eksperimentləri aparılmışdır.*

### 1. Giriş.

Aşağıdakı kimi Bul proqramlaşdırılması məsələsinə baxaq.

$$\sum_{j=1}^n [c_j, \bar{c}_j] x_j \rightarrow \max \quad (1.1)$$

$$\sum_{j=1}^n [a_{ij}, \bar{a}_{ij}] x_j \leq [b_i, \bar{b}_i], (i = \overline{1, m}), \quad (1.2)$$

$$x_j = 0 \vee 1, (j = \overline{1, n}). \quad (1.3)$$

Burada fərz edirik ki,  $c_j, \bar{c}_j, a_{ij}, \bar{a}_{ij}, b_i, \bar{b}_i (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n})$   $c_j, \bar{c}_j, a_{ij}, \bar{a}_{ij}, b_i, \bar{b}_i (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n})$  verilmiş mənfi olmayan tam ədədlərdir. Qeyd edək ki, əmsalları tamədədli intervallar olan çanta məsələsi və Bul proqramlaşdırılması məsələsi [2-7] işlərində baxılmışdır. Həmin işlərdə məsələnin əmsalları müəyyən sinifdən olan ədədlər kimi verilir. Bu zaman müxtəlif strategiyalar anlayışları verilir və uyğun həllərin tapılması alqoritmləri, yaxud o həllərin müəyyən xassələri araşdırılır. Qeyd etmək lazımdır ki, tapılmış həllər optimal həldən fərqlənə bilərlər. Ona görə də tapılmış təqribi həllərin optimal həldən fərqi qiymətləndirmək zərurəti meydana çıxır. Bu zaman əksər işlərdə (məsələn [2,3,5]) məchullar üzərindəki tamlıq şərtini nəzərə almadan alınmış kəsilməz məsələnin optimal qiyməti tapılır və bu yuxarı sərhəd kimi qəbul olunur. Aydın ki, bu zaman xeyli miqdarda xətti proqramlaşdırma məsələsi həll olunmalıdır. Bu isə öz növbəsində müəyyən çətinliklər yaradır. Bu işdə isə biz optimal qiymətin yuxarı sərhəddini tapmaq üçün [1] işində qurulmuş uyğun Laqranj tipli funksiyanın minimallaşdırılması üçün sürətli enmə və qradiyentə görə enmə prinsipi əsasında iki üsul işləmişik.

### 2. Məsələnin qoyuluşu.

[1] işində (1.1)-(1.3) məsələsi üçün optimist və pessimist strategiyalar halında aşağıdakı kimi uyğun Laqranj funksiyaları qurulmuşdur.

$$L(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m) = \sum_{j=0}^n \bar{c}_j + \sum_{i=1}^m \left( b_i - \sum_{j=0}^n a_{ij} \right) \lambda_i,$$

$$L(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m) = \sum_{j=\omega^p} \bar{c}_j + \sum_{i=1}^m \left( b_i - \sum_{j=\omega^p} \underline{a}_{ij} \right) \lambda_i,$$

Burada  $\lambda_i \geq 0, i = \overline{1, m}$  qeyri-müəyyən Laqranj vuruqlarıdır,  $b_i$  isə  $[\underline{b}_i, \bar{b}_i] (i = \overline{1, m})$  intervalından olan qeyd olunmuş ədədlərdir.

[1] işində aşağıdakı teorem isbat olunmuşdur.

**Teorem 1.** (1.1)-(1.3) məsələsinin  $f^0$ -optimist və  $f^p$ -pessimist qiymətləri üçün aşağıdakı münasibətlər doğrudur.

$$f^0 \leq \min_{\lambda_i \geq 0} L^0(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m), f^p \leq \min_{\lambda_i \geq 0} L^p(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m).$$

Burada

$$f^0 = \sum_{j=1}^n \bar{c}_j x_j^0, f^p = \sum_{j=1}^n \bar{c}_j x_j^p$$

$X^0 = (x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$  və  $X^p = (x_1^p, x_2^p, \dots, x_n^p)$  optimist və pessimist strategiyalara görə tapılmış uyğun həllərdir (Bu anlayışlar [1] işində verilib).

Qeyd edək ki, (1.1)-(1.3) məsələsində  $X^0$  və  $X^p$  həllərinin tapılması məsələsi də NP-tam sinfə, yəni eksponensial zaman mürəkkəbliyi məsələlər sinfinə daxil olduğundan uyğun  $f^0$  və  $f^p$  qiymətlərinin yuxarı sərhədlərini tapmaq zərurəti meydana gəlir. Teorem 1 isə göstərir ki,  $L^0$  və  $L^p$  funksiyalarını minimallaşdırmaqla həmin yuxarı sərhədləri tapmaq olar. Bu funksiyaların minimallaşma alqoritmini verməmişdən əvvəl onun bəzi xassələrini aşağıdakı teorem şəklində verək.

**Teorem 2.**  $L^0(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$  və  $L^p(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$  funksiyaları hissə-hissə xətti, kəsilməz, diferensiallanmayan və qabarıq funksiyalardır.

### 3. Sürətli enmə üsulunun nəzəri əsaslandırılması.

Qeyd edək ki, teorem 2-nin isbatı üçün bir neçə səhifə lazım gəldiyindən, onu vermirik.

Əvvəlcə  $L^0(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$  funksiyasının minimallaşma prosesini aydınlaşdırıb yazaq. ( $L^p(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$  funksiyası üçün minimallaşma prosesi analoji qaydadır.) Bu məqsədlə  $L^0(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$  funksiyasını aşağıdakı formada yazaq.

$$L^0(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m) = A(\omega^0) + \sum_{i=1}^m B_i(\omega^0) \lambda_i \quad (3.1)$$

Burada

$$A(\omega^0) = \sum_{j=\omega^0} \bar{c}_j, B_i(\omega^0) = b_i - \sum_{j=\omega^0} \underline{a}_{ij}$$

Minimallaşma prosesinin başlanğıcında  $\lambda_i = 0, (i = \overline{1, m})$  qəbul edirik. Onda

$$\omega^0 = \left\{ j / \bar{c}_j - \sum_{i=1}^m \underline{a}_{ij} \lambda_i > 0 \right\}$$

münasibətinə əsasən  $\omega^0 = \{1, 2, \dots, n\}$  olar. Çünki  $\forall j$  nömrəsi üçün  $\bar{c}_j \geq 0, (j = \overline{1, n})$  qəbul etmişik.

Onda

$$A(\omega^0) = \sum_{j=1}^n \bar{c}_j$$

və

$$B_i(\omega^0) = b_i - \sum_{j=1}^n \underline{a}_{ij}$$

alırıq. Bu zaman

$$L^0(0,0,\dots,0) = \sum_{j=1}^n \bar{c}_j$$

olar.

Qeyd edək ki, əgər (3.1) funksiyasında  $B_i(\omega^0)$  əmsalları içərisində mənfiləri varsa, onda uyğun  $\lambda_i$  kəmiyyətini artırmaqla  $L^0(\lambda)$  funksiyasının qiymətini kiçiltmək olar. Əks halda, yəni  $\forall i, (i = \overline{1, m})$  üçün cari  $B_i(\omega^0) \geq 0$  olsa, onda  $L^0(\lambda)$  funksiyasını daha minimallaşdırmaq olmaz. Bu zaman  $L^0(\lambda)$  funksiyasının cari qiyməti minimal qiymət olar və hesablama prosesi dayanır.

Biz  $L^0(\lambda)$  funksiyasının minimallaşması üçün koordinata görə sürətli enmə prinsipindən istifadə edəcəyik. Bunun üçün əvvəlcə

$$\min_i B_i(\omega^0) = B_k(\omega^0) \quad (3.2)$$

tapırıq. Əgər  $B_k(\omega^0) \geq 0$  olsa, onda (4) funksiyasının minimallaşdırma prosesi başa çatmış olur. Əks halda, yəni  $B_k(\omega^0) < 0$  olduqda,  $\lambda_k$  koordinatına müsbət qiymət vermək lazımdır. Bu zaman  $\omega^0$  çoxluğunun strukturasını nəzərə almaqla  $\lambda_k$  koordinatının qiymətini aşağıdakı kimi tapırıq:

$$\bar{c}_j - \sum_{i=1}^m \underline{a}_{ij} \lambda_i > 0$$

münasibətini aşağıdakı formada yazaq.

$$\bar{c}_j - \sum_{i \neq k}^m \underline{a}_{ij} \lambda_i - \underline{a}_{kj} \lambda_k > 0, j \in \omega^0, \forall j, (j = \overline{1, n})$$

üçün  $\underline{a}_{kj} \geq 0$  olduğundan

$$\lambda_k < \left( \bar{c}_j - \sum_{i \neq k}^m \underline{a}_{ij} \lambda_i \right) / \underline{a}_{kj}, j \in \omega^0$$

alarıq.

Qeyd edək ki, burada  $\lambda_i, (i = \overline{1, m}), i \neq k$  əvvəlki addımlarda tapılmış ədədlərdir.

Aydınır ki,

$$\lambda_k = \min_{j \in \omega^0} \frac{\bar{c}_j - \sum_{i \neq k}^m \underline{a}_{ij} \lambda_i}{\underline{a}_{kj}} = \frac{\bar{c}_q - \sum_{i \neq k}^m \underline{a}_{iq} \lambda_i}{\underline{a}_{kq}} \quad (3.3)$$

seçsək, onda  $q$  nömrəsi  $\omega^0$  çoxluğundan çıxarılmalıdır. Beləliklə,  $\omega^0 = \omega^0 \setminus \{q\}$  alarıq. Təbiiidir ki, bu zaman (3.1) funksiyası yeni xətti funksiyaya çevriləcəkdir və onun əmsalları aşağıdakı formanı alacaqdır.

$$A(\omega^0) = A(\omega^0) - \bar{c}_q, B_i(\omega^0) = B_i(\omega^0) + \underline{a}_{iq}, (i = \overline{1, m}).$$

Beləliklə, (4) funksiyasının minimallaşmasının bir addımı başa çatdı. Növbəti addımlar isə yuxarıda izah olunmuş qaydada davam etdirilir. Belə ki, (3.2)-(3.3) münasibətlərindən növbəti yeni  $k$  və  $q$  nömrələri tapılır. Minimallaşdırma prosesi o vaxta qədər davam etdirilir ki,  $\forall i, (i = \overline{1, m})$  üçün  $B_i(\omega^0) \geq 0$  olsun.

Qeyd edək ki,  $L^p(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$  funksiyası üçün də minimallaşma prosesi analoji qaydada həyata keçirilir.

Yuxarıda izah olunmuş minimallaşma prosesindən görünür ki, hər addımdan sonra  $B_i(\omega^0) \geq 0, (i = \overline{1, m})$  kəmiyyətlərinin üzərinə müsbət  $\underline{a}_{iq}$  ədədləri əlavə olunur. Aydınır ki, sonlu addımdan sonra  $B_i(\omega^0) \geq 0$  olar. Yəni bizim verdiyimiz minimallaşma prosesi sonlu addımdan sonra başa çatır.

İndi isə bu hesablama prosesinin alqoritmini yazaq.

*Alqoritm*

**Addım 1.**  $\underline{m}, \underline{n}, \underline{c}_j, \bar{c}_j, \underline{a}_{ij}, \bar{a}_{ij}, \underline{b}_i, \bar{b}_i$  ( $i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$ ) müsbət tam ədədləri verməli

**Addım 2.**  $\lambda_i := 0, (i = \overline{1, m})$  və  $\omega^0 = \{1, 2, \dots, n\}$  qəbul etməli

**Addım 3.**  $A(\omega^0) = \sum_{j \in \omega^0} \bar{c}_j, B_i(\omega^0) = b_i - \sum_{j \in \omega^0} \underline{a}_{ij}$  və  $L^0 = \sum_{j=1}^n \bar{c}_j$  hesablamalı

**Addım 4.**  $\min_i B_i(\omega^0) = B_k(\omega^0)$  tapmalı. Əgər  $B_k(\omega^0) \geq 0$  olsa, keç addım 8-ə

**Addım 5.**  $\lambda_k = \min_{j \in \omega^0} \frac{\bar{c}_j - \sum_{j \neq k} \underline{a}_{ij} \lambda_i}{\underline{a}_{kj}} = \frac{\bar{c}_q - \sum_{j \neq k} \underline{a}_{iq} \lambda_i}{\underline{a}_{kq}}$  tapıb,  $q$  nömrəsini qeyd etməli

**Addım 6.**  $\omega^0 := \omega^0 \setminus \{q\}, A(\omega^0) := A(\omega^0) - \bar{c}_q, B_i(\omega^0) := B_i(\omega^0) + \underline{a}_{iq}, (i = \overline{1, m})$

**Addım 7.** Keç addım 4-ə

**Addım 8.**  $L^0 = \sum_{j=1}^n \bar{c}_j$  hesablamalı

**Addım 9.**  $L^0$  və  $\Lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$  ədədlərini çap etməli

**Addım 10.** Stop!

#### 4. Qradiyentə görə enmə üsulu.

Üçüncü bənddə (3.1) funksiyasının minimallaşdırılması üçün hər iterasiyada yalnız bir koordinata qiymət verməklə hesablama aparılmışdır. Əgər minimallaşma prosesinin hər bir iterasiyasında bütün koordinatlara eyni zamanda qiymət verməklə hesablama prosesi aparılsa daha yaxşı nəticənin alınmasını gözləmək olar. Ona görə də bu bənddə biz (3.1) funksiyanın minimallaşması üçün subqradiyent tipli üsul tətbiq etmişik. Qeyd edək ki, teorem 2-də göstərmişik ki,  $L^0(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$  və  $L^p(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$  funksiyaları hissə-hissə xətti, kəsilməz, diferensiəllənmayan və qabarıq funksiyalardır. Ona görə də biz məlum qradiyent anlayışından deyil, onlardan biri olan subqradiyent ideyasından istifadə etmişik. Bu zaman iterasiyalar aşağıdakı düsturla verilir.

$$\lambda_i^{k+1} = \lambda_i^k - h^k \frac{B_i(\omega_k^0)}{\|B(\omega_k^0)\|}, (i = \overline{1, m}), k = 1, 2, \dots \quad (4.1)$$

Burada başlanğıc iterasiyada, yəni  $k = 1$  olduqda  $\Lambda_1 = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m) = (0, 0, \dots, 0)$  qəbul edirik.

$$\omega_k^0 = \left\{ j / \bar{c}_j - \sum_{i=1}^m \underline{a}_{ij} \lambda_i > 0 \right\}, k = 1, 2, \dots$$

$$B_i(\omega_k^0) = b_i - \sum_{j \in \omega_k^0} \underline{a}_{ij}, i = \overline{1, m}, \quad (4.2)$$

$$\|B(\omega_k^0)\| = \sqrt{\sum_{i=1}^m B_i^2(\omega_k^0)}.$$

Qeyd etmək lazımdır ki, subqradiyent üsulunun tətbiqi zamanı iterativ prosesin yığılanlığı üçün zəruri şərt olaraq  $h^k$ -addımları aşağıdakı məlum iki şərti ödəməlidir.

$$\sum_{k=1}^{\infty} h^k = \infty \text{ və } \lim_{k \rightarrow \infty} h^k = 0.$$

Biz hesablamlar zamanı  $h^k$  addımlarının  $h^k = \frac{1}{k}, (k = 1, 2, \dots)$  kimi seçmişik.

Beləliklə, (4.1) düsturundan istifadə etmək üçün  $\Lambda^1 = (\lambda_1^1, \lambda_2^1, \dots, \lambda_m^1)$  qiymətlərinə əsasən  $\omega_1^0$  çoxluğunu təyin edirik,  $B_i(\omega_k^0), (i = \overline{1, m})$  və  $\|B(\omega_1^0)\|$  ədədlərini hesablayırıq.

Bundan sonra (4.1) düsturu ilə növbəti  $\Lambda^2 = (\lambda_1^2, \lambda_2^2, \dots, \lambda_m^2)$  vektorunu tapırıq. Belə iterasiya prosesi hər hansı  $p$ -ci iterasiyada aşağıdakı iki şərtəndən biri ödənilənə qədər davam etdirilir:

$$|L^0(\Lambda^{p+1}) - L^0(\Lambda^p)| < \varepsilon \text{ və ya } |\lambda_i^{p+1} - \lambda_i^p| < \varepsilon, (i = \overline{1, m}).$$
 Burada  $\varepsilon > 0$  verilmiş dəqiqlikdir.

Qeyd edək ki, pessimist məsələsində  $L^p(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$  funksiyasını (4.1) düsturu ilə minimallaşdırmaq üçün (4.2) düsturlarında uyğun olaraq  $\bar{c}_j$  əvəzinə  $\underline{c}_j, \underline{a}_{ij}$  əvəzinə isə  $\bar{a}_{ij}$  yazmaq lazımdır.

### 5. Hesablama eksperimentlərinin nəticələri.

Əvvəlcə yuxarıdakı alqoritmin tətbiqi ilə bir məsələ həll edək.

$$\begin{aligned} & [3,7]x_1 + [1,10]x_2 + [2,7]x_3 + [4,8]x_4 + [1,3]x_5 \rightarrow \max \\ & [2,6]x_1 + [3,5]x_2 + [1,4]x_3 + [5,9]x_4 + [2,8]x_5 \leq [5,12] \\ & [4,7]x_1 + [1,4]x_2 + [3,6]x_3 + [2,5]x_4 + [1,2]x_5 \leq [4,10] \\ & [3,4]x_1 + [2,6]x_2 + [2,5]x_3 + [3,7]x_4 + [4,6]x_5 \leq [4,12] \end{aligned}$$

Bu məsələ üçün  $L^0(\lambda)$  funksiyasını quraq.

$$L^0(\Lambda) = L^0(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m) = A(\omega^0) + B_1(\omega^0)\lambda_1 + B_2(\omega^0)\lambda_2 + B_3(\omega^0)\lambda_3$$

Hesablama prosesinin əvvəlində  $\lambda_1 = 0, \lambda_2 = 0, \lambda_3 = 0, b_1 = 8, b_2 = 7, b_3 = 8$  qəbul edirik. Onda  $\omega^0 = \{1, 2, 3, 4, 5\}$  olar. Bu zaman  $A(\omega^0) = 35, B_1(\omega^0) = 8 - 13 = -5, B_2(\omega^0) = 7 - 11 = -4, B_3(\omega^0) = 8 - 14 = -6$  olar. Onda

$$L^0(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = 35 - 5\lambda_1 - 4\lambda_2 - 6\lambda_3$$

Başlanğıcda  $\lambda_1 = 0, \lambda_2 = 0, \lambda_3 = 0$  olduğundan  $L^0(0, 0, 0) = 35$  olar.

$\min\{B_1(\omega^0), B_2(\omega^0), B_3(\omega^0)\} = \min\{-5, -4, -6\} = -6$  və  $k = 3$  alırıq. Deməli,  $\lambda_3$  kəmiyyətinə qiymət vermək lazımdır. (3.3) düsturuna əsasən

$$\lambda_3 = \min\left\{\frac{7-0}{3}, \frac{10-0}{2}, \frac{7-0}{2}, \frac{8-0}{3}, \frac{3-0}{4}\right\} = \frac{3}{4}, q = 5$$

Onda  $L^0\left(0, 0, \frac{3}{4}\right) = 35 - 6 * \frac{3}{4} = 30\frac{1}{2}$  yuxarı sərhəddini alırıq.

$q = 5$  olduğundan yuxarıdakı alqoritmin 6-cı addımına əsasən

$$\begin{aligned} \omega^0 & := \omega^0 \setminus \{5\} = \{1, 2, 3, 4, *\}, \\ A(\omega^0) & := A(\omega^0) - \bar{c}_5 = 35 - 3 = 32, \\ B_1(\omega^0) & := B_1(\omega^0) + \underline{a}_{15} = -5 + 2 = -3, \\ B_2(\omega^0) & := B_2(\omega^0) + \underline{a}_{25} = -4 + 1 = -3, \\ B_3(\omega^0) & := B_3(\omega^0) + \underline{a}_{35} = -6 + 4 = -2, \end{aligned}$$

$$L^0(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = 32 - 3\lambda_1 - 3\lambda_2 - 2\lambda_3 = 30\frac{1}{2}$$

olar.

Alqoritmin 4-cü addımına əsasən

$\min\{B_1(\omega^0), B_2(\omega^0), B_3(\omega^0)\} = \min\{-3, -3, -2\} = -3 < 0$  və  $k = 1$  alırıq, yəni  $\lambda_1$  parametrinə qiymət vermək lazımdır.

$$\lambda_3 = \min \left\{ \frac{7-4*0-3*\frac{3}{4}}{2}, \frac{10-1*0-2*\frac{3}{4}}{3}, \frac{7-3*0-2*\frac{3}{4}}{1}, \frac{8-5*0-3*\frac{3}{4}}{5}, * \right\} =$$

$$= \min \left\{ \frac{7-\frac{9}{4}}{2}, \frac{10-\frac{3}{2}}{3}, \frac{7-\frac{3}{2}}{1}, \frac{8-\frac{9}{4}}{5}, * \right\} = \min \left\{ \frac{19}{8}, \frac{17}{6}, \frac{11}{2}, \frac{23}{20}, * \right\} = \frac{23}{20}$$

Burada  $q = 4$  alınır.  $L^0\left(\frac{23}{20}, 0, \frac{3}{4}\right) = 32 - 3 * \frac{23}{20} - 3 * 0 - 2 * \frac{3}{4} = 27 \frac{1}{20}$

Yəni optimist qiymət  $27 \frac{1}{20}$ -dən kiçikdir.

6-cı addımına əsasən

$$\omega^0 := \omega^0 \setminus \{4\} = \{1, 2, 3, *, *\},$$

$$A(\omega^0) := A(\omega^0) - \bar{c}_1 = 32 - 8 = 24,$$

$$B_1(\omega^0) := B_1(\omega^0) + \underline{a}_{11} = -2 + 5 = 3,$$

$$B_2(\omega^0) := B_2(\omega^0) + \underline{a}_{21} = -3 + 2 = -1,$$

$$B_3(\omega^0) := B_3(\omega^0) + \underline{a}_{31} = -2 + 3 = 1$$

Hesablama prosesini bu qayda ilə davam etdirsək, yekunda

$$\lambda_1 = \frac{23}{20}, \lambda_2 = \frac{49}{81}, \lambda_3 = \frac{3}{4} \text{ və } L^0\left(\frac{23}{20}, \frac{49}{81}, \frac{3}{4}\right) = 26 \frac{11}{25} \text{ olar.}$$

Deməli,  $f^0 = 26 \frac{11}{25}$  olar.

**Qeyd.** Məsələnin əmsallarının tam ədədlər olduğunu nəzərə alsaq,  $f^0 \leq 26$  alarıq.

Qeyd etmək lazımdır ki, baxdığımız ədədi misala [1] işində təklif olunmuş üsulu tətbiq etməklə bu məsələdə  $f^{s0} = 25$  alınır.

Nəhayət, pessimist məsələ üçün uyğun Laqranj funksiyası aşağıdakı kimi olar:

$$L^p(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = 11 - 23\lambda_1 - 17\lambda_2 - 20\lambda_3.$$

Bu funksiyanın minimallaşma prosesini də yuxarıdakı qaydaya uyğun olaraq aparmaq olar.

$f^{s0} \leq f^0 \leq \min L^0(\lambda)$  münasibətinə görə  $25 \leq f^0 \leq 26$  alınır. Başqa sözlə mütləq xəta bir vahiddən çox deyil.

Bu işdə verilmiş üsulun keyfiyyətini yoxlamaq üçün onun proqramı qurulmuş və geniş hesablama eksperimentləri aparılmışdır. Həll olunmuş məsələlərin əmsalları aşağıdakı intervallarda yerləşən təsadüfi tam ədədlərdir.

$$0 \leq \underline{a}_{ij} \leq 999, 0 < \bar{a}_{ij} \leq 999, 0 < \underline{c}_{ij} \leq 999, 0 < \bar{c}_{ij} \leq 999 (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}).$$

Bu zaman  $\bar{a}_{ij} < \underline{a}_{ij}$  olarsa,  $\bar{a}_{ij} := \underline{a}_{ij} + 10$  və  $\bar{c}_{ij} < \underline{c}_{ij}$  olduqda isə  $\bar{c}_{ij} := \underline{c}_{ij} + 10$  qəbul edirik.

Bundan əlavə  $\underline{b}_i$  və  $\bar{b}_i (i = \overline{1, m})$  ədədlərini aşağıdakı kimi təyin edirik:

$$\underline{b} := \left[ \frac{1}{3} \sum_{j=1}^n \underline{a}_j \right], \bar{b} := \left[ \frac{1}{3} \sum_{j=1}^n \bar{a}_j \right] (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n})$$

Aparılmış hesablama eksperimentlərinin nəticələri aşağıdakı cədvəllərdə verilmişdir. Bu cədvəllərdə qəbul olunmuş işarələmələr aşağıdakılardır:

**Cədvəl 1.**

*Suboptimist, subpessimist və xətlərin qiymətləri ( $m \times n = 10 \times 100$ )*

$N$	1	2	3	4	5
$f^{so}$	4835.0	4792.0	4437.00	4231.0	4526.0
$f_{qr}^{so}$	4908.0	4846.0	4531.0	4349.0	4610.0
$f_{en}^{so}$	4907.0	4861.0	4592.0	4434.0	4683.0
$f^{sp}$	2732.0	3183.0	2810.0	2425.0	2569.0
$f_{qr}^{sp}$	2787.0	3209.0	2849.0	2517.0	2625.0
$f_{en}^{sp}$	2788.0	3208.0	2842.0	2505.0	2605.0
$\delta_{qr}^{so}$	0.0149	0.011	0.0207	0.0271	0.0182
$\delta_{en}^{so}$	0.0349	0.0142	0.0338	0.0458	0.0335
$\delta_{qr}^{sp}$	0.0197	0.0081	0.0137	0.0366	0.0213
$\delta_{en}^{sp}$	0.0201	0.0078	0.0113	0.0319	0.0138
$b_{orta}^o$	77.80	64.70	138.50	98.80	81.60
$b_{orta}^p$	171.00	50.00	117.50	157.70	147.00

**Cədvəl 1.**

*Suboptimist, subpessimist və xətlərin qiymətləri ( $m \times n = 10 \times 500$ )*

$N$	1	2	3	4	5
$f^{so}$	23211.0	23261.0	22856.0	23171.0	23632.0
$f_{qr}^{so}$	23315.0	23334.0	22927.0	23261.0	23697.0
$f_{en}^{so}$	23359.0	23371.0	23021.0	23230.0	23749.0
$f^{sp}$	13984.0	13976.0	13952.0	14163.0	14599.0
$f_{qr}^{sp}$	14067.0	14064.0	14031.0	14234.0	14686.0
$f_{en}^{sp}$	14087.0	14069.0	14043.0	14232.0	14702.0
$\delta_{qr}^{so}$	0.0045	0.0031	0.0031	0.0039	0.0027
$\delta_{en}^{so}$	0.0063	0.0047	0.0072	0.0047	0.0049
$\delta_{qr}^{sp}$	0.0059	0.0063	0.0056	0.0050	0.0059
$\delta_{en}^{sp}$	0.0073	0.0066	0.0065	0.0047	0.0070
$b_{orta}^o$	90.80	63.30	54.40	64.30	57.70
$b_{orta}^p$	201.30	182.70	198.00	136.80	118.50

**Cədvəl 1.**

*Suboptimist, subpessimist və xətlərin qiymətləri ( $m \times n = 20 \times 100$ )*

$N$	1	2	3	4	5
$f^{so}$	4227.0	4243.0	4443.0	4414.0	4205.0
$f_{qr}^{so}$	4454.0	4404.0	4694.0	4408.0	4316.0
$f_{en}^{so}$	4430.0	4495.0	4672.0	4590.0	4406.0
$f^{sp}$	2428.0	2501.0	2786.0	2604.0	2474.0
$f_{qr}^{sp}$	2513.0	2587.0	2860.0	2670.0	2544.0
$f_{en}^{sp}$	2508.0	2585.0	2867.0	2670.0	2584.0
$\delta_{qr}^{so}$	0.0292	0.0366	0.0350	0.0187	0.0257
$\delta_{en}^{so}$	0.0458	0.0561	0.0490	0.0383	0.0456
$\delta_{qr}^{sp}$	0.0338	0.0332	0.0259	0.0247	0.0275
$\delta_{en}^{sp}$	0.0319	0.0325	0.0283	0.0247	0.0426
$b_{orta}^o$	121.65	132.45	4604.0	124.7	124.45
$b_{orta}^p$	292.55	246.75	207.150	124.45	261.80

**Cədvəl 1.**

*Suboptimist, subpessimist və xəталarn qiymətləri ( $m \times n = 20 \times 500$ )*

$N$	1	2	3	4	5
$f^{so}$	22691.0	22567.0	22669.0	22420.0	22676.0
$f_{qr}^{so}$	22944.0	22751.0	22841.0	22565.0	22859.0
$f_{en}^{so}$	22932.0	22820.0	22935.0	22638.0	22992.0
$f^{sp}$	13839.0	13730.0	14146.0	13444.0	13786.0
$f_{qr}^{sp}$	13993.0	13944.0	14322.0	13757.0	14022.0
$f_{en}^{sp}$	14020.0	13895.0	14308.0	13740.0	14014.0
$\delta_{qr}^{so}$	0.0110	0.0081	0.0075	0.0064	0.0080
$\delta_{en}^{so}$	0.0131	0.0111	0.0116	0.0096	0.0137
$\delta_{qr}^{sp}$	0.0110	0.0153	0.0123	0.0228	0.0168
$\delta_{en}^{sp}$	0.0129	0.0119	0.0113	0.0215	0.0163
$b_{orta}^o$	200.20	184.15	170.05	162.05	152.85
$b_{orta}^p$	397.10	446.70	302.00	596.25	367.50

**Cədvəl 1.**

*Suboptimist, subpessimist və xətalarn qiymətləri ( $m \times n = 20 \times 1000$ )*

$N$	1	2	3	4	5
$f^{so}$	46322.0	45773.0	45813.0	45265.0	45452.0
$f_{qr}^{so}$	46530.0	45947.0	45979.0	45487.0	45613.0
$f_{en}^{so}$	46738.0	46089.0	46268.0	45764.0	45603.0
$f^{sp}$	28264.0	28328.0	28410.0	27568.0	27956.0
$f_{qr}^{sp}$	28502.0	28585.0	28600.0	27832.0	28287.0
$f_{en}^{sp}$	28547.0	28518.0	28611.0	27837.0	28164.0
$\delta_{qr}^{so}$	0.0045	0.0038	0.0036	0.0049	0.0035
$\delta_{en}^{so}$	0.0089	0.0069	0.0098	0.0109	0.0053
$\delta_{qr}^{sp}$	0.0084	0.0090	0.0066	0.0095	0.0117
$\delta_{en}^{sp}$	0.0099	0.0067	0.0070	0.0097	0.00074
$b_{orta}^o$	198.70	200.60	137.00	196.20	161.35
$b_{orta}^p$	573.00	440.60	417.80	500.20	537.00

**Cədvəl 1.**

*Suboptimist, subpessimist və xətalarn qiymətləri ( $m \times n = 50 \times 100$ )*

$N$	1	2	3	4	5
$f^{so}$	4345.0	4307.0	4138.0	4263.0	4526.0
$f_{qr}^{so}$	4553.0	4427.0	4283.0	4453.0	4655.0
$f_{en}^{so}$	4662.0	4593.0	4425.0	4630.0	4784.0
$f^{sp}$	2728.0	2603.0	2518.0	2554.0	2663.0
$f_{qr}^{sp}$	2853.0	2760.0	2694.0	2738.0	2903.0
$f_{en}^{sp}$	2835.0	2670.0	2645.0	2666.0	2820.0
$\delta_{qr}^{so}$	0.0457	0.0271	0.0339	0.0427	0.0277
$\delta_{en}^{so}$	0.0680	0.0623	0.0649	0.0793	0.0539
$\delta_{qr}^{sp}$	0.0438	0.0569	0.0653	0.0672	0.0827
$\delta_{en}^{sp}$	0.0377	0.0251	0.0480	0.0420	0.00557
$b_{orta}^o$	203.5	167.14	164.34	231.06	168.64
$b_{orta}^p$	272.28	237.68	313.92	317.26	316.52



Cədvəl 1.

Suboptimist, subpessimist və xətlərin qiymətləri ( $m \times n = 50 \times 500$ )

N	1	2	3	4	5
$f^{so}$	22017.0	22402.0	22182.0	22682.0	22424.0
$f_{qr}^{so}$	22368.0	22344.0	22691.0	23089.0	22141.0
$f_{en}^{so}$	22568.0	22537.0	22794.0	23407.0	22403.0
$f^{sp}$	13569.0	13673.0	13637.0	14060.0	13721.0
$f_{qr}^{sp}$	13899.0	14155.0	14123.0	14508.0	14216.0
$f_{en}^{sp}$	13899.0	13908.0	13928.0	14317.0	14060.0
$\delta_{qr}^{so}$	0.0157	0.0026	0.0224	0.0176	-0.0128
$\delta_{en}^{so}$	0.0244	0.0060	0.0268	0.0310	-0.0009
$\delta_{qr}^{sp}$	0.0237	0.0341	0.0344	0.0309	0.0348
$\delta_{en}^{sp}$	0.0230	0.0169	0.0209	0.0180	0.0241
$b_{orta}^o$	321.34	335.50	419.04	327.90	315.38
$b_{orta}^p$	471.08	605.52	679.24	559.28	632.18

Cədvəl 1.

Suboptimist, subpessimist və xətlərin qiymətləri ( $m \times n = 50 \times 1000$ )

N	1	2	3	4	5
$f^{so}$	45501.0	44565.0	45243.0	44572.0	45321.0
$f_{qr}^{so}$	45838.0	44883.0	45994.0	44953.0	45740.0
$f_{en}^{so}$	46329.0	45199.0	46225.0	45462.0	45728.0
$f^{sp}$	28109.0	27624.0	28361.0	27303.0	27857.0
$f_{qr}^{sp}$	28689.0	28126.0	29021.0	27784.0	28456.0
$f_{en}^{sp}$	28431.0	28046.0	28714.0	27536.0	28190.0
$\delta_{qr}^{so}$	0.0074	0.0071	0.0163	0.0085	0.0092
$\delta_{en}^{so}$	0.0179	0.0140	0.0212	0.0196	0.0089
$\delta_{qr}^{sp}$	0.0202	0.0178	0.0227	0.0173	0.0214
$\delta_{en}^{sp}$	0.0113	0.0150	0.0123	0.0083	0.0118
$b_{orta}^o$	395.10	367.10	589.32	468.08	348.16
$b_{orta}^p$	743.64	684.90	866.92	663.20	797.04

**Nəticə.** Yuxarıdakı cədvəllərdən bir daha görünür ki, optimist və pessimist strategiyalar əsasında qurulmuş Laqranj tipli funksiyanın minimallaşdırılması üçün qradiyentə görə enmə alqoritmi kifayət qədər effektivdir. Lakin bəzi hallarda sürətli enmə üsulu qradiyentə görə enmə üsuluna nəzərən daha yaxşı nəticə vermişdir. Ona görə də bu üsulların kompyuterde sürətlə işləməsini nəzərə alaraq, real praktiki məsələ üçün bunların hər ikisini tətbiq edib, daha yaxşısını seçmək lazımdır. Digər tərəfdən bu funksiyanın mimimallaşdırılması zamanı alınmış uyğun yuxarı sərhədlər optimal qiymətdən çox ciddi fərqlənmirlər. Ümumiyyətlə nisbi xəta 4% -dən çox deyil. İşdə verilmiş alqoritmlər imkan yaradır ki, eyni nəticəni almaqla məhdudiyət şərtlərinin sağ tərəfləri müəyyən qədər kiçildilə bilər. Bu isə real praktiki məsələlərdə ayrılmış vəsaitlərə müəyyən qədər qənaət etməyə imkan verir.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Məmmədov K.Ş., Məmmədova A.H. Əmsalları intervallar olan bul proqramlaşdırması məsələsi üçün Laqranj tipli funksiyanın qurulması və onun xassələri. AMEA-nın "Xəbərlər" jurnalı. Bakı: 2014, N6, s.35-42.

2. Devyaterikova M.V., Kolokolov A.A. *L*-class enumeration algorithms for knapsack problem with interval data// International Conference on Operations Research: Book of Abstracts. Duisburg: 2001, p.118.
3. Devyaterikova M.V., Kolokolov A.A., Kolosov A.P. *L*-class enumeration algorithms for one discrete production planning problem with interval input data// Computers and Operations Research, Volume 36, Issue 2, February 2009. p. 316-324.
4. Девятерикова М.В., Колоколов А.А., Колосов А.П. Алгоритмы перебора *L*-классов для булевой задачи о рюкзаке с интервальными данными// Материалы III Всероссийской конференции “Проблемы оптимизации и экономическое приложение”. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006, с. 87.
5. Emelichev V.A., Podkopaev D.P., Quantitative stability analysis for vector problems of 0-1 programming, “Discrete Optimisation”, 2010, N7, с.48-63.
6. Məmmədov K.Ş., Hüseynov S.Y., Məmmədova A.H. Əmsalları intervallar olan çanta məsələsində suboptimist və subpessimist həll anlayışları və onların qurulması üsulları. AMEA-nın “Xəbərlər” jurnalı. Bakı: 2013, N6, s.125-131.
7. Məmmədov K.Ş., Məmmədova A.H. Verilənləri intervallar olan Bul proqramlaşdırması məsələsinin suboptimist və subpessimist həllərinin qurulması üsulları. AMEA-nın “Xəbərlər” jurnalı. Bakı: 2014, N3, s.164-173.

#### РЕЗЮМЕ

#### МИНИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ ЛАГРАНЖА, ПОСТРОЕННОЙ ДЛЯ ИНТЕРВАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ БУЛЕВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

*Мамедов К.Ш., Мамедова А.Г., Гусейнов С.Я.*

**Ключевые слова:** Интервальная задача Булевого программирования, оптимистические, пессимистические, субоптимистические, субпессимистические решения, функция типа Лагранжа, верхняя граница.

Разработан метод для минимизации функций типа Лагранжа, построенных для задачи. В работе построены функции типа Лагранжа для задачи Булевого программирования с интервальными данными. Этот метод основан на принципе наискорейшего спуска и построен ее алгоритм. С применением этого алгоритма решен один численный пример и проведены многочисленные вычислительные эксперименты.

#### SUMMARY

#### MINIMIZATION OF THE CONSTRUCTED LAGRANGE TYPE FUNCTION FOR THE BULIAN PROGRAMMING PROBLEM WITH INTERVAL COEFFICIENTS

*Mammadov K.Sh., Mammadova A.H., Huseynov S.Y.*

**Key words:** Interval Bulian programming problem, optimist and pessimist strategy, Lagrange type function, a method of rapidly decline.

Developed by a method for minimization of the constructed Lagrange type function for the Bulian programming problem with interval coefficients. This method based on rapidly decline on the coordinate and created algorithm. With applying this algorithm have solved one example and are provided comprehensive computational experiments with different dimensions.

In the process of the work was formulated the Lanqrage type function for the Bulian programming problem with interval coefficients.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	25.05.2016
	Son variant	15.03.2017

UOT 53.096

## Au<sub>3</sub>In<sub>5</sub>Se<sub>9</sub> MONOKRİSTALINDA HOLL YÜRÜKLÜYÜNÜN TEMPERATUR ASILILIĞI

LƏTİFOVA SEVİL SEYFULLA qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent

e-mail: sdu.elmixeberler@mail.ru

**Açar sözlər:** Holl effekti, dreyf yürüklüyü, akustik rəqslər, səpilmə mexanizmi, elektrik keçiriciliyi, Fermi səviyyəsi, Bolsman sabiti

Bu işdə Au<sub>3</sub>In<sub>5</sub>Se<sub>9</sub> birləşməsində Holl effekti tədqiqi metodikası əsasında ölçülmüş Holl yürüklüyünün temperatur asılılığı verilmişdir. Həmin asılılığın əsas hissəsi xəttidir. Xətti hissəsində hesablanan qiyməti  $\mu_0=1,88\text{-Sm}^2/\text{V}$ -san dir. 100 K-dən aşağı temperaturalarda yürüklük qiymətinin azalması istiqamətində xətti asılılıqdan kənara çıxır.

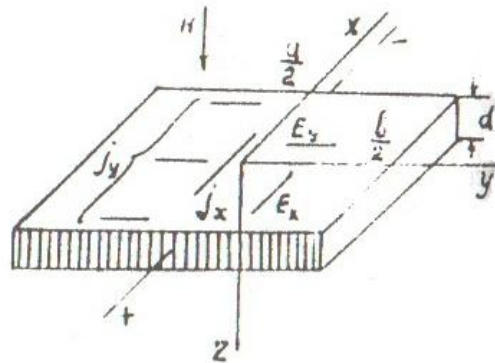
Məlum olduğu kimi, Au<sub>3</sub>In<sub>5</sub>Se<sub>9</sub> tipli yarımkəçirici birləşmələr həm nəzəri, həm də praktik baxımdan maraqlı birləşmələr hesab edilir. Belə ki, bu birləşmələr əsasında cərəyan düzləndiricisi, termorezistor, rütubətölçən cihazlar düzəldilir.

Birləşmələr kifayət qədər böyük fotohəssaslığa malik olduğu üçün fotomüqavimət kimi də tətbiq edilə bilər. Bu baxımdan bu tip birləşmələrdə qalvanomaqnit effektlərin tədqiqi aktual hesab edilir.

Bu işdə Au<sub>3</sub>In<sub>5</sub>Se<sub>9</sub> birləşməsində Holl effekti tədqiq edilməklə Holl yürüklüyünün temperatur asılılığı verilmişdir. Au<sub>3</sub>In<sub>5</sub>Se<sub>9</sub> birləşməsi ədəbiyyatdan mövcud olan metodika əsasında sintez edilmişdir [1-2].

Sintez olunmuş birləşmənin rentgenquruluş analizi aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, Au<sub>3</sub>In<sub>5</sub>Se<sub>9</sub> birləşmə heksaqonal quruluşda kristallaşır və kristallik qəfəsin parametrləri  $a=95 \text{ \AA}$ ,  $b=a$ ,  $c=19,51 \text{ \AA}$ -dır. Holl effektini ölçmək üçün sintez olunmuş tərkibdən adi ikizondlu kompensasiya üsulu ilə duzbucaqlı paralelepiped şəkilli nümunələr düzəldilmişdir.

Kristalın xüsusi müqaviməti çox böyük olduqda Holl əmsalının ölçülməsi çətinliklə qarşılaşdığı üçün bu halda Holl cərəyanının ölçülməsi üsuluna üstünlük verilir. Holl cərəyanını ölçmək üçün nəzərdə tutulan duzbucaqlı paralelepiped şəkilli nümunənin sxemi şəkil 1-də göstərilib.



Şəkil 1. Holl cərəyanını ölçmək üçün nümunənin sxemi

Koordinat başlanğıcını nümunənin  $axb$  səthinin mərkəzində  $x$  və  $y$  oxunu  $a$  və  $b$  tərəflərinə paralel,  $z$  oxunu isə onlara perpendikulyar istiqamətdə yönəldək. Nümunənin  $x$  oxuna perpendikulyar olan paralel üzünə omik kontakt çəkilir. İntensivliyi  $\vec{H}$  olan bir cins maqnit sahəsi  $z$  oxu istiqamətində yönəldilir. Xarici elektrik sahəsi  $x$  istiqamətindədir. Tutaq ki, nümunə  $p$ -tip aşqar keçiriciliyinə malikdir.  $H=0$  olduqda cərəyan şiddəti  $x$  oxu istiqamətində axacaq ( $i_x$ ). Maqnit sahəsini qoşduqda Lorens qüvvəsinin dəyişməyə təsiri nəticəsində cərəyan şiddətinin  $i_y$  komponenti yaranacaq.

Nümunənin  $x = \pm \frac{a}{2}$  uclarında  $E_y$  komponenti kontakt materialı vasitəsi ilə qısa qapanacaq, nümunənin mərkəzində isə  $0$ , maksimum qiymətə malik olacaq. Cərəyan sıxlığının  $i_y$  komponenti, əksinə, nümunənin mərkəzində ən kiçik uclarında isə maksimum qiymətə malik olacaq. Çünki  $E_y$  sahəsi yükdaşıyıcılarına Lorens qüvvəsinin əksinə təsir edir və nümunənin mərkəzində  $i_y$ -i kiçilir. Hər hansı  $y=\text{const}$  müstəvisinin nümunəni kəsdiyi səthdən keçən tam cərəyan sıxlığını Maksvell tənliklərinin həllindən tapmaq olar. Verilmiş şəraitdə Maksvell tənlikləri bu şəkə düşür [3,4].

$$\text{rot}\vec{E} = 0; \text{div}\vec{j} = 0; \text{div}\vec{E} = 0 \quad (1)$$

Burada  $\Delta T=0$ ,  $\Delta F=0$  halı üçün Bolsmanın kinetik tənliyinin həllindən alınan cərəyan sıxlığının ifadəsini də əlavə etmək lazımdır.:

$$\vec{j} = \sigma\vec{E} + \sigma\mu_x \frac{|\vec{E}\vec{H}|}{c} \quad (2)$$

Burada  $\sigma$ -nümunənin xüsusi keçiriciliyi,  $\mu_x$ -Holl yürüklüyü,  $c$ -ışığın boşluqdakı sürətidir.  $a \ll b$  olduqda (1) və (2)-dən  $i_y$  və  $i_x$  belə əlaqələnilir.

$$i_y = -\frac{a}{b} \cdot \frac{\mu_x H}{c} i_x \quad (3)$$

$a \gg b$  olduqda isə

$$i_y = 0,742 \frac{\mu_x \cdot H}{c} i_x \quad (4)$$

(3) və (4) düsturlarında  $\mu_x$ -dən başqa qalan bütün kəmiyyətlər məlum və ya ölçülə biləndir. Buradan  $\mu_x$ -i tapa bilərik. Holl yürüklüyü ilə dreyf yürüklüyü ( $\mu$ ) arasındakı əlaqədən istifadə edib  $\mu$ -nü belə ifadə edərik.

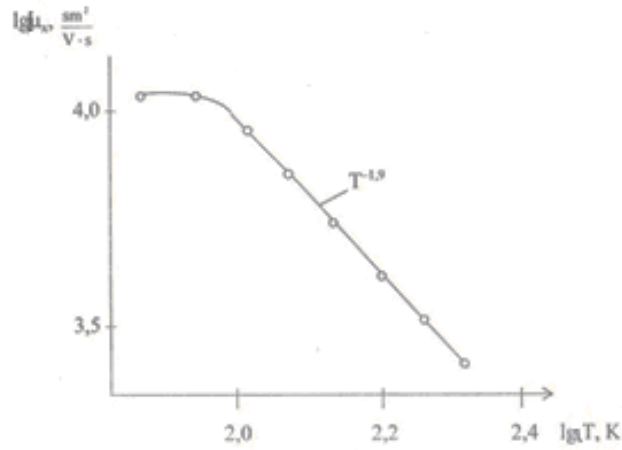
$$\mu = \frac{1}{A} \mu_x \quad (5)$$

Burada  $A$ -Holl faktorudur, müxtəlif səpilmə mexanizmləri üçün onun qiyməti məlumdur.  $Au_3In_5Se_9$  kristalında Holl cərəyanının ölçülməsi nəticəsində hesablanan Holl yürüklüyünün temperatur asılılığı 2-də göstərilmişdir. Həmin asılılığın əsas hissəsi xəttidir. Bu asılılığın empirik düsturu belədir.

$$\mu_x = \mu_0 T^{-1,9} \quad (6)$$

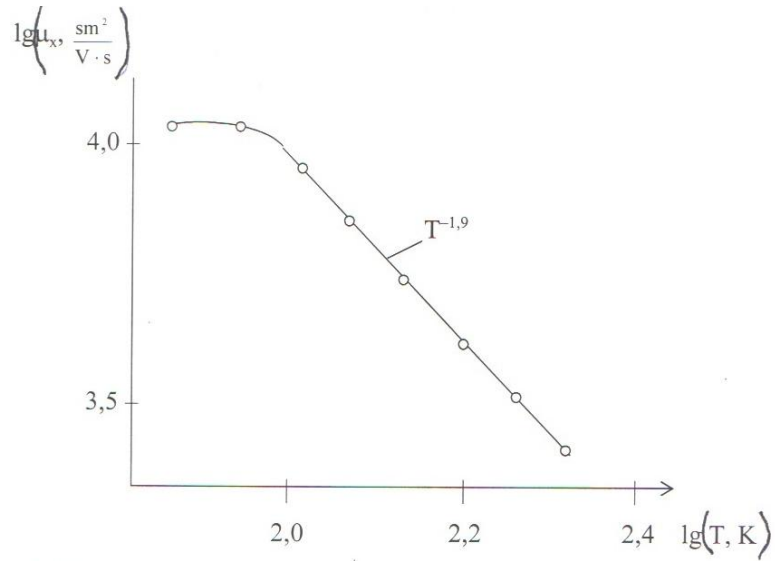
$\mu_0$ -üçün qrafikin xətti hissəsindən hesablanan qiymət  $\mu_0 = 1,88 \cdot 10^{-10} \text{ sm}^2/V \cdot \text{san}$  dir.

$Au_3In_5Se_9$  kristalının quruluşu daha mürəkkəb olduğu üçün akustik rəqslərdən səpilmə mexanizmində yürüklük  $T$ -dən başqa qanunla dəyişir. 100 K-dən aşağı temperaturlarda yürüklük onun qiymətinin azalması istiqamətində xətti asılılıqdan kənara çıxır. 100 K-dən aşağıda ionlaşmış aşqar mərkəzlərindən səpilmə mexanizmi də səpilməyə pay verməyə başlayır. Bu mexanizmdə yürüklüyün temperaturdan necə asılı olduğunu bilmək üçün daha aşağı temperaturlarda ölçü aparmaq lazımdır.



**Şəkil 2.** *Au<sub>3</sub>In<sub>5</sub>Se<sub>9</sub> monokristalında Holl yürüklüyünün temperaturdan asılılığı*

Yürüklüyün temperatur asılılığı artıq məlum olduğu üçün elektrik keçiriciliyinin ( $\sigma$ ) temperatur asılılığından aşqar mərkəzlərinin ionlaşma enerjisini təyin edə bilərik. Şəkil 4-də Au<sub>3</sub>In<sub>5</sub>Se<sub>9</sub> birləşməsinin elektrik keçiriciliyinin temperaturdan asılılığı verilmişdir. Göründüyü kimi, aşağı temperaturlarda  $\sigma T$ -dən zəif asılıdır.



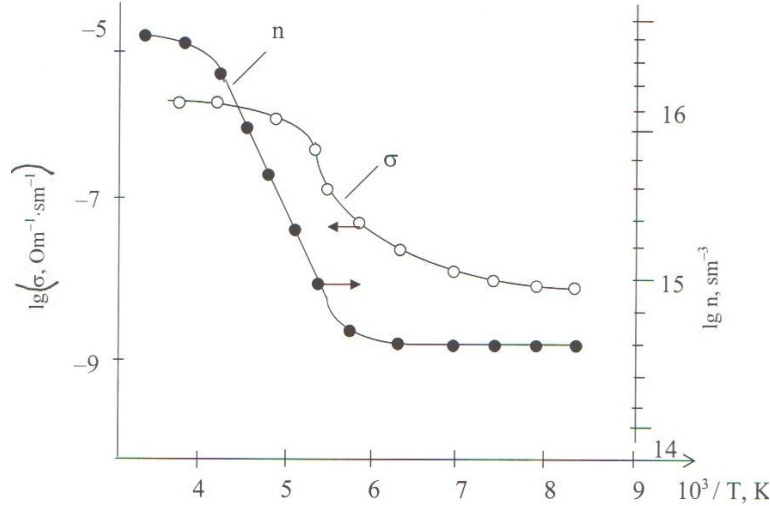
**Şəkil 3.** *Au<sub>3</sub>In<sub>5</sub>Ge<sub>9</sub> monokristalında Holl yürüklüyünün temperaturdan asılılığı*

Bir qədər sonra görəcəyik ki, yükdaşıyıcıların konsentrasiyası bu hissədə sabitdir. Temperatur artıqca konsentrasiya artır və sonda sabit qiymətə yaxınlaşır. Bu asılılıq göstərir ki, kristalda dərinliyi müxtəlif olan iki növ aşqar mərkəzləri mövcuddur. Onlardan biri dayaz aşqar mərkəzidir və bu mərkəzlər baxdığımız bütün temperatur intervalında tam tükənmiş haldadır.

Ona görə burada onun ionlaşma enerjisini  $\sigma - \frac{1}{T}$  asılılığından təyin etmək mümkün deyil. İkinci aşqar səviyyəsinin ionlaşma dərəcəsi temperatur artdıqca eksponensial qanunla artır və, nəhayət, o da tükənməyə yaxınlaşır.

Kristal aşqar keçiriciliyinə malik olduğu üçün yükdaşıyıcıların konsentrasiyasını  $\sigma$  və  $\mu$ -nün qiymətlərinə görə təyin edə bilərik:

$$\sigma = e\mu n; n = \frac{\sigma}{e\mu} = \frac{\sigma}{eA\mu_x} = \frac{\sigma}{eA\mu_0 T^{-1,9}} \quad (7)$$



Şəkil 4.  $Au_3In_5Se_9$ -da elektrik keçiriciliyinin ( $\sigma$ ) və konsentrasiyanın ( $n$ ) temperaturdan asılılığı

Burada yeganə naməlum Holl faktoru  $A$ -dır. Onun qiyməti müxtəlif səpilmə mexanizmlərində 1-lə 1,93 arasında dəyişir. Akustik fononlardan səpilmə mexanizmində  $A=1,17$ -dir. Lakin biz burada  $n$ -in temperatur asılılığını təyin edərkən  $A=1$  götürəcəyik.  $n$ -in bu cür hesablanmış  $T$ -dən asılılığı şəkil 4-də göstərilmişdir.  $n$  aşağı temperaturlarda sabitdir ( $n_0 \approx 3 \cdot 10^{14} \text{ sm}^{-3}$ ).

Aşqar səviyyəsinin dərinliyini  $n$ -in temperatur asılılığından kristalın neytrallıq tənliyini araşdırmaqla tapa bilərik. Bunu göstərmək üçün  $n$ -tip aşqar keçiriciliyinə malik olan yarımkeçiriciliyə baxaq. Alınan nəticə  $p$ -tip aşqar keçiriciliyinə malik olan yarımkeçirici üçün də doğru olacaq. Məxsusi keçiriciliyin payı nəzərə alınmayacaq dərəcədə kiçik olan temperatur oblasti üçün kristalın elektrik yükü baxımından neytral olması şərtini (buna kristalın neytrallıq tənliyi deyilir) belə ifadə edə bilərik: [5]

$$n - \left( N - \frac{N}{\frac{1}{2} e^{\frac{E_i - F}{kT}} + 1} \right) = 0 \quad (8)$$

Burada  $n$ -keçiricilik zonasında sərbəst elektronların konsentrasiyası,  $N$ -aşqar mərkəzlərinin ümumi konsentrasiyası,  $F$ -Fermi səviyyəsi  $E_i$ -aşqar səviyyəsinin enerjisi (koordinat başlanğıc keçiricilik zonasının dibindən hesablandığı üçün  $E$ -nin işarəsi mənfidir, o, ədədi qiymətcə aşqar mərkəzinin  $\Delta\varepsilon$  ionlaşma enerjisinin əks işarə ilə götürülmüş qiymətinə bərabərdir:  $E = -\Delta\varepsilon$ ),  $k$ -Bolsman sabiti,  $T$ -mütləq temperaturdur.

$$x = e^{\frac{F}{kT}} \quad (9)$$

İşarə edib: 
$$n = N_c e^{\frac{F}{kT}}, N_c = 2 \left( \frac{2\pi k T m}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (10)$$

olduğunu yada salsaq, (8)-dən müəyyən riyazi əməliyyatları yerinə yetirdikdən sonra alarıq:

$$x^2 + \frac{1}{2}e^{\frac{E}{kT}} \cdot x - \frac{N}{2N_C}e^{\frac{E}{kT}} = 0 \quad (11)$$

Bu kvadrat tənliyin həllini yazaq:

$$x = \frac{1}{4}e^{\frac{E}{kT}} \left[ -1 \pm \sqrt{1 + \frac{8N}{N_C}e^{\frac{E}{kT}}} \right] \quad (12)$$

(9) və (11)-dən F-i tapaq:

$$F = kT \ln \left\{ \frac{1}{4}e^{\frac{E}{kT}} \left[ \sqrt{1 + \frac{8N}{N_C}e^{\frac{E}{kT}}} - 1 \right] \right\} \quad (13)$$

Konsentrasiyanın temperaturdan asılı olaraq eksponensial dəyişdiyi sahəsində:

$$\frac{8N}{N_C}e^{\frac{E}{kT}} \gg 1$$

şərti ödənildiyi üçün vahidləri nəzərə almaya bilərik. Onda:

$$F = kT \ln \left\{ \frac{1}{4}e^{\frac{E}{kT}} \cdot \left( \frac{8N}{N_C} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot e^{\frac{E}{2kT}} \right\} = kT \ln \left\{ \left( \frac{N}{2N_C} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot e^{\frac{E}{2kT}} \right\} = \frac{E}{2} + \frac{kT}{2} \ln \frac{N}{2N_C} \quad (14)$$

E=-Δε olduğu üçün:

$$F = -\frac{\Delta\varepsilon}{2} + \frac{kT}{2} \ln \frac{N}{2N_C} \quad (15)$$

(15)-i n-in (10) ifadəsində yerinə yazaq:

$$n = N_C e^{\frac{\Delta\varepsilon}{2kT} + \frac{1}{2} \ln \frac{N}{2N_C}} = \left( \frac{NN_C}{2} \right)^{\frac{1}{2}} e^{\frac{\Delta\varepsilon}{2kT}} = \left[ \frac{NN_C}{2} 2 \left( \frac{2\pi k T m^*}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{\Delta\varepsilon}{2kT}} = C T^{\frac{3}{4}} e^{-\frac{\Delta\varepsilon}{2kT}} \quad (16)$$

Burada C-sabit kəmiyyətdir:

$$C = (NN_C)^{\frac{1}{2}} \left( \frac{2\pi k m^*}{h^2} \right)^{\frac{3}{4}} \quad (17)$$

(16)-nin hər iki tərəfini  $T^{-\frac{3}{4}}$ -yə vurub loqarifmalasaq, düzxətt tənliyi alarıq:

$$\lg \left( n T^{\frac{3}{4}} \right) = \lg C - \frac{\Delta\varepsilon \cdot \lg e}{2k} \cdot \frac{1}{T} \quad (18)$$

Bu düzxəttin bucaq əmsalı tgφΔε-nu hesablamağa imkan verir:

$$tg \varphi = \frac{\Delta\varepsilon \cdot 0,4343}{2k}; \Delta\varepsilon = \frac{2k tg \varphi}{0,4343} \quad (19)$$

Beləliklə, aşqar mərkəzinin ionlaşma enerjisini (19)-dan hesablamaq üçün şəkil 4-də verilmiş n-in müxtəlif temperaturalardakı qiymətlərindən istifadə edib (18) asılılığını qururuq.

Alınan düzxəttin bucaq əmsalını (tgφ) tapdıqdan sonra (19)-dan Δε-nu təyin edirik. Beləliklə, hesablanan qiymət Δε=0,15 eV-a bərabərdir.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Tahirov V.İ., Qəhrəmanov N.F. Binar bərk məhlulların monokristallarının zona əritməklə alınmasında özək monokristalın və xəlitənin həndəsi quruluşunun seçilməsi. SDU. "Elmi xəbərlər" №4. Sumqayıt: Sumqayıt Dövlət Universiteti, 2011, s.3-13.
2. Тагиров В.И., Гахраманов Н.Ф., Гусейнов А.Т.. Новый класс тройных полупроводниковых соединений типа  $A_3^I B_5^III C_9^{VI}$ . Баку: БГУ, 2001, 304 с.
3. Тагиров В.И., Гахраманов Н.Ф., Гусейнов А.Г., Алиев И.. Новый класс тройных полупроводниковых соединений типа  $Au_3In_5Se_9$ . Кристаллография. Москва: 1980, Т.25, в 2, с. 411,413.
4. Добровальский В.Н., Кроловец А.Н. Определение удельного сопротивления и постоянной Холла на образцах, дуальным образом Ван-дер-Ваальса. Р.Т.П., 13, №2. М.: 1979, с.386-390.

#### РЕЗЮМЕ

#### ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ХОЛЛОВСКОЙ ПОДВИЖНОСТИ В МОНОКРИСТАЛЛЕ $Au_3In_5Se_9$ Лятифова С.С.

**Ключевые слова:** эффект Холла, дрейфовая подвижность, акустические колебания, механизм рассеивания, электрическая проводимость, уровень Ферми, постоянная Больцмана.

В настоящей работе приведена температурная зависимость холловской подвижности в соединении  $Au_3In_5Se_9$ , измеренной на основе методики исследования эффекта Холла. Основная часть этой зависимости линейная. Ее величина, вычисленная из линейной части, составляет  $\mu_0=1,88 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ . При температурах ниже 100 К подвижность отклоняется от линейной зависимости в направлении ее уменьшения.

#### SUMMARY

#### TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE HALL MOBILITY IN $Au_3In_5Se_9$ SINGLE CRYSTAL Latifova S.S.

**Keywords:** Hall effect, drift mobility, acoustic vibrations, scattering mechanism, electrical conductivity, Fermi level, Boltzmann constant.

In the present study the temperature dependence of the Hall mobility in  $Au_3In_5Se_9$  compound, measured on the basis of a technique of the Hall effect research. The main part of this relationship is linear. Its value calculated from the linear part equals to  $\mu_0 = 1,88 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ . At temperatures below 100 K the mobility deviates from linearity in the direction of its decrease.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	16.02.2016
	Son variant	15.03.2017



UOT 547.35+547.32

**FENOLFORMALDEHİD QATRANININ EPOKSİAMİNNİTRİLLƏRLƏ  
MODİFİKASİYASI**<sup>1</sup>BAYRAMOV QORXMAZ KƏRİM oğlu<sup>2</sup>MUSTAFAYEV MUSA MUSA oğlu<sup>3</sup>AĞAYEV ƏKBƏR ƏLİ oğlu

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

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

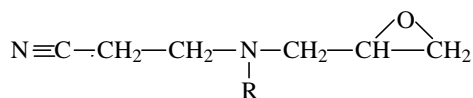
*Açar sözlər:* fenolformaldehid qatranı, epoksiamintril, modifikator, adgeziya möhkəmliyi, mühafizə örtüyü, diffuziya sürəti, termomexaniki əyri, diferensial-termiki analiz.

Məlumdur ki, sənayenin çoxtonnajlı məhsullarından biri olan fenol-formaldehid qatranı (FFQ) metallara qarşı yüksək adgeziya qabiliyyətinə, su buxarı və oksigenin aşağı diffuziya sürətinə, kimyəvi inertliyinə və temperaturun təsirinə qarşı davamlılığına görə müxtəlif örtüklərin, o cümlədən metalların korroziyadan mühafizə örtüklərinin alınmasında geniş tətbiq olunur [1-3]. Lakin bir sıra göstəricilərinin yüksək olmasına baxmayaraq FFQ-nin bəzi çatışmazlıqları da vardır. Bu çatışmazlıqlar sırasına onların adgeziya möhkəmliyinin, yağlara və benzinə qarşı davamlılığının aşağı olmasını, elektrik yükünə qarşı müqavimətinin kiçik olmasını, kövrəkliyini və i.a. aid etmək olar [4].

Yuxarıda qeyd olunan nöqsanların aradan qaldırılması üçün əsasən FFQ-nin müxtəlif karbofunktional birləşmələrlə modifikasiyasından istifadə edilir. FFQ-nin mövcud modifikasiya metodları arasında fenolun modifikatorla birlikdə qarışdırılması və sonradan reaksiya kütləsinin formaldehidlə emal edilməsi, yaxud hazır qatranın modifikator kimi istifadə olunan birləşmələrlə qarışdırılması yolu ilə alınan qarışıqın bərkidilməsi ilə modifikasiya edilmiş FFQ-nin alınması metodları daha çox diqqəti cəlb edir. Qeyd etmək lazımdır ki, göstərilən metodlarda fenolların polivinil spirti, ikili aminlər, karbohidrogenlərin bir- və ikixlorlu törəmələri ilə qarışıqından istifadə edilmişdir. Bu zaman fenolların kimyəvi modifikasiyası metilol qruplarının iştirakı ilə həyata keçirilir. Bundan başqa, FFQ-nin fenolun yüksək reaksiya qabiliyyətli hidrosil qrupunun iştirakı ilə modifikasiya metodları da məlumdur. Məsələn, belə modifikasiya FF oliqomerlərinin monomer və polimer epoksid birləşmələri ilə emal edilməsi yolu ilə həyata keçirilmişdir. Bu zaman fenol qruplarının əvəzolunma dərəcəsi həm reaksiyanın aparılma şəraitindən, həm də reaksiyaya daxil olan komponentlərin mol miqdarından nəzərəcarpacaq dərəcədə asılıdır [4].

Mövcud tədqiqat işində FFQ-nin yuxarıda qeyd olunan çatışmazlıqlarının aradan qaldırılması və sintez edilmiş epoksinitrillərin [6] modifikator kimi istifadə edilməsi imkanlarının dəyərləndirilməsi məqsədi ilə FFQ-nin laboratoriya şəraitində epoksiamintrillərlə modifikasiyası aparılmışdır. Müxtəlif üzvi radikal epoksiamintrillərlə modifikasiya olunmuş FFQ-nin bəzi fiziki-mexaniki xassələri təyin edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, epoksiamintrillərlə modifikasiya olunmuş FFQ-ı bir sıra fiziki-mexaniki göstəricilərinə görə modifikasiya olunmamış qatrandan üstündür.

Modifikasiyaedici agent kimi aşağıdakı quruluşa malik epoksiamintrillərdən istifadə olunmuşdur.



R = -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (I), -i-C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> (II), -C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> (III), -CH<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> (IV), -CH<sub>2</sub>CH=CH<sub>2</sub> (V).

Modifikasiya olunmuş FFQ alınması üçün reagentlər aşağıdakı nisbətdə götürülmüşdür:

1. Fenol - 42.3 q (0.45 mol)
2. Formalin - 52.5 q (0.5 mol)
3. 25%-li ammoniyak məhlulu - 19.2 q (0.3 mol)
4. Toz şəkilli KOH - 0.63 q (0.01 mol)
5. N-etil-N-(β-sianetil)-N-(2,3-epoksipropil)amin - 31.1 q (0.15 mol)

FFQ-nin modifikasiyası aşağıdakı üsulla həyata keçirilmişdir.

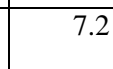
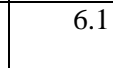
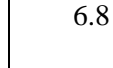
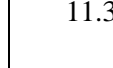
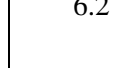
Əkssoyuducu, termometr və effektiv qarışdırıcı ilə təchiz olunmuş reaktora hesablanmış miqdarda təzə qovulmuş fenol və 40%-li formaldehid yerləşdirilir. Alınan qarışıq su hamamında bircinsli kütlə alınana qədər 60-70 °C temperaturda qızdırılır. Reaksiya kütləsi üzərinə tozşəkilli KOH və amonyakın 25%-li sulu məhlulu əlavə edilir. Bundan sonra temperatur 95-100 °C-dək qaldırılır. Reaksiya kütləsi göstərilən temperaturda 1.0-1.5 saat müddətində qarışdırıldıqdan sonra üzərinə hesablanmış miqdarda N-etil-N-(β-sianetil)-N-(2,3-epoksipropil)amin (I) əlavə olunur. Modifikatorun əlavə edilməsi başa çatdıqdan sonra kütlə 100 °C temperatur şəraitində 3.5-4.0 saat müddətində qarışdırılır.

Alınan qatran neytral mühit əldə olunana qədər distillə suyu ilə yuyulur və sabit çəki alınana qədər vakuum quruducu şkafda 40-45 °C temperaturda qurudulur. Bu yolla modifikasiya olunmuş qatranın epoksiaminpropionitrilə görə çıxımı 90-95%, orta molekul kütləsi isə 930-dur.

Sintez edilmiş FFQ-nin fiziki-mexaniki xassələri təyin edilmişdir. Bu məqsədlə alınan qatran üzvi həlledicilərdə həll edilərək standart lövhə üzərinə çəkilmişdir. Üzərinə qatran çəkilmiş lövhələr tikilmə prosesinin getməsi üçün 145-165 °C temperaturda 3 saat müddətində saxlanılmışdır. Digər epoksiaminitrillərlə modifikasiya olunmuş FFQ-ı da analogi üsulla sintez edilmişdir. Modifikasiya olunmuş FFQ-nin fiziki-mexaniki xassələri cədvəl 1-də verilmişdir.

**Cədvəl 1.**

*Modifikasiya olunmuş FFQ-nin fiziki-mexaniki xassələri*

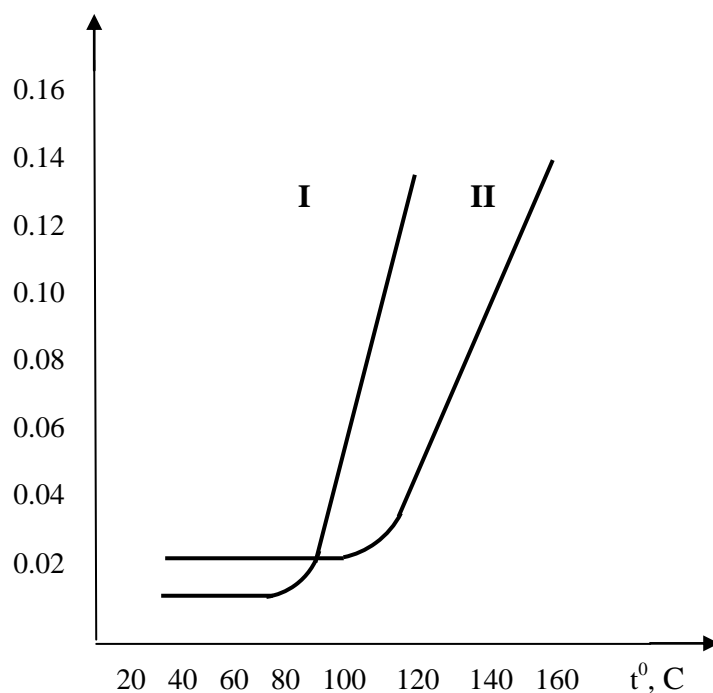
No	Epoksinitrillər	Adgeziya möhkəmliyi, kqs/sm <sup>2</sup>	Elektrik xassələri, kv/mm	Deformasiya (mütləq), mm	Orta molekul kütləsi	Yağlara davamlılığı, %
1	$\text{NC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{N}}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2$ 	45	40	7.2	930	0.04
2	$\text{NC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{i-\text{C}_3\text{H}_7}{\text{N}}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2$ 	23	35	6.1	936	0.03
3	$\text{NC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_4\text{H}_9}{\text{N}}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2$ 	41	37	6.8	990	0.04
4	$\text{NC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2}{\text{N}}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2$ 	92	48	11.3	945	0.06
5	$\text{NC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5}{\text{N}}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2$ 	30	36	6.2	1045	0.05
6	Modifikasiya olunmamış FFQ	45-50	25-30	7.5	800	0.03

Cədvəldən görüldüyü kimi, N-allil-N-( $\beta$ -sianetil)-N-(2,3-epoksiopropil)aminlə (4) modifikasiya olunmuş FFQ fiziki-mexaniki göstəricilərinə görə modifikasiya olunmamış (6) FFQ-dən üstündür və praktiki əhəmiyyətli qatran kimi istifadə oluna bilər.

Təcrübələr nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, modifikasiya olunmuş FFQ-nin fiziki-mexaniki xassələrinə epoksiaminnitril molekulundakı üzvi radikalın təbiəti həlledici təsir göstərir.

Məsələn: N-allil-N-( $\beta$ -sianetil)-N-(2,3-epoksiopropil)aminlə (4) modifikasiya olunmuş qatranın adgeziya möhkəmliyi N-etil-N-( $\beta$ -sianetil)-N-(2,3-epoksiopropil)aminlə (1) modifikasiya olunmuş qatranla müqayisədə, demək olar ki, 2 dəfə yüksəkdir və  $92 \text{ kq/sm}^2$  təşkil edir. Fikrimizcə, bu ikiqat əlaqənin termiki tikilmə prosesində fəal iştirakı ilə izah edilə bilər. Əksinə, N-izopropil-N-( $\beta$ -sianetil)-N-(2,3-epoksiopropil)aminlə (2) modifikasiya olunmuş FFQ-nin adgeziya möhkəmliyi çox aşağıdır və  $23 \text{ kq/sm}^2$  təşkil edir. Bununla əlaqədar olaraq, alınan qatranın termokimyəvi xassələrini öyrənmək maraq kəsb etdiyindən Karqi tərzində çəkilmiş termomexaniki əyrilər alınmışdır.

Şəkil 1-də modifikasiya olunmuş fenolformaldehid qatranının termomexaniki əyrisi verilmişdir.

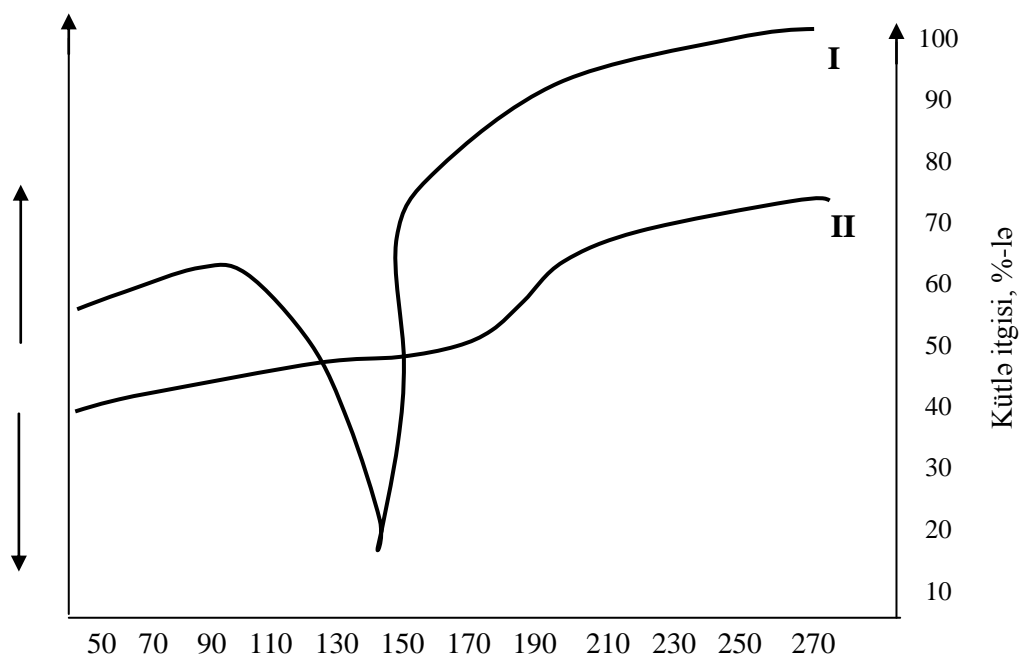


**Şəkil 1.** Modifikasiya olunmuş FFQ termomexaniki əyrisi  
I – N-benzil-N-( $\beta$ -sianetil)-N-(2,3-epoksiopropil)aminlə modifikasiya olunmuş qatran;  
II – N-etil-N-( $\beta$ -sianetil)-N-(2,3-epoksiopropil)aminlə modifikasiya olunmuş qatran.

Termomexaniki əyridən görüldüyü kimi, II qatranda özlü-axıcı halına keçid sahəsində temperaturun artması müşahidə olunur. Əgər I əyridə özlü-axıcı halına keçid  $100-105 \text{ }^\circ\text{C}$ -də baş verirsə, II qatran üçün bu hal nisbətən yüksək temperaturda  $125-128 \text{ }^\circ\text{C}$  həddində baş verir. Əyridən həmçinin məlum olur ki, II qatranın özlü-axıcı halına keçid dövründə qismən tikilmə prosesi gedir. Bu hal həmin qatranın  $128 \text{ }^\circ\text{C}$ -dən yuxarı temperaturda həll olmayan formaya keçməsindən məlum olur. Beləliklə, benzil radikalının etil radikalı ilə əvəz olunması zəncirin möhkəmliyini artırır.

Qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıda qeyd olunan nəticələr diferensial-termiki analizin nəticələrinə də keyfiyyətcə uyğun gəlir.

Şəkil 2-də modifikasiya olunmuş FFQ-nin diferensial-termiki analiz əyriyələri verilmişdir.



**Şəkil 2.** Modifikasiya olunmuş FFQ-nin diferensial-termiki (DT) analizi.  
I – N-benzil-N-( $\beta$ -sianetil)-N-(2,3-epoksipropil)aminlə modifikasiya olunmuş qatran;  
II – N-etil-N-( $\beta$ -sianetil)-N-(2,3-epoksipropil)aminlə modifikasiya olunmuş qatran.

Şəkildən göründüyü kimi I qatranın DT analizi II qatrandan fərqli olaraq, ərimə temperaturu  $95^{\circ}\text{C}$  olan kristallik məhsul xassəsi göstərir. Bu da II qatranın I qatrana nəzərən az nizamlanmış quruluşlu olduğuna dəlalət edir.

Beləliklə, aparılan sınaq təcrübələrinin nəticəsinə əsaslanaraq qeyd etmək olar ki, sınaqdan keçirilən epoksiaminitrillərin hamısı modifikasiya qabiliyyətinə malikdir. N-allil-N-( $\beta$ -sianetil)-N-(2,3-epoksipropil)amin (4) isə daha yüksək modifikasiya xassəsi göstərir. Onun əsasında hazırlanmış kompozisiya praktiki əhəmiyyətli qatran kimi istifadə oluna bilər.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Кноп А., Щейб В. Фенольные смолы и материалы на их основе. М.: Химия, 1982. 280 с.
2. Амйрасланова М.Н. Новые способы получения фенольных олигомеров. //Азерб-байджанское Нефтяное хозяйство, 2010, № 10, с. 34-42.
3. Амйрасланова М.Н., Рустамов Р.А., Мустафаев А.М., Исаева П.Э., Алиева Ш.Р., Асадова С.С. Композиционные материалы на основе азотсодержащих фенолформальдегидных олигомеров. //Тезисы докладов Республиканской научно-практической конф., посв. 100 летию акад. С.Д.Мехтиева, Баку: 2014, т. I. с. 87-89.
4. Пакен А.М. Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы. Л.: Госхимиздат, 1962, 963 с.
5. Торопцева А.М., Белогородская К.В., Бондаренко В.М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений. Л.: Химия, 1972, 616 с.
6. Bayramov Q.K., Mustafayev M.M., Hüseynov R.İ. Tərkibində doymamış əlaqə, epoksi- və nitril qrupları olan monomerlərin sintezi. //Monomerlər və polimerlər kimyasının müasir problemləri III Respublika konfransının materialları. Sumqayıt, 05-06 noyabr, 2015, s. 28-29.

**РЕЗЮМЕ**

**МОДИФИКАЦИЯ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СМОЛ ЭПОКСИАМИННИТРИЛАМИ**

*Байрамов Г.К., Мустафаев М.М., Агаев А.А.*

**Ключевые слова:** *фенолформальдегидная смола, эпоксиаминнитрил, модифика-тор, адгезионная прочность, скорость диффузий, защитное покрытие, термомеханическая кривая, дифференциально-термический анализ*

Произведена модификация фенолформальдегидной смолы с эпоксиаминнитрилами. Установлено, что модифицированная эпоксиаминнитрилами фенолформальдегидная смола по некоторым физико-механическим показателям превосходит немодифицированную смолу.

**SUMMARY**

**MODIFICATION OF PHENOL-FORMALDEHIDE RESIN WITH EPOXYAMINNITRILES**

*Bayramov G.K., Mustafayev M.M, Agaev A.A.*

**Key words:** *phenol-formaldehyde resin, epoxyaminnytrile, modifier, adhesive strength, protection cover, diffusion speed, thermomechanic curve, differential-thermal analysis*

The modification of phenol-formaldehyde resin was realized with epoxyaminnytriles.

It is determined that the phenol-formaldehyde resin which was modified by epoxyaminnytriles prevails, the non-modified resin with its physics-mechanical properites.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	21.06.2016
	Son variant	15.03.2017

UOT 547.35

## İNDOLİLƏVƏZLİ BİRLƏŞMƏLƏRİN SİNTEZİ

NİYAZOVA AYTƏN AĞAİSA qızı

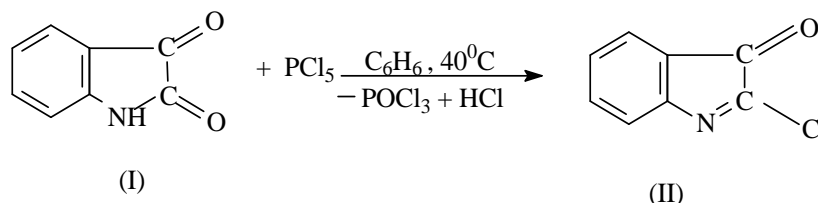
Sumqayıt Dövlət Universiteti, assistent

e-mail: ayten.niyazova.14@gmail.com

**Açar sözlər:** izatinxlorid,  $\alpha$ -halogenkarbonilli birləşmələr, hidrazin, 2,4-dinitrofenilhidrazin, hidroksilamin.

İndol kimyasında görülən işlərin üstün istiqamətlərindən biri də indol həlqəsinə yeni funksional qrupların daxil edilməsi, daha sonra isə bu qrupların müxtəlif reaksiya qabiliyyətlərinin istifadəsi təşkil edir [1]. İndolun belə törəmələrindən biri də izatinxlorid və ya 2-xlorindolin-3-ondur. O benzol mühitində izatinin fosfor-5-xloridlə ( $40\div 45^{\circ}\text{C}$ ) reaksiyasından alınır. Qeyd etməkləzimidir ki, daha yüksək temperaturda ( $>60^{\circ}\text{C}$ ) aparılmasından 3-xlorindolin-2-on alınır.

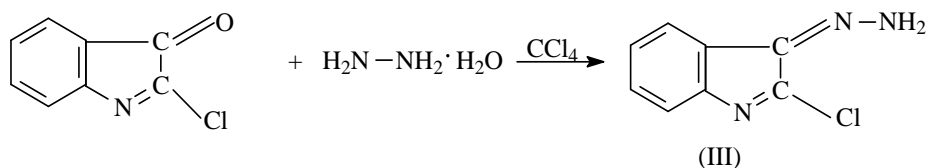
İzatinxloriddə qoşulmuş  $\text{C}=\text{N}$  rabitəsinin olmasına baxmayaraq, xlor atomu 2 vəziyyətdə olduqda mütəhərrikdir. Şübhəsiz ki, bu mütəhərriklilik  $\text{C}^3=\text{O}$  əlaqəsinin yüksək polyarlığı ilə əlaqədardır. Qeyd etmək lazımdır ki, izatinxlorid saxlanıldıqda davamsız birləşmədir (cəmi 6-7 gün eksikatora saxlamaq mümkün olur, sonra qatılma müşahidə edilir).



Sintez olunmuş izatinxlorid özünü  $\alpha$ -halogenkarbonilli birləşmə və yüksək reaksiya qabiliyyətli iki elektrofilli mərkəz kimi aparır [2]. Bu cür substratın müxtəlif nukleofil reagentlərə reaksiyası reaksiyanın yeni bir istiqamətinə və yeni perspektivli heterotsikllərin alınmasına gətirib çıxarır. Şübhəsiz ki, bu da işin aktualığı hesab olunur. Məlumdur ki,  $\alpha$ -halogenkarbonilli birləşmələrin hidrazinlə reaksiyası bir neçə məhsulun alınması ilə çətinliklə gedir. Buna səbəb  $\alpha$ -halogenkarbonilli birləşmələrin hidrazonlarının davamsız birləşmələr olmaları və 1,4-eliminləşmə nəticəsində asanlıqla diazoolefinlərə çevrilmələridir [3].

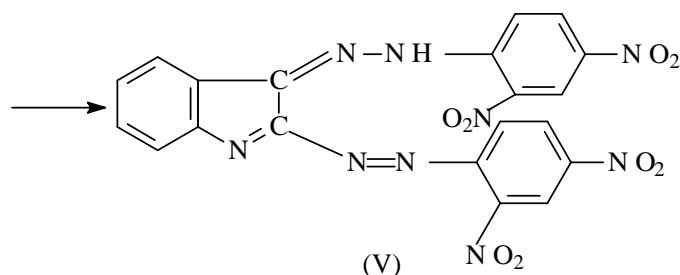
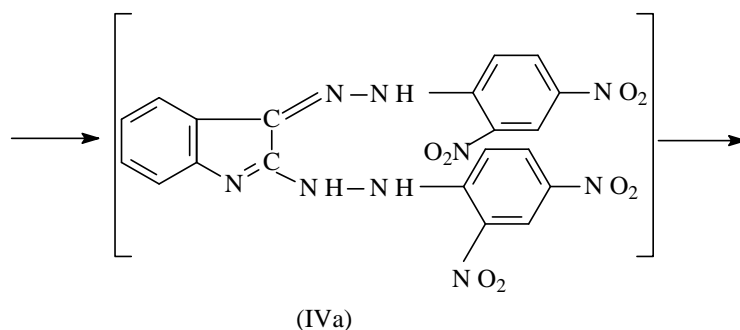
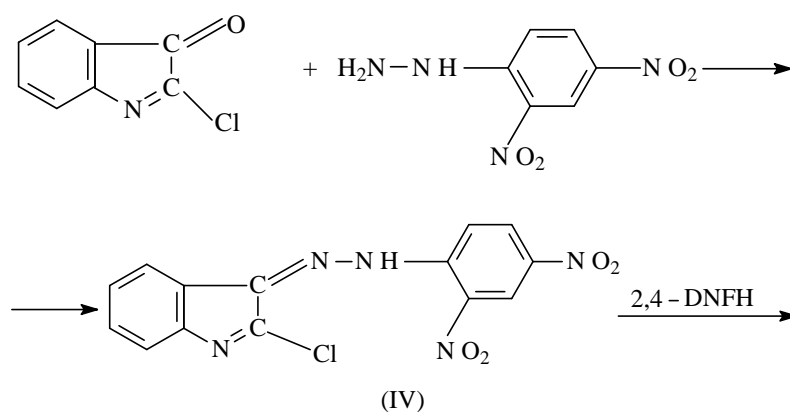
Alınmış diazoolefinlər yüksək reaksiya qabiliyyətinə görə ya  $\alpha$ ,  $\beta$ -doymamış karbonilli birləşmələrin hidrazonuna izomerləşir ya da fərqli 1,4-birləşmə reaksiyalarına daxil olurlar. Bundan başqa, azoolefinlərin Dils-Alder sxemi üzrə dimerləşməsidə mümkündür [4]. Buna görə də izatinxloridin hidrazinlə reaksiyası həm bu reagentlərin qarşılıqlı təsir xüsusiyyətlərinin aydınlaşdırılması baxımından, həm də təklif olunan kondensləşmə məhsullarının gələcəkdə yeni indol tərkibli birləşmələrin alınması məqsədilə istifadə olunması baxımından məqsədə uyğundur.

Bu məqsədlə tərəfimizdən izatinxloridin hidrazinhidratla və 2,4-dinitrofenilhidrazinhidratla reaksiyası öyrənilmişdir. Müəyyən olunub ki, izatinxloridin hidrazinhidratla (1:1) kondensləşməsi, istifadə edilən həlledicinin təbiətindən asılı olmadan ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ) hətta aşağı temperaturda ( $-10\div -15^{\circ}\text{C}$ ) hidrazon (III) qarışığının əmələ gəlməsi ilə baş verir. Görünür, substratın molekulunda 2 reaksiya mərkəzi olduqda, nukleofil əvəzlənmə selektiv baş verir. Bunu müxtəlif məhsulların alınmasına əsasən deyə bilərik:

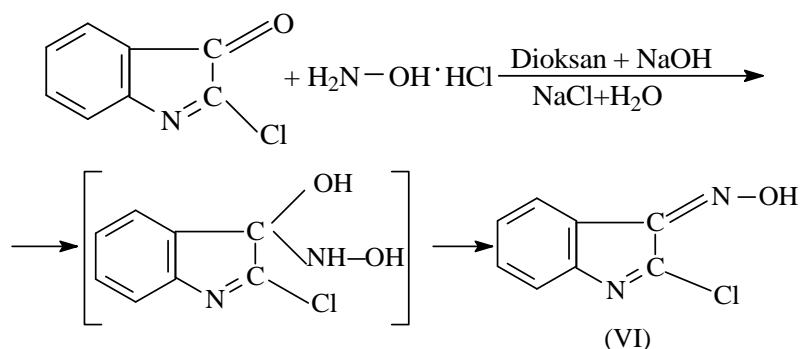


Hidrazonun (III) NMR  $^1\text{H}$  spektrinin tədqiqi göstərir ki, ilkin izomerlər molekulda xili hidrogen rabitəsi ilə stabilləşmiş trans izomerlərdirlər. Qeyd edək ki, trans izomerlərin aromatik protonlarının siqnalları kifayət qədər deyildir, eyni zamanda da cis izomerin aromatik protonlarının siqnalları da kifayət qədər genişləyib ki, buda siqnalların hamarlanması gətirib çıxarır.

Bu reaksiyada zəif nukleofil 2,4-dinitrofenilhidrazinin (DNFH) istifadəsi ilə hidrazonu (IV) 84% çıxımla almaq olur. Etilasetatda reaksiya asanlıqla baş verir.  $60^\circ\text{C}$ -yə qədər qısa müddətli qızdırılmadan sonra reaksiyanın tam getməsi üçün 12 saat otaq temperaturunda saxlanılır:



Alınmış hidrazonun (IV) quruluşu İQ- və PMR-spektroskopiyası və element analizi ilə təsdiq edilmişdir. Tərəfimizdən müəyyən edilib ki, hidrosilaminin hidrogenxlorid duzu ilə qarşılıqlı təsiri dioksan məhlulunda otaq temperaturunda asanlıqla baş verir.



Beləliklə,  $\alpha$ -halogen karbonillı birləşmələrin analoqu olan izatinxloridin müxtəlif nukleofil reagentlər ilə qarşılıqlı təsir reaksiyası nəticəsində tərkibində azot heteroatomu salayan mürəkkəb heterotsiklik sistemli indoliləvəzli birləşmələrin alınma üsulu işlənilib hazırlanmışdır.

### TƏCRÜBİ HİSSƏ

**İzatinxloridin hidrazinhidratla reaksiyası.** 1.00 q (0.02 mol) hidrazinhidratın 35 ml  $\text{CCl}_4$ -lə məhluluna  $0\div 10^\circ\text{C}$  temperaturda 3.31 r (0.02 mol) izatinxlorid səpilir. Reaksiya qarışığı sürətlə tündləşməyə başlayır. Alınmış qarışıq süzülür, çöküntünü qurudurlar. Hidrazonun çıxımı (III) 1.9 r (59%). T.ər.  $155\div 156^\circ\text{C}$ .

**Hidrazonun (IV) sintezi.** 0.1 mol 2,4-dinitrofenilhidrazinin 100 ml etilasetatla suspensiyasına  $60\div 70^\circ\text{C}$  temperaturadək qızdırıldıqdan sonra qarışdırılmaqla 0.1 mol izatinxloridin 40 ml etilsirkə ilə məhlulu damcı-damcı əlavə olunur. Reaksiya qarışığı damcılama bitdikdən sonra soyudulur və otaq temperaturunda 12 saat saxlanılır. Həllədiçi qovulur, çökmüş hidrazon (V) kristalları süzülür, efiqlə yuyulur və qurudulur. Çıxım: 84%. T.ər.  $150\div 152^\circ\text{C}$ .

**2,3-Bishidrazonəvəzliindolun (V) sintezi.** 0.02 mol hidrazonun (IV)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ilə suspensiyasına  $20^\circ\text{C}$  temperaturda qarışdırılmaqla quru azot axınında damcı qıfı ilə 2,4-DNFH (0.02 mol) əlavə edilir. Reaksiya qarışığı 12 saat otaq temperaturunda saxlanılır. Çökmüş ozazon (V) kristalları filtrdən süzülür, su və spirtlə (50 ml, 1:1) yuyulur və qurudulur. Çıxım: 61%. T.ər.  $270\div 272^\circ\text{C}$ .

**İndolenin-2-xlor-3-hidroksilaminin(VI) sintezi.** 0.46 q natrium 10 ml etil spiertində həll edilib, 1.39 q (0.02 mol) hidroksil aminin hidrogen xlorid duzu üzərinə əlavə edilir və bir saat qarışdırılır. Sonra kolbaya 3.31 q (0.02 mol) izatinxlorid və 50 ml dioksan məhlulu əlavə edilərək otaq temperaturunda 4 saat qarışdırılır. bundan sonra vakuumda həllədiçi qovulur və yağ halında məhsul (VI) alınır.  $R_f$  0.69. Elyuent olaraq heksan:etilasetatdan 1:2 nisbətində istifadə edilmişdir. Çıxım: 2.45 q (68%).

### ƏDƏBİYYAT

1. Indoles. Parts 1-3 / Ed. W.J.Houlihan, New York: Wiley Intersci., 1979.
2. Simon H., Moldenhaner W., Zum Verhalten von  $\alpha$ -Hydroxyphenylhydrazonen in Basischen und Saurem Medium, Chem. Ber., 1968, B. 101, c. 2124-2131.
3. Stickler W.C., Hoffman W.C.. Ozazon bildung aus Halogenketones. Eine neurrige 1,4-Cycloaddition, Angew. Chem., 1970, B. 82, s. 254.
4. Sihontl I., Zur Reaction in Chloraseton mit Phenylhydrazine, Monatsih. Chem., 1977, V. 108, № 2, p. 325-330.



**РЕЗЮМЕ  
СИНТЕЗ ИНДОЛЗАМЕЩЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

*Ниязова А.А.*

**Ключевые слова:** *изатинхлорид, α-галогенкарбонильные соединения, гидразин, 2,4-динитро-фенилгидразин, гидроксиламин*

Был разработан метод получения сложных гетероциклических индолзамещенных соединений, содержащих в своем составе гетероатом азота, в результате реакции взаимодействия изатинхлорида с различными нуклеофильными реагентами.

**SUMMARY  
THE SYNTHESIS OF COMPOUNDS WITH INDOLYL**

*Niyazova A.A.*

**Keywords:** *izatinchloride, α-gallogencarbonyl compounds, hydrazine, 2,4-dinitrophenylhydrazine, hydroxylamin.*

As the result of the reactions of izatinchloride with various nucleophilic reagents were elaborated the methods of obtaining of complex heterocyclic compounds with indolyl which is containing nitrogen heteroatom.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	11.05.2016
	Son variant	15.03.2017

UOT 661.16

## 2,4-DİXLORFENOKSİSİRKƏ TURŞUSUNUN ELEKTROKİMYƏVİ ÜSULLA SİNTEZİ

<sup>1</sup>HƏTƏMOV MƏTLƏB MURTUZ oğlu<sup>2</sup>MURADOV MAHAL MAYIL oğlu

BAYRAMOV AYSƏF ASLAN oğlu

ETSN-nin 4 saylı Ərazi Ekologiya və  
Təbii Sərvətlər şöbəsinin müdiri, k.e.ü.f.d.,<sup>3</sup>ABDULLAYEVA MİNAYƏ BİLAL qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti,

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

e-mail: [bilalqızı@inbox.ru](mailto:bilalqızı@inbox.ru)

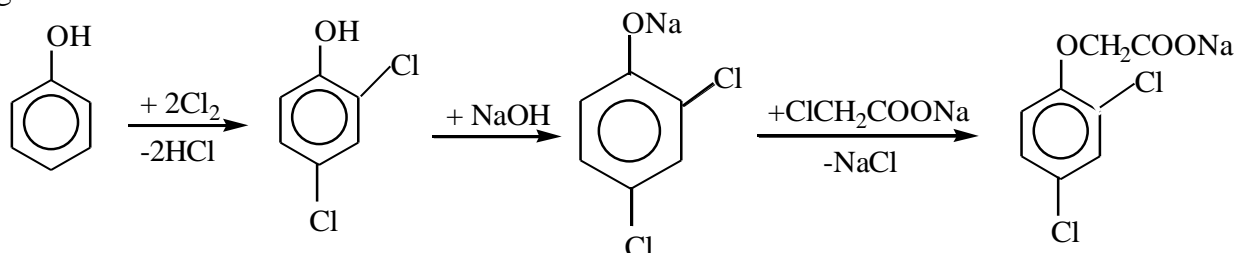
**Açar sözlər:** herbisidlər, alaq otları, benzol halqası, dioksinlər, fenol, xlorlaşma, ekoloji problemlər.

Məlumdur ki, 2,4-dixlorfenoksisirkə turşusundan kənd təsərrüfatı bitkilərinin alaq otlarından mühafizəsində geniş istifadə olunur. 2,4-D herbisidinin bitkilərə təsir mexanizmi öyrənilmiş, elektrokimyəvi metodla sintezi aparılmış, onun istehsalında və tətbiqində meydana çıxan bəzi ekoloji problemlərin həllinə baxılmışdır.

2,4-dixlorfenoksisirkə turşusundan kənd təsərrüfatı bitkilərinin alaq otlarından mühafizəsində geniş istifadə olunur. 2,4-D herbisidinin bitkilərə təsir mexanizmi öyrənilmiş, onun sənayedə istehsalı və tətbiqi zamanı meydana çıxan bəzi ekoloji problemlərin həllinə baxılmışdır.

Kənd təsərrüfatında istifadə edilən digər xlorlu üzvi birləşmələrlə müqayisədə 2,4-D-nin əsas üstün cəhətlərindən ən vacibi onun bitkilərdə tez transformasiya edərək zəhərsiz törəmələrinə çevrilməsidir. Belə ki, onun herbisid xassəsi sübut olunandan sonra müəyyən olunmuşdur ki, o, bitkilərdə dekarboksilləşməyə uğrayaraq atmosfərə CO<sub>2</sub> qazı buraxır, karbonat turşusu isə bitkilərdə gedən maddələr mübadiləsində iştirak edir. Bundan başqa, bitkilərdə 2,4-D-nin dekarboksilləşməsi digər çevrilmələrə də səbəb olur; efirləşmə, benzol halqasının hidrksilləşməsi ilə karbohidratlarla birləşmə (qlükozallaşma), aminturşularla konyuqələşmə, zülallarla kompleksləşmə və s. belə çevrilmələrdəndir.[1]

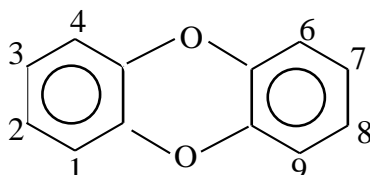
2,4-D-nin müxtəlif kimyəvi reaksiyalar əsasında alınmasına baxmayaraq, hələ də bütün dünyada hal-hazırda iki mərhələli alınma prosesi həyata keçirilir. Reaksiya aşağıdakı sxem üzrə gedir:



Birinci mərhələdə - fenolun xlorlaşması ilə 2,4-dixlorfenol alınır. Proses molekulyar xlorlardan istifadə edilməklə 160°C temperaturda aparılır. Reaksiya kütləsində xlorfenolun miqdarı 89-91%-ə çatır.[2]

İkinci mərhələdə isə - xlorlaşmış fenolun natrium törəməsi monoxlorfensirkə turşusunun natrium duzu ilə kondensləşməsi aparılır, reaksiya 2-3saat, 100-110°C-də gedir. Alınmış 2,4-D-dən duzların və mürəkkəb efirlərin alınmasında istifadə edilir. İlk maddələrin asan tapılması, ucuz olması, texnoloji prosesin sadəliyi kənd təsərrüfatının 2,4-D əsasında alınan herbisid preparatlarla bağlılığının əsas səbəblərindəndir.

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



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

Mövcud texnologiyaya görə, monoxlorfensirkə turşusu ilə kondensləşmə mərhələsinə fenolların birinci mərhələdə alınan bütün qarışığı 2,4-D-dixlorfenoldan ayrılmadan və təmizlənmədən verilir. Bu isə bütün xlorfenolların öz-özünə kondensləşmə və ya kondensləşmə nəticəsində bir-birilə müxtəlif nisbətlərdə çoxsaylı dioksinlərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bütün bu tədqiqatlardan sonra 2,4-D-nin istehsalı və tətbiqi ilə bağlı məsələ çox müzakirələrə səbəb olmuşdur. Kənd təsərrüfatında onun əvəz edilməsini təmin edəcək başqa preparat olmadığına görə, 2,4-D-nin istehsalı və tətbiqi bu gündə genişləndirilməkdədir.

Amma söylənilən bu çatışmazlıqlar istiqamətində axtarışlar davam etdirilir. Hazırkı texnologiyaya üzrə alınan herbisidlərin tamamilə dioksinlərdən azad olunması mümkün deyil və bu gün də aktual olaraq qalır. Odur ki, prosədə alınan dioksinlərin miqdarını minimuma endirmək və alınan məhsulda onları azaltmaq məqsədilə ənənəvi texnologiyanın təkmilləşdirilməsi istiqamətinə böyük üstünlük verilir. Son zamanlar 2,4-D-nin istehsalı və tətbiqi zamanı yaranan ekoloji problemlər diqqət mərkəzindədir. Bu, hər şeydən əvvəl fenoksi turşuların sintezi zamanı böyük miqdarda dioksinlərin alınması ilə həm 2,4-D-nin özü, həm də onun çevrilmə məhsulları ilə ətraf mühitin və qida məhsullarını çirkləndirməsidir.

XX əsrin son illərində imidozolinlər və sulfokarbamidlər əsasında effektiv herbisidlər işlənilib hazırlanmışdır, ancaq müxtəlif səbəblərə görə onlar tamamilə 2,4-D-ni istehsaldan çıxara bilmədilər.

Təqdim olunan işdə 2,4-D herbisidinin alınması, kimyəvi üsuldən fərqli olaraq elektrokimyəvi sistemdə aparılmışdır.

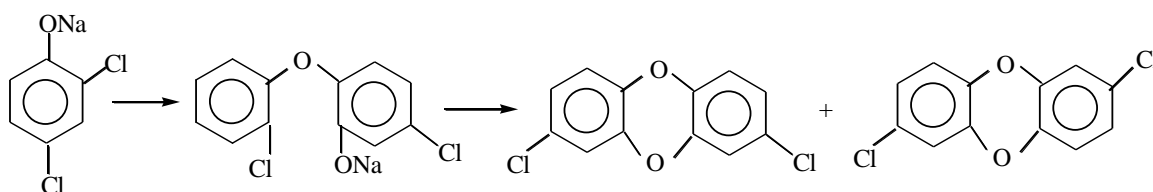
**Təcrübi hissə.** Proses termostat, qarışdırıcı, əks soyuducu və sifonla təchiz olunmuş silindrik şüşə elektrolizərdə aparılmışdır. Elektrod olaraq qrafit (katod) və ORTA (anod)-dan istifadə edilmişdir. Fenolun xlorlaşdırılması prosesi kimya sənayesində tullantı kimi alınan abqaz xlorid turşusundan elektrokimyəvi sistemdə əmələ gələn molekulyar xlorla həyata keçirilir:

Alınan dixlorfenolu natrium qələvisi ilə kondensləşdirərək natrium dixlorfenolyat alırıq, alınan dixlorfenolun natrium törəməsinə monoxlorfensirkə turşusunun natrium duzunu əlavə edərək elektrokimyəvi sistemdə məqsədli məhsulun (2,4-D) alınmasını həyata keçiririk.

Elektrokimyəvi üsulla prosesin aparılmasında kimyəvi metoddan fərqli olaraq, aralıq dioksinlərin miqdarları kifayət qədər aşağı olur, məhsulun təmizlik dərəcəsi yüksəlir, prosesin

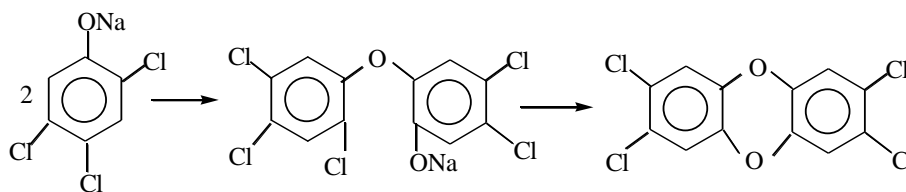
aşağı temperaturda və az vaxtda aparılması isə dixlorfenolun çıxımının yüksəldilməsini təmin edir. Bu isə 2,4-D-nin istehsalı və tətbiqi imkanlarını artırır. Proses ekoloji cəhətdən təmiz və əlverişlidir, belə ki, ətraf mühitə zərərli və zərərli maddələrin atılmasını nəzərə çarpacaq dərəcədə azaldır.

Yuxarıda göstəriləyi kimi mövcud texnologiyada monoxlorfenol turşusu ilə kondensasiya mərhələsinə, birinci mərhələnin fenollarının bütün qarışıqları, 2,4-dixlorfenoldan ayrılmadan və təmizlənmədən verilir. Bu isə bütün xlorların öz-özünə kondensasiyası və ya bir-biri ilə kondensasiyaları nəticəsində çoxsaylı dioksinlər əmələ gətirir. Nümunə olaraq 2,4-dixlorfenolun iki molekulunun kondensasiyasından 2,8-dixlor- və 2,7-dixlor-dibenzo - p-dioksinlərin əmələ gəlməsini göstərə bilərik. Reaksiya aşağıdakı sxem üzrə baş verir.



Bu halda dioksinlərin 2,7-izomerinin Smayls qruplaşması hesabına 2,8-izomerindən alınması guman edilir.

Yuxarıda göstərilən dioksinləri aztoksiki dioksinlərə aid edirlər, lakin bununla yanaşı fenolun daha artıq xlorlaşmasından toksiki dioksinlərin də, o cümlədən tetraxloridibenzo-p-dioksinin (TXDD) alınması mümkündür.[3]



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

Xlorlaşma prosesi daha aşağı temperaturda 40-60°C-də aparılır və alınan 2,4-dixlorfenol isə II mərhələyə digər xlorfenollardan tamamilə ayrılaraq və təmizlənərək verilir. Belə şəraitdə 2,4-D-nin yüksək çıxımla alınmasını təmin etmək və prosesdə alınacaq dioksinlərin miqdarını minimuma endirmək mümkündür.

Lakin bəzi istehsalçılar bu məqsəd üçün başqa yol seçirlər, belə ki, onlar temperaturu aşağı salmaqla bərabər, fenoksiturşuları dioksinlərdən perxloretilenlə ekstraksiya etməklə təmizləyirlər. Bu üsul herbisidin keyfiyyətinə müsbət təsir göstərsə də, dioksinlərin azalmasına və ətraf mühitin çirklənməsinə müsbət təsir göstərmir.

### **Nəticələr və onların müzakirəsi**

Müəyyən olunmuşdur ki, elektrokimyəvi üsulla 2,4-D-nin alınması kimyəvi üsuldən fərqli olaraq bir sıra üstünlüklərə malikdir:

- Prosesin aparıldığı sistem sadədir;
- Elektrokimyəvi sistemdə aparılan prosesdə alınan dioksinlərin miqdarı minimuma endirilir;
- Xlorlaşma prosesi daha aşağı temperaturda aparılır və alınan 2,4-dixlorfenol II mərhələyə digər xlorfenollardan ayrılaraq və təmizlənərək verilir;
- Alınan məhsulun keyfiyyəti və təmizlik dərəcəsi yüksəlidir;
- Proses ekoloji cəhətdən əlverişli və təhlükəsizdir.

### ƏDƏBİYYAT

1. Чкаников Д.Й., Соколов М.С., Гербицидное действие 2,4-Д и других галоидфенок-сикислот. М: Наука, 1973, 216 с.
2. Федоров Л.А. Диоксины как экологическая опасность: Ретроспектива и перспективы. М.: Наука, 1993, 266 с.
3. Баскаков Ю.А., Шаповалов А.А., Регуляторы роста растений. М.: Знание, 1982, 64 с.
4. Мельников Н.Н. Новые средства защиты растений. М.: Знание, 1969, 80 с.

### РЕЗЮМЕ

#### ПОЛУЧЕНИЕ 2,4-ДИХЛОРФЕНОКСИУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

*Атамов М.М., Мурадов М.М., Байрамов А.А., Абдуллаева М.Б.*

**Ключевые слова:** гербициды, 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота, диоксины, фенолы, хлорирование, экологические проблемы.

2,4-Дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д)-самое известное и широко используемое средство защиты сельскохозяйственных культур от сорной растительности. Рассмотрен механизм воздействия 2,4-Д на растения, проведен электрохимический метод синтеза и рассмотрены экологические проблемы, возникшие в связи с производством и применением этого гербицида.

### SUMMARY

#### OBTAINING OF 2,4- DICHLORPHENOXYACETIC ASID by ELECTROCHEMICAL METHOD

*Hatamov M. M., Muradov M.M., Bayramov A.A., Abdullayeva M. B.*

**Keywords:** herbicides, weeds, benzene nucleus, dioxins, phenol, chlorination, ecological problems.

2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) is the most known and widely used agent that protects cultivated crops from weeds. The mechanism of 2,4-D -s action upon plants is described, as well as the electrochemical method synthesis and ecological problems, which have due to the manufacturing and application of that herbicide.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	08.09.2016
	Son variant	15.03.2017

UOT 631.6.02

## ŞİRVAN DÜZÜNÜN TƏBİİ ŞƏRAİTİN EKOLOJİ CƏHƏTDƏN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ VƏ YERLİ FƏRQLƏRİN AYRILMASI

**QARAYEVA İLHAMƏ RƏCƏB qızı**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dissertant*

*t-mail: [povil96@mail.ru](mailto:povil96@mail.ru)*

*Açar sözlər: təbii şərait, ovalıq, biosfer, münbit, qoruq, hidroloji rejim*

*Məqalədə Şirvan düzünün təbii və antropogen proseslərin təsiri nəticəsində dəyişməkdə olan təbii şəraitinin və təbii ehtiyatlarının ekoloji qiymətləndirilməsi verilmişdir. Təbiətin dəyişdirilməsində kobut səhvlərə yol verilməməsi və təbiətin bərpası sahəsində buraxılan səhvlərin minimuma endirilməsi məqsədilə Şirvan düzünü oxşar cəhətlər əsasında 3 alt (yarım) ekosistemə, 10 ekomeliorativ areala bölünmə sxemi göstərilmişdir. hər bir ekomeliorativ areallar daxilində bir sıra tədbirlərin elmi əsaslarla həyata keçirməsi təklifləri verilmişdir.*

Şirvan düzü Kür-Araz ovalığının bir hissəsi olmaqla özünəməxsus ekosistemdir. Onun özünəməxsusluğu dinamikliyi, sosial proseslərlə inteqrasiyası daimi olaraq elm sahələrinin tədqiqat obyektini kimi qalmaqdadır. Bununla yanaşı, Şirvan düzü Böyük Qafqazın tərkib hissəsi olmaqla, qlobal proseslərində birbaşa və dolaylı olaraq təsiri altındadır. Beləliklə, Şirvan düzü biosferdə kiçik ərazi tutmasına baxmayaraq, onun formalaşması, funksional inkişafı eyni zamanda kosmik proseslərin nəticəsidir. Dünyanın bir çox düzənlikləri və çölləri kimi buranın təbii şəraiti və təbii ehtiyatları, ilk növbədə, təbii proseslərin təsiri nəticəsində dəyişməkdədir. Ərazi Azərbaycanın gözəl yerlərindən biri olsa da, burada insanın həyatı və fəaliyyəti üçün yararlı olmayan ərazilər də olmuşdur. Azərbaycanın tarixinə və eləcə də təbiət tarixinə dair yazılardan aydın olmuşdur ki, ərazinin 2/3 hissəsinin yaşayış üçün çox da əlverişli olmamasına baxmayaraq, cəmiyyətin sonrakı inkişaf mərhələlərində insanların müqaisəolunmaz dərəcədə zəif istehsal alətləri və üsulları vasitəsilə ərazinin məhsuldar hala salınmasına nail olmuşlar.

Azərbaycanda 1970-ci illərdən sonra məhsuldar qüvvələrin sürətlə inkişafı nəticəsində kənd təsərrüfatının, təbiətdən istifadənin mexanikləşdirilməsi, tikinti və hidromeliorasiya işlərinin və s. təkmilləşdirilməsi bir çox sahələrdə ekoloji proseslərdə səmərəli və əlverişli təşkilinə şərait yaratmışdır [1]. Deyilənlərlə yanaşı, Şirvanın Kür boyu hissələrində mexaniki suvarma genişlənməyə başlamışdır. Beləliklə, Kür boyu əhali baliqçılıq və maldarlıqla yanaşı, geniş ərazidə suvarma əkinçiliyi ilə də məşğul olmağa başlamışlar. Suvarma əkinçiliyi genişləndikcə, əkinçilik mədəniyyəti təkmilləşməklə yanaşı, aqrar – sənaye birlikləri yaranırdı. Torpaqlar aqro-texniki tədbirlər əsasında istifadə edildikcə ərazidən səmərəli istifadə edilməyə başlanmış, onların su-fiziki, aqrokimyəvi və s. xassələri də geniş öyrənilmişdir. Torpaqlardan istifadə zamanı əkinçilik dövrünün təkmilləşdirilməsi nəticəsində ekoloji şərait bir çox yerdə yaxşılaşmışdır [2].

Mingəçevir hidrokompleksinin yaradılmasından sonra Kürün hidroloji rejimi, daşqınlar nizamlanmaqla, bataqlıqlar, axmazlar qurudulmaqla ərazi məhsuldar əkin sahələrinə çevrilmişdi. Bununla Şirvan düzünün ayrı-ayrı sahələri, ekosistemlər sağlamlaşdırılmışdır. Həmin dövrdən keçən 20-25-ci illərdən sonra torpaqlardan intensiv istifadə nəticəsində yeni ekoloji gərginliklər yaranmağa başladı. Aparılan dəyişikliklər ərazinin təbii şəraitində yeni ziddiyyətlərin yaranmasına da təsir göstərmişdir. Deyilənlər torpaqların şorlaşmasına, mexaniki tərkibinin, su-fiziki xassəsinin dəyişməsinə təsir göstərmiş, ərazinin ekoloji şəraitində müəyyən gərginliklər yaratmağa başlamışdır. Keçən əsrin ortalarından başlayan antropogen fəaliyyət Şirvan düzünün

ekoloji şəraitini yaxşılaşdırmaqla yanaşı, yeni ekoloji ziddiyyətlər yaratmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, suvarılan torpaqlar 1454,4 min ha çatmış olsa da ondan 640 min ha (44,0%) şorlaşmış, onların 35-40 %-i yüksək və orta səviyyəyə çatmışdır [3]. Göstərilənlərlə əlaqədar, meliorasiyanın böyük hissəsi Şirvan düzünün payına düşmüşdür.

Yuxarıda göstərilənlərlə əlaqədar olaraq, Şirvan düzündə ekosistemlərin pozulmasının, əsasən, aşağıdakılarla əlaqədar olduğu müəyyən edilmişdir: yeraltı suların çox yerdə səviyyəsinin qalxması; şoran torpaqların küləklər və səth axınları vasitəsilə əraziyə miqrasiya edilməsi; eroziyanın artması; mikroiklimdə quraqlıq hallarının baş verməsi; bağların və xiyabanların, yerli qoruqların, örüşlərin tədriclə ləğv edilməsi ilə heyvanat aləminin, xüsusilə, həşəratların, böcəklərin məhv edilməsi; tozlandırıcıların məhv edilməsilə bitki örtüyünün artımının azalması və s.

Apardığımız müşahidələr əsasında müəyyən etmişik ki, Şirvan düzündə ərazinin 9%-ni yollar, 3,5 %-i əsaslı tikintilər altında, 3 %-i fəaliyyəti dayandırılan irriqasiya meliorasiya sistemləri altındadır. Kənd təsərrüfatı fəaliyyəti, sənaye müəssisələrinin təsiri nəticəsində pozulan və güclü dərəcədə şorlaşan torpaqlar bu gün əkinə yararsız torpaqlar adlandırılrsa da, onlar müvafiq tədbirlər aparılmaqla kənd təsərrüfat devriyyəsinə daxil edilə bilər. Təbiidir ki, pozulmuş torpaqların dövryyəyə qaytarılması üçün müvafiq dövr tələb edilir. Torpaqların pozulmaması və pozulmuş torpaqların bərpaası üçün aqrotexniki qaydalardan elmi əsaslarla istifadə etmək lazım gəlir.

Bir çox alimlər tərəfindən tədqiq edilərək Şirvan düzü daxili fərqlərə ayrılmış, bəzi dövrlərdə təbii şəraiti, təsərrüfatı və kompleks göstəriciləri ilə əlaqədar olaraq rayonlaşdırılma aparılmışdır. Son 25-30 ildə düzənlik iqlim xüsusiyyətlərinə, əhalinin məskunlaşmasına, kənd təsərrüfatına və torpaq meliorativ xüsusiyyətlərinə və s. görə daxili fərqlərə ayrılmışdır. Ərazinin məskunlaşma tiplərinə ayrılması, rayonlaşdırılması və s. kimi qruplaşdırmalar məhdud elmi praktiki əhəmiyyət kəsb edirdi [4]. Həmin yanaşmaları ərazilərin fərqləndirilməsində və istifadə dərəcələrinin müəyyən edilməsində müəyyən nümunələr kimi qəbul etmək olar.

Biz Şirvan düzünün təbii şəraitini, ekoloji proseslərini tədqiq edərkən irimiqyaslı tədqiqat apararaq ərazinin ekosistemlərinin strukturunu, funksiyasını, dinamikasını, genezisini, ekoloji tutumunu və s. təhlil edərək daxili fərqləri ayırmağa çalışmışıq. Düzənliyin ekosistemlərini təhlil edərkən onların daxili, regional, qlobal proseslərini də aşkara çıxarmışıq. Deyilənlər cədvəl 1-də öz əksini tapmışdır. Deyilənlərdən aydın olur ki, Şirvan düzünün ümumi ekosisteminin formalaşmasında Kür çökəkliyinin geotektonik, Böyük Qafqazın oroqrafik şəraitinin və ərazinin formalaşmasında iqlim torpaq amili əsas yer tutmuşdur. Ərazi məskunlaşmağa başladığı dövrdən sonra təbii ekosistemlərin antropoekosistemlərlə inteqrasiyası zamanı ərazinin ekosistemlərində mühüm inteqrativ dəyişikliklər yaranmışdır.

Əhalinin çoxtərəfli təsərrüfat fəaliyyəti nəticəsində ekosistemlərin təbii prosesləri antropogen dəyişikliklərə məruz qalmışdır. Beləliklə, Böyük Qafqazın dağlarından axan çaylar və onların qolları müasir dövrdə düzənliyin təbii-ərazi sistemlərinə tamamilə uyğun gəlmir. Yəni çayların ekosistemləri, onların oroqrafik və suvarma sistemləri ərazinin topoloji və morfostruktur xüsusiyyətlərini tamamilə əhatə etmir, ərazilərin böyük hissəsi çayların təsirindən kənar qalır [5]. Beləliklə, Şirvan ekosisteminin formalaşması onlarda enerji və maddələr mübadiləsi insan fəaliyyəti nəticəsində təbii axarını dəyişir. Eyni zamanda yuxarı Şirvan kanalının, artezian quyularının, Kürün mexaniki suvarma sistemlərinin və s. təsiri, islahatların həyata keçirilməsi nəticəsində antropoekosistemlərin yeni formalaşmaları əmələ gəlmişdir.

Nəticə etibarilə Düzən Şirvan ekosistemləri bizim tərəfimizdən 3 alt ekosistemə, 10 ekomeliorativ areallara ayrılmışdır. Həmin bölgünü səciyyələndirən cəhətlər, əsasən, aşağıdakılardan ibarətdir: torpaqların səciyyəsi və konfigurasiyasından, səth sularının oroqrafik xüsusiyyətlərindən, ərazinin suvarma üçün yararlılığından, eləcə də maddələr və enerji axınının hərəkət istiqamətindən və intensivliyindən, ekstremal proseslər və onların təkrarlanmasından və s.









Yuxarıda göstərilənlər ərazinin ekoloji sistemlərinin xüsusiyyətlərini, ekomeliorativ tədbirlərə olan tələbin müəyyən edilməsinə və həyata keçirilməsinə şərait yaradır.

Şirvan düzündə mühitin dəyişməsilə ekofaktorlarında təsir dərəcəsi dəyişilir, yaxudda ekofaktorlar dəyişdikcə mühitdə də dəyişmə gedir. Ekoloji faktorlar içərisində iqlim və sular mühitin dəyişməsinə qısa vaxt ərzində təsir göstərir. Nəzərə almaq lazımdır ki, iqlim və sular birlikdə torpağın mühitinə daha güclü təsir göstərir. Hər üçünün təsiri təkamül prosesi ilə daha səmərəli nəticə verir. Mühitdə ekoloji faktorlar təkamül yolu ilə formalaşdıqca canlı orqanizmlərə müvafiq şərait yaranır.

#### **ƏDƏBİYYAT**

1. Əliyev B.H. Azərbaycanca kənd təsərrüfatının bəzi problemləri və onların həlli yolları. Bakı: Ziya-Nurlan, 2004, 571 s.
2. Микаилов Н.К. Природно-географические особенности и экологические условия засоления почв Кура- Араксской низменности. Баку: 2000, 375 с.
3. Məmmədov Q.S., Xəlilov M.Y., Məmmədova S.Z. Aqroekologiya, metodologiya, texnologiya, iqtisadiyyat. Bakı: Elm, 2011, 446 s.
4. Xəlilov T.A. Arid zonaların suvarılan torpaqlarının genetik xüsusiyyətləri, müasir torpaq-ekoloji səciyyəsi və torpaq-meliorativ rayonlaşdırılması. Coğrafi elmləri doktorluq alimlik dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyasının avtoreferatı. Bakı: Elm, 2006.
5. Əzizov Q., Həsənlıyev Ə. Azərbaycanca suvarmanın tarixi. Bakı: 2001, 103 s.

#### **РЕЗЮМЕ**

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ШИРВАНСКОЙ РАВНИНЫ, А ТАКЖЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО МЕСТНЫМ ОСОБЕННОСТЯМ**

*Караяева И.Р.*

**Ключевые слова:** природные условия, низменность, биосфера, плодородность, заповедник, гидрологический режим

В статье показано оценивание природных условий и природных ресурсов Ширванской равнины, как признак, формирующий благоприятные экологические условия. При этом основной целью является разделение зоны исследования в зависимости от пригодности природных компонентов, которые в свою очередь создают благоприятные условия для жизнедеятельности и трудоспособности населения.

#### **SUMMARY**

#### **EVALUATION OF THE SHIRVAN PLAIN NATURAL CONDITIONS ACCORDING TO ECOLOGICAL FEATURES AND DIVISION OF THE LOCAL VARIATION**

*Karayeva I.R.*

**Keywords:** natural conditions, lowland, biosphere, fertility, nature reserve, the hydrological regime

The article is devoted to natural conditions of Shirvan plain's natural resources as a basic social process with agricultural evaluation as a sign of forming the favorable environmental conditions. In environmental evaluation of Shirvan natural resources and natural conditions the main goal is pointed evaluation according to natural components which create favorable life conditions and population's work ability.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	12.01.2017
	Son variant	15.03.2017

UOT 575+631.527

**BUĞDANIN EHTİYAT ZÜLALLARININ POLİMORFİZMİNDƏN BİTKİ GENETİKASI VƏ SELEKSİYASINDA İSTİFADƏ OLUNMASI**<sup>1</sup>HƏSƏNOVA SÜDABƏ QƏŞƏM qızı<sup>2</sup>QARAYEVA AMALYA QASIM qızı<sup>3</sup>HƏŞİMOVA PƏRVİN MİRDAMƏT qızı*Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1,2-dosent, 3-baş laborant**e-mail: sdu.elmixeberler@mail.ru*

*Açar sözlər: ehtiyat zülalları, elektroforetik zülal komponentləri, komponentlər blokları, qlidian komponentləri, qlidian elektroforetik spektri*

Elektroforez, gelfiltrasiya, immunoelektroforez kimi bir sıra müasir metodlarla zülal molekullarını idendifikasiya edərək, makromolekulların, o cümlədən genotiplərin müxtəlifliyi haqqında daha dəqiq məlumat əldə etmək olar. Belə ki, hər bir polipeptid onu kodlaşdıran gen üçün marker ola bilər. Buğda zülalı kimyəvi cəhətdən eynicinsli olmayıb heterogen xarakterə malikdir. Müxtəlif həlledicilərin köməyi ilə buğda zülalını albuminlər, qlöbulinlər, qlidiyin və qlütenin zülalları adlanan fraksiyalara ayırmışlar. Qliadin və qlütenin buğdanın ehtiyat zülalları adlanır. Bu zülalların elektroforetik spektrləri və amin turşu tərkibi öyrənilmişdir, zülalları elektroforez etməklə ayrı-ayrı komponentlərin sintezinə nəzarət edən genlərin xromosomlarda yerləşməsinə və irsiyyətini təyin etməklə yanaşı qlidiyin və qlütenin zülallarının elektroforetik spektrləri ilə dəninin keyfiyyəti arasında əlaqə olduğu müəyyən olunmuş və bundan seleksiyada istifadə etməyə başlamışlar.

Son illərə qədər seleksiya prosesində seçmə bitkinin morfoloji və kəmiyyət əlamətlərinə görə aparılırdı. Bu əlamətlər isə becərmə və iqlim şəraitinin təsirindən dəyişdiyinə görə bu cür seçmə çox vaxt istənilən nəticəni vermirdi və ən yaxşı sortlar pis şəraitə düşdükdə çıxışa edilirdi. Tədqiqatlar göstərdi ki, hər bir növ və sort özünəməxsus elektroforetik zülal komponentlərinə malikdir və bu komponentlər xarici mühit şəraitinin təsirinə məruz qalmır. Elektroforez nəticəsində alınan ayrı-ayrı zülal komponentlərinin və komponentlər bloklarının dəninin keyfiyyəti ilə əlaqədar olması onların genetik marker kimi buğdanın seleksiyasında istifadə olunmasına imkan yaradır.

**Tədqiqatın nəticələri.** Tədqiqat beş hibrid kombinasiyasında aparılmışdır. Hibridlərdə zülalın, əvəzolunmayan amin turşulardan lizin və triptofanın, nişastanın və kül maddəsinin miqdarı, fiziki və texnoloji göstəriciləri təyin edilmişdir (cədvəl 1). Bu göstəricilərin təyini həm bu hibridlərin uzaq hibridləşmənin məhsulu kimi təsərrüfat əhəmiyyətini qiymətləndirmək və həm də elektroforetik zülal komponentləri ilə bu göstəricilər arasında əlaqəni müəyyənləşdirmək məqsədi ilə öyrənilmişdir. Sabit buğda egilops hibridlərinin arasında T. durum v. leucurum x Ae. ovata hibrid kombinasiyasından 11№-li, Teyakan-60 x Ae. ventricosa hibrid kombinasiyasından 22№-li hibrid xətləri yüksəkzülallı, Ae. ventricosa x Teyakan 60 hibrid kombinasiyasına daxil olan 17, 20, 23№-li hibrid xətləri yüksək zülallı və yüksək təsərrüfat əhəmiyyətinə malik formaların olması Triticum və Aegilops cinsləri arasında aparılan hibridləşmənin nəzəri və praktik əhəmiyyəti olduğunu göstərir.

İki hibrid kombinasiyasında elektroforetik zülal komponentləri və komponentlər blokları ilə dəninin keyfiyyəti arasında əlaqə öyrənilmişdir.

T. dicoccum v. atratum x Ae. ovata hibrid kombinasiyasında GLd 1A1 komponentlər bloku olan xətlərdə GLd A2 komponentlər bloku olan xətlərə nisbətən zülalın miqdarı və çörəyin həcmi yüksək, qalan göstəricilər isə aşağı olmuşdur. Bu hibrid kombinasiyasında 6A xromosomu tərəfindən nəzarət olunan 3 komponentlər bloku aşkar olunmuşdur.



Cədvəl 2-dən göründüyü kimi, GLd 6A1 komponentlər bloku olan xətlərdə GLdA<sub>2</sub> komponentlər bloku olan xətlərə nisbətən 1000 dənin kütləsi yüksək, zülalın kleykovinanın miqdarı və çörəyin həcmi isə aşağı olmuşdur. T. dicocum v. atratum x Ae. ovata hibrid kombinasiyasında GLd 6A3, GLd 6B3 komponentlər blokları zülalın miqdarına və çörəyin həcminə, GLd 6A2 və GLd 6B1 isə kleykovinanın miqdarına müsbət təsir edir. Digər hibrid kombinasiyasında da bu cür müqayisələr aparmaqla belə nəticəyə gəlmək olar ki, qliadinin elektroforetik komponentləri ilə dənin keyfiyyəti arasında əlaqə vardır.

Cədvəl 2

Buğda-egilops hibridlərində PAAG-də alınmış qliadin bloklarının dənin keyfiyyət göstəricilərinə təsiri

Müqayisə olunan komponentlər	1000 dənin kütləsi			Şüşəvarilik %			Zülal %			Kleykovina %			Çörəyin həcmi h/d	
	1990	1991	1992	1990	1991	1992	1990	1991	1992	1990	1991	1992	1990	1991
T.dicocum v. atratum x Ae. ovata														
GLd 1A1±GLd 1A2	+12,2	18,4	14,9	+	+	+	-1,9	-0,4	-0,4	-2,5	-0,8	-1,0	-3,5	-145
GLd 1A1±GLd 1A3	+4,7	+8,3	+7,5	-8	0	-15	-0,6	0,2	-0,7	-2,8	-1,6	-1,5	+5	-25
GLd 1A2±GLd 1A3	-7,5	-10,1	-7,4	-	-	-	+1,3	+0,6	-0,4	-0,3	-0,8	-0,5	+40	+120
GLd 1A1±GLd 6A2	+5,1	+7,9	+8,1	-7,7	-6,0	-16,6	-0,2	+0,4	-0,7	-3,9	-0,9	-0,7	13,4	-20,3
GLd 6A1±GLd 6A3	+13,2	19,7	16,5	+	+	+	-1,8	-0,2	-0,5	-3,5	-0,7	-0,8	-30	-147
GLd 6A2±GLd 6A3	+8,1	11,8	+8,4	+	+	+	-1,6	-0,6	+0,2	+0,4	+0,2	-0,1	-43,3	126,7
GLd 6B1±GLd 6A2	+1,9	+6,5	+4,1	+5,7	+1,1	-3,3	+0,06	+0,7	-0,1	+1,1	+3,2	+3,1	+13	+6
GLd 6B1±GLd 6B3	+11,6	-19	14,5	+	+	+	-1,4	-0,1	-0,2	-1,0	+1,3	+1,1	-37	-134
GLd 6B2±GLd 6B3	+9,7	12,5	10,4	+	+	+	-2,0	-0,1	-0,1	-2,1	-1,9	-2	-50	-140
Ae. ventricosu x Teyakan 60														
GLd 1A1±GLd 1A2	+5,1	+2,7	-4,8	-8	-41,7	-21,7	+0,1	+1,5	+2,5	15,6	19,2	18,2	-160	+40
GLd 1A1±GLd 1A3	+2,7	-1,7	-2,4	-5	-41,7	-11,7	+0,8	-0,9	+0,6	+3,5	+2,8	+1,7	-30	-10
GLd 1A1±GLd 1A4	-1,6	-9,9	-10	-10	-36,7	-1,7	-1,4	-2,4	0	-8,9	-8,9	-4,8	-110	-130
GLd 1A2±GLd 1A3	-2,4	-4,4	+2,4	+3	0	+10	+0,7	-2,4	-1,9	-12,1	-16,4	-16,5	+130	-50
GLd 1A2±GLd 1A4	-6,7	-12,6	-5,2	-2	+5	+20	-1,5	-3,9	-2,5	-24,5	-28,1	-23	+50	-170
GLd 1A3±GLd 1A4	-4,3	-8,2	-7,6	-5	+5	+10	-2,2	-1,5	-0,6	-12,4	-11,7	-6,5	-80	-120
GLd 1B1±GLd 1B2	+5,3	+3,9	+4,3	+4,7	-36,7	-23,4	+0,6	+2,0	+2,5	19,2	22,7	20,6	-113	+86
GLd 1B1±GLd 1B3	+0,9	-2,9	-4,9	+0,8	-26,7	-10,9	+1,0	+2,0	+0,4	+6,3	+4,9	+4,4	46,6	46,6
GLd 1B2±GLd 1B3	+4,4	+6,8	-0,6	+5,5	+10	12,5	+0,4	-2,3	-2,1	-12,9	-17,5	-16,2	+160	-40
GLd 1D1±GLd 1D2	-2,8	-9,4	-7,5	-10,5	-5	+3,7	-1,7	-2,4	-1,0	-14,4	-14,3	-10,1	-62,5	-152

Tədqiqat nəticəsində məlum olmuşdur ki, hibridlərin əksəriyyətində zülalın miqdarı standart sortlardan çoxdur. Bərk buğdaya oxşayan hibridlərdə zülalın miqdarı standart, Şərq sortundan orta hesabla 0.6%, yumşaq buğdaya oxşayan hibridlərdə isə standart Bezostaya-1 sortundan 2.8% yüksək olmuşdur. Əvəzolunmayan aminturşulardan lizin və triptofanın miqdarı yumşaq buğdaya oxşayan hibrid xətlərinə nisbətən çox olmuşdur. Hibridlərin əksəriyyətində kleykovinanın miqdarı standart sortlardan yüksək olmuşdur. Qliadin elektroforetik spektrləri ilə zülalın, kleykovinanın miqdarı, çörəyin həcmi və s. arasında əlaqə olduğu müəyyən olunmuşdur. Beləliklə, elektroforetik zülal komponentlərinin və komponentlər bloklarının dənin keyfiyyəti ilə əlaqəsini öyrənməklə uzun illər sərf etmədən seleksiya prosesinin ilkin mərhələsində düzgün seçmə aparmaq mümkündür.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Ахмедов М.Г. Полиморфизм и генетический анализ запасных белков сортов мягкой пшеницы, районированных в Азербайджане. – Автореферат дис. канд. биол. наук. Баку, 1992, 21 с.
2. Доспехов Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М.: Колос, 1972, с. 8.
3. Ермаков В.И. Методы биохимического исследования растений. Л.: Колос, 1972, 224 с.
4. Конарев В.Г. Белки растений как генетические маркеры. М.: Колос, 1983, 320 с.
5. Кудрявцев А.М., Метакровский Е.В., Упелник В.П. Каталог блоков компонентов глина

- хромосомы 6А яровой твердой пшеницы //Генетика, 1987., т. 23, №8, с. 1465-1479.
6. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1973, 205 с.
  7. Созинов А.А. Полиморфизм белков и его значение для генетики и селекции. М.: Наука, 1985, 272 с.
  8. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1976, 254 с.
  9. Thomas Gebbing and Hans Schnyder . Pre-anthesis reserve utilization for protein and carbohydrate synthesis in grains of wheat .1998

**РЕЗЮМЕ**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ЗАПАСНЫХ БЕЛКОВ ПШЕНИЦЫ**  
**В ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ**  
*Гасанова С.Г., Гараева А.Г., Гашимова П.М.*

**Ключевые слова:** *запасные белки, электрофоретические белковые компоненты, блоки компонентов, электрофоретические спектры белка, глиадиновые компоненты белка*

Изучение биохимических и технологических качеств зерна, наследование спектра белка, связи между блоками компонентов глиадиана с качеством зерна константных пшенично-эгилопсовых гибридов представляет практический и теоретический интерес.

В 2-х гибридных комбинациях была изучена связь между белковыми компонентами и блоками качества зерна, выявлена связь между электрофоретическим спектром глиадиана T. dicoccum x Ae ovata на массу 1000 зерна положительно влияют блоки компонентов Gld1A1, GLd6A1, GLd6B1, на стекловидность положительно влияют блоки компонентов Gld2A2, GLd6A1, GLd6B1, на количество белка и на объем хлеба положительно влияют блоки компонентов GLd6A3, GLd6B3, GLd1A1. В комбинации Ae ventricosa x Teyakan-60 гибрида были выявлены блоки, положительно влияющие на количество белка, клейковину, на массу 1000 зерна, стекловидность. В этих блоках компонентов с изучением положительного и отрицательного влияния на качество зерна и на ряд хозяйственных показателей, в процессе селекции, на начальной стадии правильный выбор гибридов имеет большое значение. Таким образом, не тратя долгие годы на исследование стадий процесса селекции, возможно провести правильный выбор.

**SUMMARY**  
**UTILIZATION OF POLIMORPHISM OF WHEAT RESERVE PROTEIN IN THE PLANT**  
**GENETICS AND SELECTION**  
*Hasanova S.Q., Qarayeva A.Q., Hashimova P.M.*

**Keywords:** *electrophoretic specters, electrophoretic spectres of gliadian, storage protein, biochemical characteristics, technological characteristics*

The purpose of investigation

– to investigate biochemical peculiarities of wheat-aegilops hybrids and to define the correlative relation between these characteristics.

– to investigate the technological peculiarities of wheat-aegilops hybrids and to define the relation between their main biochemical and technological characteristics.

– to investigate the heredity of electrophoretic spectres of storage protein.

– to investigate the relation between the electrophoretic spectres of gliadian quality.

The conclusion of this investigation showed the followings:

The wheat-aegilops hybrids according to their morphological and biochemical characteristics are similar with wheat. The electrophoretic specters of the wheat-aegilops hybrids which have stable their morphological characteristics are homogen and heterogen. But spontaneous hybridization results in taking part the components of other unknown wheats in this electrophoretic specters. There is a relation between the electrophoretic specters and the indications of the grain quality.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	24.06.2016
	Son variant	15.03.2017

UOT 612,1/8

## SİNİR SİSTEMİNİN TƏKAMÜLÜ

<sup>1</sup>BAXŞALIYEV ARZU YELMAR oğlu

<sup>2</sup>HƏSƏNOV XANƏHMƏD ƏBİLHƏSƏN oğlu

<sup>3</sup>XƏLİLOV TAHİR ABUZƏR oğlu

<sup>4</sup>QƏHRƏMANOVA AİDƏ YARIŞ qızı

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

*e-mail: Baxşaliyev-Arzu@mail.ru*

*Açar sözlər: ontogenez, neyron, dendrit, akson, sinaps.*

Sinir sisteminin mərkəzləşməsi və mürəkkəbləşməsi heyvanlar aləminin təkamülündə mühüm əlamətlərdən biridir. Onurğasız heyvanlarda sinir sisteminin təkamülü, onun epiteli altına çökməsidir. Sinir sisteminin təkamülündə dörd quruluş forması müşahidə olunur. Təkamülün sonrakı mərhələsində sinir sistemi inkişaf edərək məməlilərdə mürəkkəbləşmiş, xüsusilə, insanda yüksək inkişaf səviyyəsinə çatmışdır.

Təkamül, həqiqətən də, təbiətdə gedən real, obyektiv və tarixi bir prosesdir. Təbiətdə canlı varlıqlar hazır şəkildə yaranmamış, onlar uzun sürən tarixi inkişafın – təkamülün məhsuludur [1]. Bunun nəticəsində ibtidaidən aliyə doğru inkişaf edən canlı varlıqlar yarandıqca həmin varlıqlarda bir sıra sistemlər formalaşmışdır. Həmin sistemlər orqanizmin həyat fəaliyyətinin davam etdirilməsində özünəməxsus funksiyaları yerinə yetirir. Bu baxımdan canlı varlıqların ən alisi olan insanda sinir sistemi özünəməxsus yer tutur.

Sinir sisteminin mərkəzləşməsi və mürəkkəbləşməsi heyvanlar aləminin təkamülündə mühüm əlamətlərdən biridir. Sinir sistemi yüksək inkişafa çatmış heyvanlarda qida əldə etməklə yanaşı, düşməndən qorunmaq, digər cinsə məxsus fərdi axtarmaq, nəsil qayğısına qalmaq, yuva qurmaq və s. kimi reaksiyalar inkişaf etmişdir. Metazoanın təkamülünün ibtidai mərhələsində sinir sisteminin proqresini təmin edən əsas fəaliyyət forması əvvəlcə qismən yırtıcılıq, sonrakı mərhələdə isə ancaq heyvanın fəal ov etmə fəaliyyəti olmuşdur. Sinir sisteminin inkişafın yüksək mərhələsində mürəkkəbləşməsi sinir hüceyrələrinin quruluşunda baş verən dəyişikliklər ilə xarakterizə olunmuşdur.

Onurğasız heyvanlarda sinir sisteminin təkamülü, onun epiteli altına çökməsidir. Sinir hüceyrələri, ilk növbədə, bədən səthində, epitelin özündə yerləşir. Buna bağırsaqboşluqlarda, ibtidai turbellariyalarda, dəniz ulduzlarında rast gəlinir. Sinir sütunları və sinir düyünlərinin dərinliyə, epitelin altına çökməsi, sinir hüceyrələrini zədələnmələrdən və lazımsız mexaniki qıcıqlardan qoruyur. Buna həlqəvi qurdlarda rast gəlinir. Sinir sisteminin təkamülündə mühüm cəhətlərdən biri də sinir düyünlərinin ölçüsünün böyüməsidir. Buna isə molyusklarda və həşəratlarda rast gəlinir.

V.A.Dogelə görə onurğasızlarda sinir sisteminin mürəkkəbləşməsinə görə səpələnmiş (diffuz) sinir sistemi, sinir sütunları və sinir kələfi şəklində sinir sistemi, dağınıq sinir düyünləri şəklində sinir sistemi olmaqla onları üç tipi vardır.

Onurğalılarda isə yeni tip sinir sistemi əmələ gəlmişdir. İbtidai xordalılarda sinir borusunun baş beyin və onurğa beyin hissələrinə ayrılması başlanğıc halda olduğu üçün az nəzərə çarpır. Süfrəxordalılarda yetkin mərhələsində sinir borusu reduksiyaya uğrayır, yerində nevralları və onlarla əlaqədar sinir qanqlısı qalır. Ali xordalılarda beyin borusunun genişlənməsi ön baş hissəsi kəllə boşluğunda, qalan hissəsi isə onurğa kanalında yerləşmişdir. Dəyirmiağızlılarda, balıqlarda, suda-quruda yaşayanlarda, sürünənlərdə, quşlar və məməlilərdə beyin öz morfo-funksional quruluşu baxımından daha yaxşı inkişaf etmişdir. Balıqlardan



başlayaraq bütün sonrakı onurğalılarda beyin sinirlərinə başlanğıc verən sinir kökləri formalaşır. Balıqların beyni dəyirmiağızluların beynindən fərqli olaraq ön beyin yarımkürələri nisbətən iriləşir, onların dibində, yanlarında və qabığına qismən sinir maddəsi əmələ gəlir, orta beyin nahiyəsində sonrakı onurğaluların hamısı üçün səciyyəvi olan əyrilik var. Amfibilərdə hərəkət orqanı kimi ön və arxa ətraflar əmələ gəlir. Quru həyat tərzinə keçmək mərkəzi sinir sistemini və hiss orqanlarını da dəyişmişdir. Ön beyin balıqların ön beynindən böyük olub, daha yaxşı inkişaf etmiş və tam iki yarımkürəyə ayrılmışdır. Ön beynin yan mədəciklərinin nəinki dibi, həm də onların divarları və üstü də beyin maddəsi ilə əhatə olunmuşdur. Beləliklə, amfibilərdə əsl beyin tağı – arxipallum əmələ gəlir ki, buna balıqlardan yalnız ikicürtənəffüslülərdə təsadüf olunur. Qurbağada beyincik balığa nisbətən zəif inkişaf edir. Reptililərdə isə ön beyin daha böyükdür, onlarda beyin tağı və boz beyin maddəsindən ibarət qabıq əmələ gəlir. Yarımkürələrdə arxipallum və neopallumun başlanğıcı aydın seçilir. Ön beyin yarımkürələri aralıq beyni örtüyündən o, üstədən görünür. Orta və arxa beyin, xüsusilə beyincik yaxşı inkişaf etmişdir. Quşların baş beyni sürünənlərinə oxşayır. Neopalliumda seçilir, orta beyin yaxşı inkişaf edib. Sürünənlərdə beyin kütləsi bədən kütləsinin 0,01-0,4%-ni təşkil etdiyi halda, uçan quşlarda bu nisbət 5-8%-ə qədər artır.

Beləliklə, sinir sisteminin təkamülündə dörd quruluş forması müşahidə olundu. Təkamülün sonrakı mərhələsində sinir sistemi inkişaf edərək məməlilərdə mürəkkəbləşmiş, xüsusilə, insanda yüksək inkişaf səviyyəsinə çatmışdır. Bu sistem həm bütün toxumaları və sistemləri bir-biri ilə əlaqələndirərək orqanizmin tamlığını təşkil edir, həm də orqanizmlə xarici mühit arasında rabitə yaradır.

Sinir sistemi qıcıqlanma və oyanmanı nəql etmə xüsusiyyətinə malik sinir toxumasından təşkil olunmuşdur. Oyanmanın sinir sistemində yayılmasına impuls deyilir. Sinir toxuması quruluşca sinir hüceyrələrindən və neyroqliyadan təşkil olunmuşdur. Neyroqliya sinir sistemində istinad-trofik vəzifə daşıyır.

Sinir sisteminin quruluş vahidini sinir hüceyrəsi təşkil edir. Sinir hüceyrəsi cisimdən və bir neçə xırda çıxıntıdan – dendritlərdən və bir uzun çıxıntıdan – akson və ya neyritdən ibarətdir. Sinir hüceyrəsi öz çıxıntıları ilə birlikdə neyron adlanır.

Neyronlar arasında anatomik rabitə yoxdur. Onlar arasında rabitə sinapslar vasitəsilə olur. Bir neyron üzərində on min və daha çox sinaps yerləşə bilər. Sinapsları morfoloji, fizioloji və neyrokimyəvi xüsusiyyətlərinə görə aşağıdakı qruplara bölmək olar. Morfoloji quruluşlarına görə neyronlararası və üzvi sinapslara, elektrofizioloji xüsusiyyətlərinə görə oyandırıcı və ləngidici sinapslara, neyrokimyəvi xüsusiyyətlərinə görə xolinergik, adrenergik və serotoninergik sinapslara bölünür. Sinaps oyanmanı hər iki istiqamətə nəql edən sinir liflərindən fərqli olaraq, birtərəfli nəql etmə qabiliyyətinə malikdir [2]. Yəni sinaps vasitəsilə sinirdən əzələyə ötürülən oyanma bir istiqamətdə nəql edilir, yenidən geriə əzələdən sinirə ötürülə bilmir. Oyanmanın nəql edilməsi baxımından sinapsın başqa bir xüsusiyyəti sinapsda oyanmanın nisbətən gec nəql edilməsidir ki, bu da sinaptik ləngimə adlanır [4].

Sinir sistemi quruluş və vəzifə cəhətcə şərti olaraq iki hissəyə bölünür: 1) somatik sinir sistemi və 2) vegetativ sinir sistemi. Somatik sinir sistemi skelet əzələlərini, daxili üzvlərdə olan eninəzolaqlı əzələləri, dərinin, ağız və burun boşluğunun selikli qişasını və duyğu üzvlərini innervasiya edir. Vegetativ sinir sistemi isə bütün daxili üzvləri, vəziləri, dərinin saya əzələlərini, ürəyi və damarları innervasiya edir. Vegetativ sinir sistemi simpatik və parasimpatik olmaqla iki şöbəyə bölünür. Somatik sinir sistemi də öz növbəsində mərkəzi və ucqar sinir sisteminə bölünür. Mərkəzi sinir sistemində beyin və onurğa beyni, ucqar sinir sistemində isə 12 cüt kəllə və 31 cüt onurğa beyni sinirləri aiddir. Ucqar sinir sistemi oyanmaları nəql etmələrinə görə afferent və efferent sinirlərə bölünür [3].

1640-cı ildə Rene Dekart refleks nəzəriyyəsini yaratmaqla fiziologiyada inqilabi dönüş etdi. Dekart ilk dəfə orqanizmin cavabının stimulu olduğunu və onun əsasında beynin əks etmə funksiyasının durduğunu göstərdi. Orqanizmin xarici və daxili qıcıqlara qarşı mərkəzi sinir

sisteminin iştirakı ilə verdiyi cəld cavab reaksiyalarına refleks deyilir [5]. Latınca refleks – reflecto “əks edirəm” sözündən alınmışdır. Refleks zamanı sinir impulslarının ötürüldüyü yol refleks qövsü adlanır. Refleks qövsü reseptor, afferent sinir lifi, mərkəz, efferent sinir lifi, işcil üzvdən ibarətdir.

XX əsrin 80-ci illərində akademik P.K.Anoxin refleks qövsünün müasir morfofizioloji arxitektura sxemini yaradaraq klassik refleks nəzəriyyəsini zənginləşdirmişdir. P.K.Anoxinin fikrinə görə refleks qövsünün qayıdan afferentasiya xüsusiyyəti vardır. Qayıdan afferentasiya reaksiya baş verdikdən sonra onun haqqında baş beyinə məlumat verir. Deməli refleks qövsü altı hissədən ibarətdir.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Quliyev R.Ə., Babayev M.Ş., Axundova E.M. Təkamül təlimi. Bakı: Çarşıoğlu, 2012, s.14.
2. Cəfərov F.İ. İnsan fiziologiyası. II hissə. Bakı: Tibb Universiteti, 2001, 160 s.
3. Nacıyev G.Ş. İnsan anatomiyası. Bakı: Maarif, 1974, 315 s.
4. Əliyev Ə.H., Əliyeva F.Ə., Mədətova V.M. İnsan və heyvan fiziologiyası (II hissə), Bakı: Bakı Universiteti, 2008, 193 s.
5. Хрипкова А.Г. Анатомия, физиология и гигиена. М.: Просвещение, 1988, 271 с.

#### РЕЗЮМЕ

#### ЭВОЛЮЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

*Бахшалиев А.Е., Гасанов Х.А, Халилов Т.А., Гахраманова А.Ю.*

**Ключевые слова:** онтогенез, нейрон, дендрит, аксон, синапс.

Одним из важнейших особенностей в эволюции животного мира является централизация и комплексность (осложненность) нервной системы. У беспозвоночных животных эволюцией нервной системы является эпителиальное осажение. В эволюции нервной системы наблюдаются четыре структурные формы. На последующих этапах эволюции нервной системы ее дальнейшее развитие у млекопитающих привело к осложнениям, а у человека это развитие достигло высокого уровня.

#### SUMMARY

#### THE EVOLUTION OF NERVOUS SYSTEM

*Bakhshaliev A. E., Hasanov.Kh.A., Khalilov T.A., Gahramanova A. Y.*

**Key words :** ontogeny, neuron, dendritic, axon, synapse.

Centralization and improvement of the Nervous System is one of the important features in the evolution of animal planet. The evolution of nervous system of invertebrates is the settlement under its epithelium. It is observed four structure forms in the evolution of nervous system. In the further process of evolution the nervous system, being developed is improved by mammals and especially reached the high development level by human being.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	28.09.2016
	Son variant	15.03.2017

UOT 681.325

## MAYE HƏCMİNİN TƏYİN OLUNMASI ÜSULLARININ ARAŞDIRILMASI

<sup>1</sup>KAZIMOV NADİR MƏMMƏDƏLİ oğlu

<sup>2</sup>YUSİFOV ƏLİ ALLAHVERƏN oğlu

<sup>3</sup>MƏMMƏDOVA RADƏ CAHANGİR qızı

Sumqayıt Dövlət Universiteti, 1-professor, 2-dosent, 3-baş müəllim  
e-mail: mila.qasan@mail.ru

*Açar sözlər:* texnoloji qurğu, üzgəc, həcm, kütlə, rezistiv verici, tutum çeviricisi.

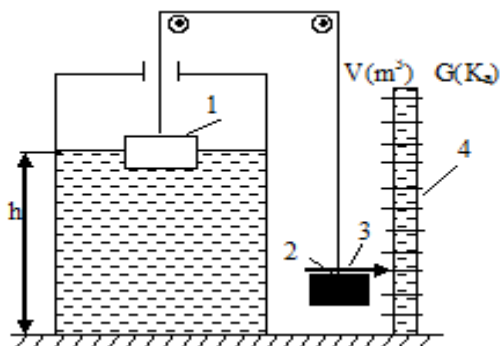
Sənayenin müxtəlif sahələrində, o cümlədən kimya sənayesində texnoloji qurğularda olan mayenin həcmi təyin etmək üçün müxtəlif üsullar tətbiq edilir. Bunlardan ən geniş istifadə olunan maye səviyyəsinin ölçülməsidir. Burada mayenin miqdarı texnoloji qurğunun həndəsi ölçülərinə görə təyin edilir [ 2, 5]. Maye səviyyəölçənləri iki əsas qrupa ayırmaq olar: kiçik və böyük diapazonlu səviyyəölçənlər [3].

Birinci qrup səviyyəölçənlərdə səviyyənin normal hündürlüyünə uyğun sıfır nöqtəsi şkalanın ortasında olur.

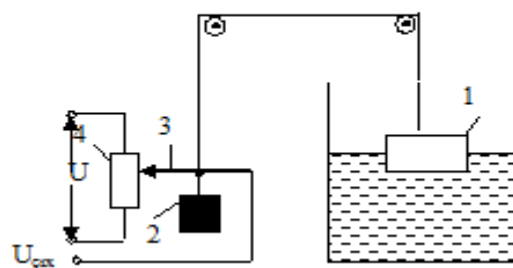
İkinci qrup səviyyəölçənlərin birtərəfli şkalası vardır. Bu halda şkala üzrə səviyyənin hündürlüyü hər hansı bir sabit qiymətə nisbətən təyin edilir.

Bəzən böyük diapazonlu səviyyəölçənləri həcm vahidlərində dərəcələyirlər, yəni onların şkalasında səviyyənin hündürlüyü əvəzinə, səviyyəölçən texnoloji aparatda olan maddənin həcmi göstərilir [3].

Səviyyəölçən cihazların təsnifatı onların ölçmə üsullarına və icra mexanizmi ilə əlaqəsinə görə aparılır: şüşə, üzgəcli, tutum, pyezometrik, elektrik, radio-aktiv, ultrasəs və optik səviyyəölçənlər. Bütün üsullarda maye səviyyəsinin dəyişməsi həssas elementlə təyin edilir. Ölçmənin nəticələrini lazımi qurğulara ötürmək üçün köməkçi, aralıq elementlərdən istifadə edilir. Oudur ki, ölçmənin nəticəsini rəqəmli cihazla göstərmək, yazılı qeyd etmək və ya siqnallaşdırma ilə yerinə yetirmək mümkündür. Geniş istifadə olunan səviyyəölçən üzgəcli səviyyəölçəndir. Bu səviyyəölçənlərdə səviyyənin dəyişməsi üzgəcə təsir edir, üzgəcin hərəkəti isə göstərici və ya qeydedici cihaza ötürülür.



**Şəkil 1.** Üzgəcli səviyyəölçənin sxemi:  
1-üzgəc; 2-əks-yük; 3-aqrab; 4-şkala.



**Şəkil 2.** Rezistiv vericili üzgəcli səviyyəölçənin sxemi:  
1-üzgəc; 2-əks-yük; 3-aqrab;  
4-rezistiv verici.

Üzgəcli səviyyəölçənlər iki yerə ayrılırlar. Birinci tip səviyyəölçənlərdə üzgəc mayedə üzür, ikinci tipdə isə üzgəc mayedə batır. Birincilərdə səviyyəölçənin iş prinsipi üzgəcin səviyyəni izləməsinə, ikincilərdə isə mayeyə batan üzgəcin çəkisinin dəyişməsinə əsaslanır. Xüsusi hallarda üzgəcin çəkisinin dəyişməsi ilə mayenin səviyyəsi təyin edilir [3].

Şəkil 1-də sadə quruluşlu üzgəcli səviyyəölçənin sxemi göstərilmişdir. Mayenin səviyyəsi dəyişdikdə üzgəc (1) yuxarı və ya aşağı hərəkət edir. Bu zaman əks-yük (2) və onunla əlaqədar olan əqrəb (3) hərəkətə gəlir. Səviyyə dəyişdikdə əqrəbin şkalası (4) üzərində dayandığı nöqtə ölçülən səviyyənin qiymətini göstərəcəkdir [2,3,5].

Şkala ikitərəfli dərəcələndir, bir tərəfdə maye səviyyəsi metrə (m), digər tərəfində isə mayenin həcmi (V) m<sup>3</sup> göstərilir. Maye yerləşən silindrik çənin həndəsi ölçüləri, əsasən, daxili diametri d və maye səviyyəsi H məlum olduqda mayenin həcmi aşağıdakı kimi təyin edilir.

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot H [m^3], \quad (1)$$

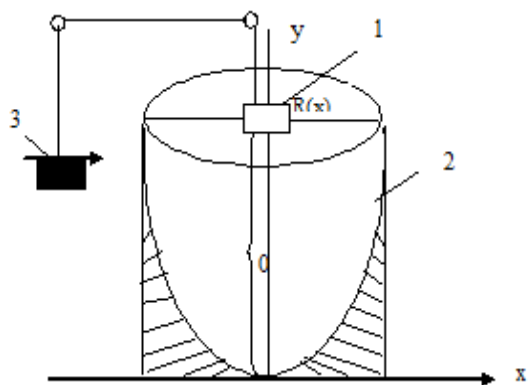
burada d- silindrik formalı çənin daxili diametri, H-mayenin səviyyəsidir.

Çəndəki mayenin xüsusi çəkisi  $\rho$  məlum olduqda toplanmış mayenin kütləsini təyin etmək olar:

$$G = \rho V [kq] \quad (2)$$

Nəticədə şkalanın bir tərəfində mayenin həcmi  $V(m^3)$ , digər tərəfində isə mayenin çəkisi Q(kq) qeyd edilir.

Maye səviyyəsini müəyyən məsafəyə ötürmək üçün rezistiv vericilərdən istifadə edilə bilər (şəkil 2). Səviyyənin dəyişməsi əks-yüklə (2) əlaqədar olan potensimetrin (4) sürüncəcini (3) hərəkətə gətirir. Potensimetrik verici sabit amplitudalı U gərginlik mənbəyinə qoşulur. Onun çıxış gərginliyi  $U_{çix}$  sürüncəcin yerdəyişməsinə, yəni maye səviyyəsinə düz mütənasib olaraq dəyişir.  $U_{çix}$  gərginliyini müəyyən məsafəyə ötürmək mümkündür. Həssas elementin növünə görə elektriki səviyyəölçmə vasitələri tutum və konduktometr növlərinə ayrılırlar. Üzgəcli səviyyəölçənlərdə müxtəlif formalı qablardan istifadə etmək də olar. Xüsusi hal kimi



Şəkil 3. Üzgəcli səviyyəölçənin sxemi:  
1-üzgəc; 2-paraboloid formalı qab;  
3-əks-yük

paraboloid formalı qabda maye həcmi təyin edilməsinə baxılır (şəkil 3).

Baxılan qab fırlanmadan alınan həcmdir. Bu  $2py=x^2$  parabolasının  $oy$  oxu ətrafında fırlanmasından alınır. Fırlanma cisminin həcmi hesablanması qaydalarından istifadə etsək [8]

$$V = \pi \int_0^h x^2 dy = \pi \int_0^h 2py dy = 2p\pi \cdot \frac{y^2}{2} \Big|_0^h = p\pi h^2.$$

$$V = p\pi \cdot h^2 \quad (3)$$

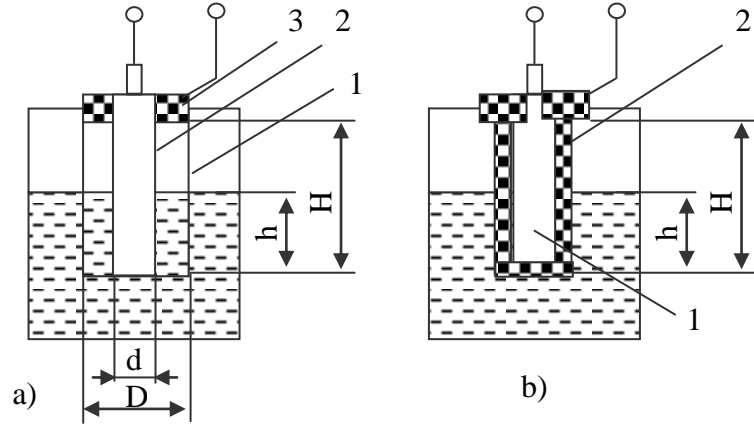
olduğunu alırıq. Burada h fırlanmadan alınan cismin hündürlüyü (mayenin), p-isə sabit parametrdir və həmişə ölçmə vasitəsilə təyin edilə bilər.

Əgər çənin diametri və mayenin xüsusi çəkisi məlum olarsa, onda hesablama yolu ilə mayenin həcmi və çəkisi hesablanaraq şkala üzərində həcm

və çəkinin miqdarını rəqəmlə göstərmək olar. Tutum səviyyəölçənlərində ilkin ölçmə çeviricilərində istifadə olunan həssas elementin elektrik tutumu mayenin səviyyəsindən asılı olaraq dəyişir. Tutum həssas elementi konstruktiv cəhətdən silindrik elektrodlu və ya paralel müstəvi lövhəli kondensatoru ifadə edir. Maye səviyyəsini ölçmədə qəbul olunmuş normaya əsasən koaksial yerləşdirilmiş elektrodlu tutum çeviriciləri istifadə olunur. Koaksial yerləşdirilmiş elektrodlu tutum həssas elementinin konstruksiyası mayenin fiziki-kimyəvi

xüsusiyyətinə əsaslanır. Qeyri-elektrik keçiricili mayenin xüsusi elektrik keçiriciliyini ölçmək üçün  $10^{-6}$  sm/m-dən az olan səviyyəölçənlərdən istifadə edilir [1, 2, 4].

Tutum çevircisi iki ədəd koaksial yerləşdirilmiş (1 və 2) elektrodlardan ibarətdir və onların müəyyən hissəsi maye ilə əhatə olunmuşdur (şəkil 4, a)



Şəkil 4. Tutum çeviriciləri

Elektrodlar silindrik kondensatoru yaradır. Elektrodlar arasındakı həcm  $h$  hündürlükdə maye ilə doldurulur. Elektrodları bir-birindən ayırmaq üçün izolyator (3) istifadə olunur. Silindrik elektrodlu kondensatorun tutumu ümumi halda aşağıdakı kimi təyin edilir [2].

$$C = \frac{2\pi \cdot \varepsilon_m \varepsilon_o H}{\ln\left(\frac{D}{d}\right)}, \quad (4)$$

burada  $\varepsilon_m$  – elektrodlar arasındakı maddənin nisbi dielektrik nüfuzluğu;  $\varepsilon_o$  – vakuunun dielektrik nüfuzluğu;  $H$  – elektrodların hündürlüyü;  $D, d$  – uyğun olaraq elektrodların xarici və daxili diametrləridir. Elektrodların arası doldurulmuş müxtəlif dielektrik nüfuzluğa malik maye üçün silindrik kondensatorun tam tutumu aşağıdakı kimi ifadə olunur [2].

$$C_k = C_o + C_1 + C_2, \quad (5)$$

burada  $C_o$  – keçid izolyatorun tutumu;  $C_1$  – elektrodlar arasındakı mayenin tutumu;  $C_2$  – elektrodlar arasındakı buxar-qaz qarışığı hissəsinin tutumudur. (3) ifadəsini nəzərə alıqda həssas elementin tam tutumu aşağıdakı kimi ifadə olunur [3].

$$C_k = \frac{2\pi\varepsilon_o\varepsilon_m h}{\ln(D/d)} + \frac{2\pi\varepsilon_o\varepsilon_m(H-h)}{\ln(D/d)} + C_o \quad (6)$$

Maye buxarı və qaz üçün  $\varepsilon_o = 1$  və  $C_o$  – sabit kəmiyyət olduğundan (5) ifadəsini sadələşdirmək olar.

$$C_k = C_o + \frac{2\pi\varepsilon_m}{\ln(D/d)} \cdot H \cdot \left(1 + (\varepsilon_m - 1) \cdot \frac{h}{H}\right) \quad (7)$$

Qeyri elektrik keçiricili mühit üçün həssas tutum elementin statik xarakteristikasını (6) tənliyinə əsasən təyin etmək olar. Maye üçün  $\varepsilon_m$  – temperaturdan asılı olaraq dəyişir, bu halda ölçmə nəticəsinə temperatur dəyişməsinin təsirini yox etmək üçün kompensasiyaedici kondensator istifadə olunur. Xüsusi keçiriciliyi  $10^{-4}$  sm/m –dən böyük olan maye səviyyəsini ölçmək üçün həssas tutum elementi kimi şəkil 4b- də verilmiş qurğudan istifadə olunur. Həssas element 1 metallik elektrodan ibarət olub, səthi ftorplastik izolyasiya materialı (2) ilə örtülür. Elektrodun müəyyən hissəsi maye ilə əhatə edilmiş olur. İkinci elektrod kimi ya metaldan olan çənin divarı, ya da çənin divarı dielektrikdirsə, xüsusi metallik elektrod istifadə edilir.

Şəkil 3c-də verilmiş həssas tutum elementinin tam tutumu aşağıdakı kimi ifadə edilir:

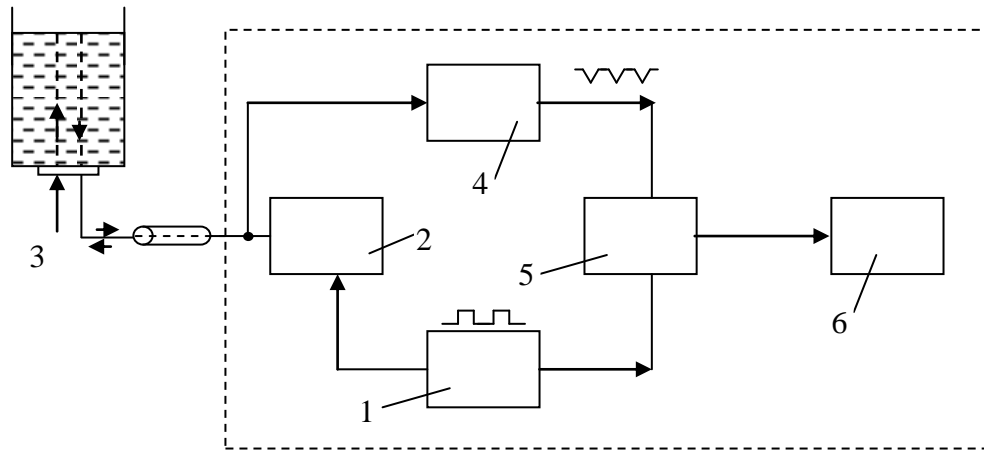
$$C_{\zeta} = C_0 + \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}, \quad (8)$$

burada  $C_0$  – keçid izolyatorun tutumu;  $C_1$  – 1 elektrodlə izolyator sərhəddindəki maye səthi arasındakı tutum;  $C_2$  – izolyator sərhəddindəki mayenin səthi ilə çənin divarı arasındakı yaranan kondensatorun tutumudur.

Həssas elementlərin elektrik tutumlarının informasiyaölçmə signalına çevrilməsi körpü, rezonans və ya impuls üsulu ilə yerinə yetirilir.

### ULTRASƏS SƏVİYYƏÖLÇƏN

Ultrasəs səviyyəölçənlərin iş prinsipində ultrasəs dalğalarının mənbədən maye səviyyəsinə qədər keçmə vaxtı ilə onların arasında olan məsafə asılılığından istifadə edilir. Bu tip cihazlar pyezoelektrik şüalandırıcıdan, elektron blokdan və ikinci cihazdan ibarətdir. Ultrasəs səviyyəölçənin prinsipial sxemi şəkil 4-də verilib [4].



Şəkil 4. Ultrasəs səviyyəölçənin prinsipial elektrik sxemi.

1 generatoru 2 generatorunun impuls tezliklərini təkrarlayır və bu impuls tezlikləri öz növbəsində 3 şüalandırıcıyı təsirləndirmək üçün qısa impulslar formalaşdırır. Şüalandırıcının ultrasəs impulsları maye mühitində yayılaraq maye-qaz sərhəddindən əks olunmaqla həmin şüalandırıcıya qayıdır və burada elektrik impulslarına çevrilir. Vaxta görə ayrılan, göndərilən və əks olunan hər iki impuls (4) gücləndiricisinə və (5) vaxt ölçənə daxil olur. Nəticə (6) ikinci cihazda qeyd olunur. İmpulsun göndərilən anından və əks olunan impulsun daxil olma anına qədər  $\tau$  vaxtı ölçülən səviyyənin hündürlüyünün funksiyasıdır, yəni

$$\tau = \frac{2H}{c} \quad (9)$$

burada  $H$  – ölçülən səviyyənin hündürlüyü;  $c$  – ultrasəsin ölçülən mühitdə yayılma sürətidir.

Radioaktiv cihazlarda olduğu kimi, bu cihazlarla da müxtəlif mayələrin səviyyəsini, onlarla təmasda olmadan ölçmək olar. Cihazda 15000 Hs-dən böyük tezliklərdən istifadə edilir.

### NƏTİCƏLƏR

1. Maye səviyyəsini və həcmi ölçmək üçün müxtəlif üsullara baxılmışdır.
2. Göstərilən qurğulardan ən sadəsi ölçülən mayenin həcmi və kütləsini təyin edən üzgəcli səviyyəölçən olub, ikiqat dərəcələndirilmiş şkalaya malik olmasıdır, belə ki, şkalada maye səviyyəsi və kütləsi rəqəmlə göstərilir.

3. Ölçmənin nəticəsini bilavasitə müəyyən məsafəyə ötürmək üçün rezistiv vericili üzgəcli səviyyəölçəndən istifadə etmək əlverişlidir.
4. Tutum səviyyəölçənlər konstruksiya cəhətdən yığcam olsa da, tutumun dəyişməsinə ölçmək üçün əlavə qurğu tələb olunur.
5. Ultrasəs səviyyəölçən vasitəsilə müxtəlif növ maye səviyyəsinin təyini yerinə yetirilir.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Hübətov R.T. Elektronika. Bakı: Maarif, 2000, 152 s.
2. Фразане Н.Г., Илясов Л.В., Азим-заде А.Ю. Технологические измерения и приборы. М.: Высшая школа, 1989, 456 с.
3. Kazimov N.M., Yusifov Ə.A., Xəlilov S.A., Ağayev U.X. Sensor sistemlərinin əsasları (dərs vəsaiti). Sumqayıt: Poliqrafiya mərkəzi, 2011, 210 s.
4. İbrahimov İ., Xasməmmədov F. Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsinin əsasları və istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması. Bakı: Maarif, 1972, 472 s.
5. Преображенский В.П. Технологические измерения и приборы. М.: Энергия, 1978, 704 с.
6. Чистофорова Н.В., Колмогоров А.Г. Технические измерения и приборы. Часть 1. Измерение теплоэнергетических параметров: Учебное пособие для студентов дневной и заочной формы обучения специальности 220301 "Автоматизация технологических процессов и производств". Ангарск: АГТА, 2008, 200 с.
7. Вильница А.В., Вильник А.Д., Ефремов Е.Ф. Современные методы и средства измерения уровня в химической промышленности. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2011, 122 с.
8. В. Шипачев. Высшая математика. М.: Высшая школа 1989, 479 с.

#### РЕЗЮМЕ

#### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА ЖИДКОСТИ

*Кязимов Н.М., Юсифов А.А. Мамедова Р.Дж.*

**Ключевые слова:** технологическое устройство, поплавок, объём, масса, резистивный датчик, ёмкостный преобразователь.

В статье исследованы варианты измерения уровня жидкости в больших и малых диапазонах, показаны правила градуировки в обоих вариантах. Для измерения уровня жидкости, в основном, используются поплавковые уровнемеры. Исследованы различные схемы ёмкостного уровнемера. Рассмотрены варианты ультразвукового уровнемера при измерении различных уровней жидкости.

#### SUMMARY

#### INVESTIGATION OF THE METHODS OF LIQUID VOLUME DEFINITION

*Kazimov N.M., Yusifov A.A., Mamedova R.J.*

**Key words:** technological equipment, volume, masses, resistive, sensor, transformer.

In the paper, the versions of measuring liquid level in the ground and little diapasons are researched. It was shown the rules rising level of at banter versions. For measuring liquid level is generally use a level measure swinging equipment. At that, the different schemes of volume level measuring are researched. The versions of ultra voices level at measuring liquid levels are considered.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	19.05.2016
	Son variant	15.03.2017

УДК 519.8

## МОДЕЛИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ (ТЭП) ПРИ ВАРЬИРУЕМЫХ ГРАФИКАХ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

<sup>1</sup>МИРЗОЕВ ГЕНДЖЕЛИ АБАСАЛИ ОГЛЫ

<sup>2</sup>САЛМАНОВА МАЛАХАТ НАСИМАН КЫЗЫ

*Сумгаитский государственный университет, 1-доцент, 2-ст. преп.  
e-mail: mirzoyevga@mail.ru*

**Ключевые слова:** календарное планирование, модель ТЭП, нефтехимические объекты, варьированные переменные

*Рассмотрено формирование математических моделей ТЭП (для календарного и оперативного планирования) нефтехимических объектов с учётом ограничений на допустимые количества материальных ресурсов на складах, мощности блоков при проведении ремонтных работ, ограничений на нормативную продолжительность и трудозатраты последних и пределы на допустимые изменения даты начала ремонта.*

В существующей системе планирования задача ТЭП решается на двух этапах – при составлении проекта плана и на стадии разработки производственного плана. Хотя эти задачи отличаются по назначению, однако их математические модели имеют одинаковую структуру. Математические модели содержат большое число жестких ограничений в виде равенств, что резко сужает области изменения варьлируемых переменных, и нередко условия оказываются несовместимыми. Для преодоления этих недостатков часто используют варьирование технологических коэффициентов (ТК) и правых частей соответствующих ограничений.

В математических моделях ТЭП комплекса в качестве варьлируемых переменных принимаются основные сырьевые потоки нефтеперерабатывающих (НП) блоков и основные продукты химических (Х) блоков. Для НП блоков расходы материалов, реагентов и энергоресурсов рассчитываются через расходные коэффициенты, а выходы продуктов через коэффициенты отбора по основным потокам. Для Х блоков расходы сырьевых потоков, материалов, реагентов и энергоресурсов рассчитываются через расходные коэффициенты, а выходы побочных продуктов – через приведённые коэффициенты по основным (калькулируемым) продуктам. Количество промежуточных продуктов, получаемых со стороны как сырьё, а также отправляемых на сторону товарных продуктов определяются через балансовые уравнения.

При варьировании даты начала ремонта оборудования, ввода новых и вывода из эксплуатации старых мощностей и корректировки ряда технологических коэффициентов (ТК) в модель вводятся новые переменные – продолжительность ремонта оборудования на данном интервале времени и количества побочных продуктов, связанные через указанные коэффициенты. Модели ТЭП включают в себя критерий оптимизации, ограничения и для линейной модели записываются в следующем виде:

$$L = \sum_j c_j u_j \rightarrow \max ; \quad (1)$$

$$\begin{cases} y(N) = y(0) + A'u(j), & j = \overline{0, n} \\ y(0) = \bar{y}(0), & y(n) = \bar{y}(N); \end{cases} \quad (2)$$

$$\underline{B}_j = \sum_j a'_{ij} u_j \leq \bar{B}_i ; \quad (3)$$



$$\underline{u}_j \leq u_j \leq \bar{u}_j ; \quad (4)$$

$$\underline{v}_i \leq v_{i0} + \sum_{\text{вх}} u_j - \sum_{\text{вых}} u_j \leq \bar{v}_i ; \quad (5)$$

$$\sum_j \sum_j [u_j(k) - a_{ij} u_j] = 0, \quad j \neq i ; \quad (6)$$

$$\sum_{j \in W} [d'_{jv} \tau'_{jv} + d''_{jv} \tau''_{jv}] \leq R_v ; \quad (7)$$

$$0 \leq u_j \leq \delta P_j - \pi_{jv} P_j [\tau'_{jv} + \tau''_{jv}] ; \quad (8)$$

$$0 \leq \pi_{jv} \leq 1, \quad j \in W, \quad v \in J_v ; \quad (9)$$

$$[\tau'_{jv} + \tau''_{jv} + \tau_{jv}] = \bar{\tau}_{jv}, \quad j \in W ; \quad (10)$$

$$\sum_{j \in W} [d'_{jv} \tau'_{jv} + d''_{jv} \pi_{jv}] \leq R_v ; \quad (11)$$

$$\underline{\tau}'_{jv} \leq \tau'_{jv} \leq \bar{\tau}'_{jv}, \quad j \in W ; \quad (12)$$

где  $c_j$  –весовой коэффициент  $j$ - ой переменной критерия;  $u_j$ –варьируемые переменные;  $\underline{u}_j, \bar{u}_j$  –нижние и верхние пределы ограничений на переменные  $u_j$ ;  $a_{ij}$ - коэффициент затрат  $i$ -го материала или энергоресурса на единицу перерабатываемого  $j$ -го сырья для нефтеперерабатывающего блока или коэффициент отбора  $i$ -го продукта из единицы  $j$ -го сырья для химического блока;  $\underline{B}_j, \bar{B}_j$  – ограничения на затраты  $i$ -го ресурса и выпуск основных и вспомогательных продуктов;  $\underline{v}_i, \bar{v}_i$  – пределы изменения материальных ресурсов на  $i$ -ом складе;  $v_{i0}$ – запасы материалов на  $i$ -ом складе;  $W$ – множество типов оборудования, подлежащих ремонту;  $\tau'_{jv}, \tau''_{jv}$  – продолжительность  $v$ -го вида ремонта для  $j$ -го оборудования;  $d'_{jv}, d''_{jv}$  – приведённый коэффициент для проведения  $v$ -го вида ремонта для  $j$ -го оборудования;  $R_v$  –лимит на трудозатраты для выполнения  $v$ -го вида ремонтных работ;  $\delta$  –длина дискретного интервала времени;  $\pi_{jv}$  –приведенный коэффициент потери мощности  $j$ -го оборудования за единицу времени при отсутствии ремонтных работ;  $J_v$  –множестии видов ремонта;  $P_j$  –мощность  $j$ -го оборудования в единицу дискретного времени;  $\underline{\tau}'_{jv}, \bar{\tau}'_{jv}$  – пределы изменения  $\tau'_{jv}$ .

Уравнения и условия (2) отражают динамику изменения материальных ресурсов и продуктов на складах; (3) – ограничения на затраты сырьевых ресурсов, лимитированных материалов, ограничения на валовой и товарный выпуск основных и вспомогательных продуктов. Условие (4) –допустимые пределы мощностей; (5) – допустимое количество материальных ресурсов на складах; (6) –балансовое уравнение между входными и выходными переменными блоков; (7) –ограничения на затраты по ремонтным работам; (8) –ограничения мощности блоков при проведении ремонтных работ; (9) –коэффициент потери мощности  $j$ -го оборудования при  $v$ - ом виде ремонта; (10) –ограничение на нормативную продолжительность ремонта  $j$ -го блока; (11) – ограничение на трудозатраты для выполнения ремонтных работ; (12) –пределы на допустимые изменения даты начала ремонтных работ.

Из анализа ограничений имеющихся моделей ряда производственных комплексов выявлено, что:

- Значительная часть блочных ограничений модели является позиционной. Причиной этого факта является то, что на часть переменных модели накладывается несколько позиционных ограничений;
- 10-30% от общего числа ограничений в принципе оказываются несущественными;
- 5-10% от числа функциональных ограничений оказываются нереализуемыми.

Эти вопросы, а именно, определение пассивных позиционных и функциональных ограничений и дооптимизационного сокращения размерности модели исследовались и

решались в [1,2]. Все этапы формирования, анализ и определения нереализуемых ограничений, а также выработка совета лица принимающего решения, осуществлены в виде пакета прикладных программ [3], который сдан в промышленную эксплуатацию при решении задач ТЭП –“Расчёт проекта плана ПО “Уренгойгаздобыча” и ряда других организаций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев А.А., Рзаев Т.Г., Карагезов З.А. //Изв. АН Азерб.ССР. Сер. Физико-технических и математических наук. Баку: 1974, №1, с.134
2. Мирзоев Г.А. //Изв. АН Азерб. ССР. Сер. Экономика. Баку: 1983, №1, с.80
3. Рзаев Т.Г., Мирзоев Г.А. В сб.: Отраслевой фонд алгоритмов и программ. Вып. 6. Калинин: 1979, с. 30.

#### XÜLASƏ

#### NEFT-KİMYA OBYEKTŁƏRİNİN AVADANLIQLARININ TƏMİR MÜDDƏTİ DƏYİŞƏN OLDUQDA, TEXNIKI-IQTİSADI PLANLAŞDIRMANINI RIYAZI MODELİ *Mirzoyev G.A., Salmanova M.N.*

*Açar sözlər: təqvim planlaşdırma, TEP modeli, neftkimya obyektləri, şəklini dəyişən verilənlər*

Məqalədə neft-kimya obyektlərinin riyazi TEP modelinin yaradılmasına anbardakı ehtiyat məmulatı və məhsullarının miqdarına qoyulan tələblər, təmir ilə əlaqədar istehsal gücünün dəyişmə aralığı, blokların təmiri müddəti ilə bağlı məhdudiyyətlər, təmir üçün ayrılmış məsrəflər, təmirin başlanma tarixinin və müddətinin dəyişmə aralığı daxil edilərək baxılmışdır. Daxil meyar funksiyası və məhdudiyyətlərin tərkibi müəyyənləşdirilmişdir.

#### SUMMARY

#### THE MODELS OF TECHNICAL AND ECONOMICAL PLANNING (TEP) AT VARIED SCHEDULE OF REPAIR OF PETROCHEMICAL OBJECTS EQUIPMENTS *Mirzoyev G.A., Salmanova M.N.*

*Keywords: calendrical planning, models of TEP, petrochemical objects, modified variables*

Forming the mathematical models of TEP (calendar and operational planning) of petrochemical objects taking in to account the restrictions of admissible quantity of material resources in the stores, the power of the blocks at carrying out repair works, restrictions of normative duration of repair works, work input of repair works and the limits for admissible changes of the date of starting repair works has been considered.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	05.04.2016
	Son variant	15.03.2017

UOT 681.518

## AZƏRBAYCANIN QEYRİ-HAMAR RELYEFLİ ƏRAZİLƏRİNDƏ ÇAY PLANTASIYALARININ YETİŞDİRİLMƏSİ ÜÇÜN EKSPERT SİSTEMİNİN YARADILMASI

**ABBASOVA GÜLNARƏ YUSİF qızı**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, doktorant*

*e-mail: ugur-2001@mail.ru*

*Açar sözlər: Çay plantasiyası, qeyri-hamar ərazi, ekspert sistemi, biliklər bazası.*

*Məqalədə baxılan məsələ Azərbaycanın qeyri-hamar ərazilərində yeni çay plantasiyalarının salınması üçün mövcud çay regionları ilə müqayisəli təhlil əsasında ekspert sisteminin yaradılmasına həsr olunur. İntellektual modelləşdirmə üsulundan istifadə etməklə Azərbaycanın qeyri-hamar ərazilərində çay plantasiyalarının yetişdirilməsi prosesinin təmin edilməsi üçün ekspert sisteminin meteoroloji biliklər bazası yaradılmışdır. Şəki-Zaqatala, Quba-Qusar rayonlarında çay plantasiyalarının salınması məsələsi metreologiyanın subtropik iqlim göstəricilərinə əsaslanaraq ekspert sisteminin qərar qəbul etmə modeli işlənmişdir.*

Yer kürəsinin 60-70%-i çaydan istifadə edir. Çayın becərilməsi və ona qulluq edilməsi uzunmüddətli və mürəkkəb prosesdir. 60-70 il müddətində yetişdirilən çay plantasiyalarında səmərəli aqrotexniki işlərin aparılması, əkin ərazisinin vaxtında suvarılması tələb olunur. Çay yığımından əvvəl və onun yığımı dövründə çayın keyfiyyətinin artırılması məqsədilə regionun meteoroloji, geofiziki şəraitini öyrənmək və bitkinin yetişdirilməsi dövründə bu məsələləri nəzərə almaq vacibdir. Müasir dövrdə informasiya texnologiyalarının tətbiq sahələrindən biri də kənd təsərrüfatıdır. Bu istiqamətdə hal-hazırkı dövrdə çayın yetişdirilməsində mövcud innovasiya texnologiyalarının kifayət qədər tətbiq edilməməsi yeni informasiya sistemlərinin yaranmasına əsas verir. Bu məqsədlə, çayın yetişdirilməsi prosesində onun keyfiyyətinin və məhsuldarlığının artırılmasını təmin edən, intellektual nəzarət və idarəetmə sisteminin işlənməsi elmi cəhətdən aktual məsələ hesab olunur.

Məqalənin məqsədi Azərbaycanın subtropik iqlimli qeyri-hamar regionlarında təbii şəraitin göstəricilərini və çay kollarının bioloji xassələrini nəzərə almaqla kolların səmərəli yetişdirilməsi üçün bioloji ekspert sisteminin meteoroloji və geofiziki intellektual bazasının yaradılmasıdır. Çay əkin sahələrinə, yığılan çayın miqdarına görə Azərbaycan Respublikası çox aşağı göstəricilərə malikdir [3]. Lakin məlumdur ki, hər bir azərbaycanlı ailəsinin süfrəsində çay əsas içki hesab olunur. Bu cəhətdən Azərbaycan Respublikasında çay istehsalının miqdarını və çayın keyfiyyətini artırmaq vacib elmi-praktiki məsələlərdən biridir.

Azərbaycanda çayın yetişdirilməsi üçün ən əlverişli ərazi Lənkəran-Astara subtropik zonası sayılır [2]. Lənkəran-Astara zonasında yaz-yay aylarında yağıntının az olması bitkinin boy atmasını yubandırır, yay aylarında havanın istiliyi 25-27°-yə çatdıqda isə boyatma tamamilə dayanır. Yağmurlu və nisbətən isti payız aylarında isə ikinci boyatma dövrü başlanır. Çay bitkisinin normal inkişafı üçün mühüm əhəmiyyətə malik olan şərtlərdən biri də havanın nisbi rütubətidir. Quraqlıq keçən illərdə havanın nisbi rütubəti 25-30%-ə enir. Çay bitkisinin normal inkişafı üçün bu, ən azı 70-73% olmalıdır. Burada havanın nisbi rütubətinin aşağı olmasına səbəb qışda şimaldan cənuba (xüsusən Lənkəran-Astara zonasında) əsən soyuq küləkləri, yayda isə cənubdan şərqə və qərbdən şərqə əsən quru-isti küləklərdir. Bu, torpaqda rütubətin azalmasına, nəticə etibarilə, çay yarpaqlarının keyfiyyətinin və məhsuldarlığının aşağı düşməsinə səbəb olur.

Çay kollarının yetişdirilməsi prosesində çay yarpaqlarının keyfiyyətinin və məhsuldarlığının artırılması üçün kompleks məsələlərin həlli tələb olunur:

1. Çayın keyfiyyətli və məhsuldar yetişdirilməsini və yığımını təmin edən intellektual avtomatlaşdırılmış nəzarət və idarəetmə sistemi (İAİNS) yaradılmalıdır və onun təminatlar arxitekturası işlənmişdir.
2. Çay plantasiyasında təbii meteoroloji və geofiziki göstəricilərə nəzarəti və idarəetməni təmin edən texniki vasitələri seçilməli və proqram modulları işlənmişdir.
3. Ay təqviminə əsasən keyfiyyətli çayın yetişdirilməsi və çayın yüksək məhsuldarlığının təmin edilməsi üçün planlaşdırılan aqrotexniki işlərin verilənlər bazası yaradılmalı və çayın yetişdirilmə prosesi eksperimentlərlə yoxlanılmalıdır;
4. Çay plantasiyasının avtomatlaşdırılmış suvarma sisteminin intellektual idarəetmə alqoritmi və proqram təminatı işlənmişdir və eksperimentlərlə yoxlanılmalıdır;
5. Çay plantasiyasının avtomatlaşdırılmış suvarma sisteminin konstruksiyası işlənmişdir və sınaqlardan keçirilmişdir;
6. Çay kollarının yetişdirilməsi və məhsuldarlığının artırılması üçün əkin sahələrinin və suyun maqnitləşdirilməsi məsələsi istifadə edilmişdir.

Bioloji quruluşuna görə çay kolu yaşıl ellips və ya dairəvi formalı yarpaqdan (2-3, 35-40 mm), ağ çiçəkdən (bir budaqda 5-ə qədər gül 40-50 mm diametr olur), gilədən (10-20 mm, 30-35% çay yağı hazırlanır, oktyabr, noyabrın ortasında yetişir) və kök hissəsindən (onun canlanması torpağın temperaturu 7-9<sup>0</sup>C olanda yerinə yetirilir) ibarətdir.

Çay kollarının səmərəli yetişdirilməsi üçün vacib olan şərtlər aşağıdakılardır:

#### 1. Meteoroloji şərait

- 1.1. Yazda, yayda və payızda gündəlik orta temperatur 20<sup>0</sup>C olmalıdır.
- 1.2. Qışda gündəlik orta temperatur mütləq 10<sup>0</sup>C yuxarı və -3<sup>0</sup>C-dən aşağı olmamalıdır.
- 1.3. İşıqlı günün kifayət qədər uzun olması vacibdir və günəş şualandırması da yüksək olmalıdır. İşıqlı günün müddəti və günəş şualarının çoxluğu çay yarpaqlarının aromatik xassələrinin artmasına səbəb olur. İşıqlı günün və günəş şualarının az olması çay yarpaqlarının kobudlaşması və ətrinin azalması ilə nəticələnir.

#### 2. Geofiziki şərait

- 2.1. Torpaq nəm və drenajlı olmalıdır.
- 2.2. Torpaq kifayət qədər yumşaq, yüngül və eyni zamanda azca turş olmalıdır. Çox vaxt torpağın optimal drenajına nail olmaq məqsədi ilə çay plantasiyaları dağların qeyri-hamar hissələrində yerləşir.

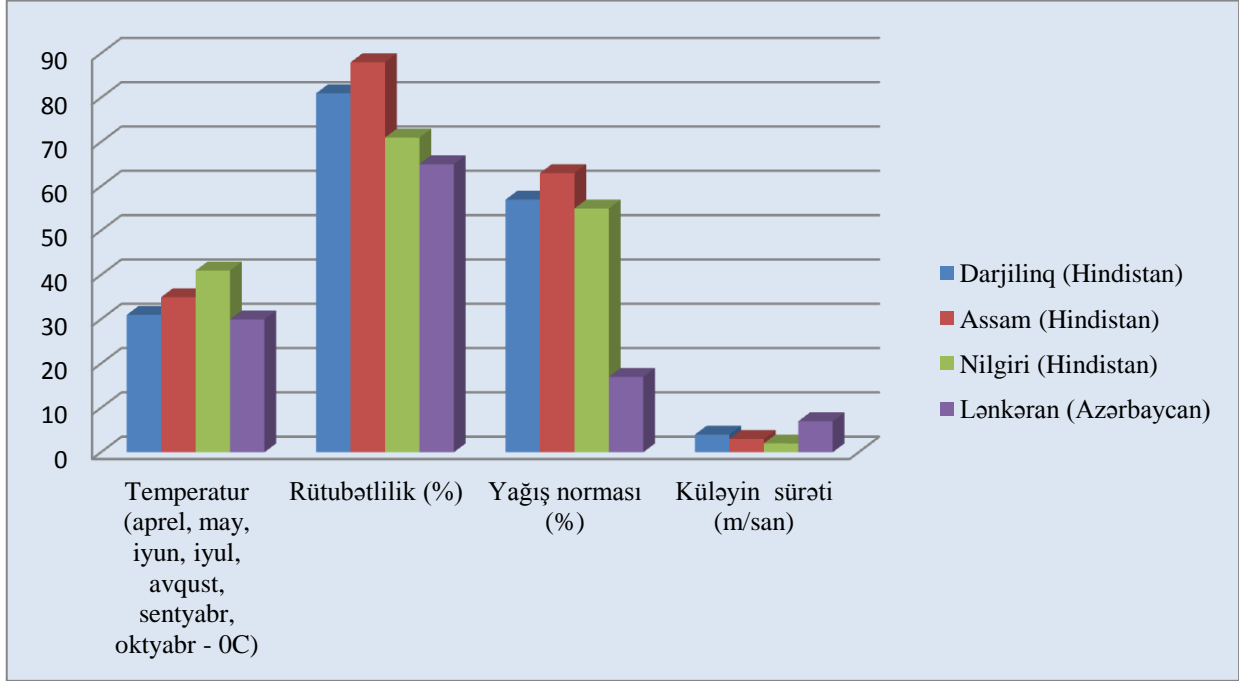
Keyfiyyətli çayın yetişdirilməsi üçün tələb olunan 20<sup>0</sup>C optimal temperaturdan fərqli olaraq, Lənkəran zonasında iyun, iyul, avqust və sentyabr aylarında orta statistik temperatur 7<sup>0</sup>C çoxdur. Bu göstərici çay kollarının inkişafını azaldır, xüsusilə, yay aylarında havanın istiliyi 30<sup>0</sup>C-yə qalxanda isə boyatma tamamilə dayanır, çay yarpaqlarının yığımının məhsuldarlığını aşağı salır [4].

Çay istehsal edən ölkələrin statistik meteoroloji parametrlərinin (Cədvəl 1) təhlili göstərir ki, Lənkəran zonasından fərqli olaraq, bu ərazilərdə temperatur rejimləri, rütubətlik yüksəkdir, küləklərin sürəti aşağı və yağıntıların miqdarı normadan yuxarıdır (Şək. 1).

Cədvəl 1.

Ərazi	Temperatur (aprel, may, iyun, iyul, avqust, sentyabr, oktyabr, °C)	Rütubətlik, %	Yağış norması, %
Darjiling (Hindistan)	31	81	57
Assam (Hindistan)	35	88	63
Nilgiri (Hindistan)	41	71	55
Lənkəran (Azərbaycan)	30	65	17

Şəkil 1-dən görüldüyü kimi, Lənkəranın, Astaranın çay palntasiyalarının məhsuldarlığının aşağı olmasının əsas səbəbi aprel, may və yay aylarında çox az miqdarda yağışların yağmasıdır (xüsusilə, günün gecə və səhər vaxtlarında). Bu ərazilərdə çay plantasiyaları əsasən düzənliklərdə və ya mailliliyi az olan ərazilərdə salınır (Şək. 2). Lənkəran, Astaranın çay plantasiyalarının mövcud suvarma sistemləri suvarma tələbatlarını tam şəkildə təmin edə bilmirlər [3].



*Şəkil 1. Çay istehsal edən ölkələrin statistik meteoroloji parametrlərinin diaqramı*



*Şəkil 2. Lənkəranın hamar ərazisində çay plantasiyası*

Dünyanın aparıcı çay istehsal edən ölkələrində çay plantasiyaları, əsasən, qeyri-hamar ərazilərdə salınır [1]. Məsələn, Hindistanda, Şri-Lankada çay plantasiyaları 30-45<sup>0</sup> bucaq altında salınıb və hər il yaz, yay və payız aylarında ənənəvi üsulla çay yığımını həyata keçirilir. Bu prinsiplə salınan çay plantasiyalarında əsən küləklərin sürəti aşağı düşür, çay kollarının köklərində tələb olunan normal su balansını təmin olunur və dağların ətəklərində səhərə yaxın vaxtlarda yağan tropik yağışlar çay sahələrinin rütubətliyini 80-85 % təmin edir. Bu da, öz növbəsində həmin ərazilərdə çay plantasiyalarının məhsuldarlığını və çayın keyfiyyətini artırır.

Qeyri-hamar ərazilərdə çay plantasiyalarının salınma üsullarına əsasən [3] Azərbaycan Respublikasının Lənkəran - Astara- Masallı - Lerik və digər oxşar iqlimi olan rayonlarında da yeni çay plantasiyalarının salınması üçün aşağıdakı qaydalara riayət olunmalıdır:

1. Seçilən qeyri-hamar relyef sahəsi su mənbəyinin yanında olmalıdır.
2. Qeyri-hamar relyef sahəsi dəniz səviyyəsindən 1200-1500 m yuxarıda olmalıdır.
3. Bir çay plantasiyasının sahəsi 45-100 ha olmalıdır.
4. Seçilən qeyri-hamar relyefli sahədə salınan çay plantasiyası soyuq xəzri küləklərdən qorunmalıdır.
5. Çay plantasiyası üçün nəzərdə tutulan qeyri-hamar relyefin maillilik bucağı 30-45<sup>0</sup> olmalıdır, çünki bu halda suyun torpaqda təbii drenajlama prinsipləri və gün ərzində günəş miqdarı təmin olunur.

Azərbaycan Respublikasının iqlim xəritəsinin zonalarına uyğun araşdırmalar aparılaraq, müəyyən edilmişdir ki, Lənkəran-Astara zonasının iqliminə uyğun iqlimlər Quba, Qusar, Şəki və Zaqatala rayonlarında da müşahidə olunur. Bu ərazilərin iqlimi – yağıntısı bərabər paylanan mülayim-istidir. Həmin regionlar Böyük Qafqazın cənub (600-1500 m) və şimal-şərq (200-500 m) yamaclarındakı dağ meşələri zonası üçün səciyyəvidir. İllik yağıntı mümkün buxarlanmanın cənub yamacda 75-100%-i, şimal-şərq yamacda 50-100%-ini təşkil edir. Qışı yumşaq, yayı mülayim-istidir [4].

Aparılan təhlilərə və tədqiqatlara əsasən ekspert sisteminin məlumat bazası yaradılır. “Azərbaycanda çay plantasiyalarının salınması üçün ərazilərin relyef, iqlim və geofiziki məlumatların bazası” adlanan ekspert bazası [5] toplanılan aşağıdakı məlumatlardan formalaşır:

1. Rayonun adı (*Rayon\_ad*);
2. Rayonun yer kürəsində mövqe koordinatları (*Rayon\_X<sub>i</sub>, Y<sub>i</sub>, Z<sub>i</sub>*);
3. Rayonda çay plantasiyası üçün ayrılan ərazinin adı və mövqe koordinatları (*Rayon\_S<sub>adı</sub>: X<sub>ij</sub>, Y<sub>ij</sub>, Z<sub>ij</sub>*);
4. Rayonda çay plantasiyası üçün ayrılan ərazinin relyef quruluşu (*R<sub>q</sub>: sahənin qiyməti – S(m<sup>2</sup>); maillilik bucağı – α (°)*);
5. Rayonda çay plantasiyası üçün ayrılan ərazinin temperaturu (*T<sub>mövsüm</sub>*);
6. Rayonda çay plantasiyası üçün ayrılan ərazinin nisbi rütubətliyi (*NR<sub>mövsüm</sub>*);
7. Rayonda çay plantasiyası üçün ayrılan ərazidə küləyin sürəti (*KS<sub>mövsüm</sub>*);
8. Rayonda çay plantasiyası üçün ayrılan ərazinin torpaq növü (*TN<sub>i</sub>*);
9. Rayonda günün işıqlı vaxtı (*İV<sub>rayon\_mövsüm</sub>*);
10. Rayonda yağıntının minimum və maksimum miqdarı (*İYM<sub>mövsüm</sub>*).

Çay plantasiyalarının salınması üçün Azərbaycanın seçilmiş subtropik rayonlarının (Qusar rayonunu misalında) uyğun olaraq meteoroloji göstəriciləri aşağıdakı məntiqi ifadələrlə təsvir olunur:

Extr temperatur mövsüm Qusar Abbasova G.Y.

$\min(T_{qış}) \rightarrow -3^0C$  (Qusar) &  $\max(T_{qış}) \rightarrow +4^0C$  (Qusar);

$\min(T_{yaz}) \rightarrow -1^0C$  (Qusar) &  $\max(T_{yaz}) \rightarrow +19^0C$  (Qusar);

$\min(T_{yay}) \rightarrow +14^0C$  (Qusar) &  $\max(T_{yay}) \rightarrow +29^0C$  (Qusar);

$\min(T_{pay}) \rightarrow +2^0C$  (Qusar) &  $\max(T_{pay}) \rightarrow +17^0C$  (Qusar).

Extr nisbi rütubətlik mövsüm Qusar:

$\min(NR_{qış}) \rightarrow 68 \%$  (Qusar) &  $\max(NR_{qış}) \rightarrow 92 \%$  (Qusar);

$\min(NR_{yaz}) \rightarrow 55 \% (Qusar) \ \& \ \max(NR_{yaz}) \rightarrow 94 \% (Qusar);$   
 $\min(NR_{yay}) \rightarrow 50 \% (Qusar) \ \& \ \max(NR_{yay}) \rightarrow 78 \% (Qusar);$   
 $\min(NR_{pay}) \rightarrow 63 \% (Qusar) \ \& \ \max(NR_{pay}) \rightarrow 89 \% (Qusar).$

Qusar rayonunun günün işıqlı vaxtı:

$\dot{I}V_{Qusar\_qış} \rightarrow 9.2 \text{ saat} \ \& \ \dot{I}V_{Qusar\_yaz} \rightarrow 13.3 \text{ saat} \ \&$   
 $\dot{I}V_{Qusar\_yay} \rightarrow 15.2 \text{ saat} \ \& \ \dot{I}V_{Qusar\_pay} \rightarrow 11.1 \text{ saat}.$

Extr küləyin sürəti mövsüm Qusar:

$\min(KS_{qış}) \rightarrow m/san (Qusar) \ \& \ \max(KS_{qış}) \rightarrow m/san (Qusar);$   
 $\min(KS_{yaz}) \rightarrow m/san (Qusar) \ \& \ \max(KS_{yaz}) \rightarrow m/san (Qusar);$   
 $\min(KS_{yay}) \rightarrow m/san (Qusar) \ \& \ \max(KS_{yay}) \rightarrow m/san (Qusar);$   
 $\min(KS_{pay}) \rightarrow m/san (Qusar) \ \& \ \max(KS_{pay}) \rightarrow m/san (Qusar).$

Extr yağıntının miqdarı mövsüm Qusar:

$\min(YM_{qış}) \rightarrow 31 \text{ mm} (Qusar) \ \& \ \max(YM_{qış}) \rightarrow 39 \text{ mm} (Qusar);$   
 $\min(YM_{yaz}) \rightarrow 48 \text{ mm} (Qusar) \ \& \ \max(YM_{yaz}) \rightarrow 55 \text{ mm} (Qusar);$   
 $\min(YM_{yay}) \rightarrow 31 \text{ mm} (Qusar) \ \& \ \max(YM_{yay}) \rightarrow 35 \text{ mm} (Qusar);$   
 $\min(YM_{pay}) \rightarrow 49 \text{ mm} (Qusar) \ \& \ \max(YM_{pay}) \rightarrow 62 \text{ mm} (Qusar).$

Bu ərazilərin iqlim uyğunluğuna və relyef oxşarlıqlarına əsaslanaraq çay plantasiyaları Qusar rayonunun qeyri-hamar massivlərində salınması məqsəduyğun olardı.

**Məqalədə alınan əsas nəticələr:**

1. Çay kollarının yetişdirilməsi prosesində çay yarpaqlarının keyfiyyətinin və məhsuldarlığının artırılması üçün kompleks məsələlər müəyyən edilmişdir.
2. Azərbaycan rayonlarının qeyri-hamar ərazilərində yeni çay plantasiyalarının salınması üçün qaydalar təyin olunmuşdur.
3. Aparılan müqayisəli təhlilə və tədqiqatlara əsasən Azərbaycanın qeyri-hamar regionlarında çay plantasiyalarının yaradılması üçün ekspert sisteminin biliklər bazası yaradılmışdır.

#### **ƏDƏBİYYAT**

1. Вильчинский Н. Итоги испытания чайного куста на северном склоне Кавказского хребта: Тр. Сочинской оп.ст. Туапсе: Ударник, IS4S, вып. 16, с. 3-57.
2. [https://az.wikipedia.org/wiki/Çay\\_\(içki\)](https://az.wikipedia.org/wiki/Çay_(içki))
3. Kazımov N.M. Azərbaycanca çayçılıq. Bakı: Azərneşr, 1979, 64 s.
4. [https://az.wikipedia.org/wiki/Azərbaycanın\\_iqlimi](https://az.wikipedia.org/wiki/Azərbaycanın_iqlimi).
5. Ghuseynov E.B., Mammadov J.F., Iskenderov A.A., Abbasova G.Y. Development of complex intellectual system for efficiency growing tee plant. International Scientific journal Theoretical & Applied Science. SECTION 4. Computer science, computer engineering and automation. Issue 8, Volume 28, 2015, p. 37-43.

#### **РЕЗЮМЕ**

#### **СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЧАЙНЫХ ПЛАНТАЦИЙ В СУБТРОПИЧЕСКИХ ГОРНЫХ РЕГИОНАХ АЗЕРБАЙДЖАНА**

*Аббасова Г.Ю.*

**Ключевые слова:** чайная плантация, горный район, экспертная система, база знаний.

Поставленная в статье задача посвящается вопросу создания экспертной системы для выращивания новых чайных плантаций в субтропических горных районах Азербайджана на основе анализа существующих чайных регионов. С использованием метода интеллектуального моделирования была создана база метеорологических знаний для обеспечения процесса выращивания чайной плантации в горных склонах Азербайджана. На основе метеорологических показателей субтропических горных регионов Азербайджана Шеки-Закатала и Губа-Гусар была разработана модель принятия решения экспертной системы.

**SUMMARY**  
**CREATION OF EXPERT SYSTEM FOR GROWING TEA PLANTS IN THE SUBTROPICAL**  
**MOUNTAINS REGIONS OF AZERBAIJAN**

*Abbasova G.Y.*

**Keywords:** *Tea plant, mountain region, expert system, knowledge*

A problem which given in the paper has a purpose of expert system creation for growing new tea plants in the subtropical mountains of Azerbaijan on the base of analyze of the tea plants regions. By means of application of intellectual simulation method it was created basis of meteorological knowledge for providing process of growing tea plants in the mountains regions of Azerbaijan. On the base of meteorological parameters of the subtropical mountains regions of Azerbaijan as Shaky-Zakatala and Guba-Gusar it was developed the model of the expert system decision.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	06.06.2016
	Son variant	15.03.2017



УДК 519.687

## ЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАСКРАШЕННЫХ СЕТЕЙ ПЕТРИ

<sup>1</sup>ГУСЕЙНЗАДЕ ШАХЛА СУРХАЙ КЫЗЫ

<sup>2</sup>НАСИРОВА ЭЛЬМИРА АЛИШ КЫЗЫ

Сумгаитский государственный университет, 1-доцент, 2-ассистент

e-mail: shahla.huseynzade @ gmail.com

**Ключевые слова:** компьютерные сети, раскрашенные сети Петри, логическая структуризация, локальные сети, топология сетей, неоднородность информационных потоков.

*В статье выявлены ограничения и недостатки при использовании типовых топологий в больших компьютерных сетях и обосновано решение проблемы путем логической структуризации. Представлен подход к решению проблемы моделирования и анализа логической структуризации компьютерных сетей с применением аппарата моделирования раскрашенных сетей Петри (СП). Разработана модель, показаны необходимые действия для формирования РСП для моделирования и анализа логической структуризации компьютерных сетей.*

**Введение.** Для организации локальной сети с небольшим количеством компьютеров (10-30) чаще всего используется одна из типовых топологий (общая шина, кольцо, звезда или полносвязная сеть) [1]. Данные топологии обладают свойством однородности – все компьютеры обладают одинаковыми правами в отношении доступа к другим компьютерам. Выбор топологии существенно влияет на многие характеристики сети: однородность структуры позволяет легко увеличивать число компьютеров, облегчает обслуживание и эксплуатацию сети; наличие резервных связей повышает надежность сети.

Однако данные топологии обладают и рядом недостатков, в том числе имеются ограничения на:

- длину связи между двумя узлами;
- на количество узлов в сети;
- на интенсивность трафика.

Кроме этих ограничений сеть с типовой топологией, в которой все физические сегменты рассматриваются в качестве одной разделяемой среды, оказывается неадекватной структуре информационных потоков в большой сети, по нижеперечисленным причинам:

- отказ от разделяемых линий связи по техническим причинам, компьютеры могут затратить больше времени на ожидание для использования линии связи, чем непосредственно на передачу данных по линии связи;

- необходимость передачи информации на всю сеть и тем самым занимать ее;
- перераспределения передаваемого трафика между различными физическими сегментами сети;

- возникновение неоднородности информационных потоков: обмен данными наблюдается между компьютерами, принадлежащими одной подсети, и только небольшая часть обращений происходит к ресурсам компьютеров, находящихся вне локальных рабочих групп;

- при централизованном хранилище корпоративных данных: интенсивность внешних обращений выше интенсивности обмена между "соседними" машинами;
- передача пакетов по общей разделяемой среде при интенсивном трафике: общая среда перестает справляться с потоком передаваемых кадров и в сети возникает очередь компьютеров, ожидающих доступа.

Для снятия этих ограничений и несовместимостей используются специальные методы структуризации сети и специальное структурообразующее коммуникационное оборудование, с помощью которого отдельные сегменты сети взаимодействуют друг с другом. Логическая структуризация сети – это процесс разбиения сети на сегменты с локализованным трафиком [2]. Для логической структуризации сети используются такие коммуникативные устройства как мосты, коммутаторы, маршрутизаторы, и шлюзы (Рис.1).

**Обобщенная модель логической структуризации компьютерной сети.** Процесс функционирования компьютерной *сети*, моделирующий логическое разделение потока информации, может быть специфицирован в виде раскрашенной СП.

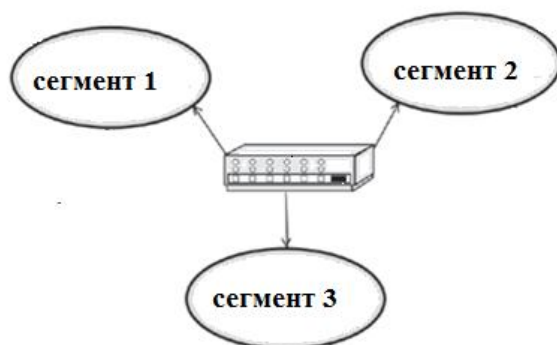


Рисунок 1. Логическая структуризация сети.

Основной акцент в дальнейшем содержании данной статьи сделан на вопросах формальной спецификации функциональной модели логической структуризации компьютерной сети и его сегментов. Формализованные решения по реализационно-независимым функциональным моделям логической структуризации компьютерной сети и их функциональных подсистем выполняется с учетом выделенных типовых сегментов. В качестве языка спецификации в предлагаемом подходе используется аппарат высокоуровневых СП [3].

Поскольку «изобразительных» средств классических СП при спецификации сложных систем оказывается недостаточно, в аппарате СП имеются их расширения (обобщения) в виде раскрашенных, временных, иерархических и др. СП. В данной работе будет использован класс раскрашенных временных СП.

Сеть Петри с разноцветными маркерами формально определяется как набор вида  $N = ( P, T, \Omega, F, H, \lambda, \Psi, \mu_0 )$ , где  $P = \{ p \}$  – непустое конечное множество позиций;  $T = \{ t \}$  – непустое конечное множество переходов;  $\Omega = \{ \omega \}$  – непустое конечное множество цветов маркеров;  $F: P \times T \rightarrow \{0, 1, 2, \dots\}$  и  $H: T \times P \rightarrow \{0, 1, 2, \dots\}$  – соответственно функции инцидентности множеств позиций и переходов;  $\lambda: (P \times \Omega) \times T \rightarrow (0, 1)$  – функция распределения цветов маркеров по входным позициям переходов сети;  $\psi: T \times (P \times \Omega) \rightarrow (P \times \Omega)$  – функция распределения цветов маркеров по выходным позициям переходов сети;  $\mu_0: P \times \Omega \rightarrow \{0, 1, 2, \dots\}$  – начальная маркировка сети [3].

Функции  $\lambda$  и  $\Psi$  задают законы срабатывания переходов и определяют распределение

цветов маркеров по позициям сети в процессе ее функционирования.

При дальнейшем изложении подхода к спецификации функциональной модели придерживается система обозначений, используемая в инструментальной программной системе моделирования раскрашенных СП Design/CPN [4]. В общем случае, процесс функционирования **логической структуризации компьютерной сети**, моделирующий реализацию передачи статического ресурса, может быть специфицирован в виде раскрашенной сети Петри.

**Описание структурных параметров СП логической структуризации компьютерной сети.** Функция цвета  $C$  определена для фишек сети на множестве цветов двух типов: (ID, Req) и (ID, Data). В обоих случаях ID обозначает идентификатор сетевого соединения, по этому идентификатору коммутативное устройство определяет, куда направить ответные данные. Req – передаваемая информация, Data - полученные данные в результате обработки запроса коммутативными устройствами. Переход Get\_Res моделирует работу коммутативного устройства, этот переход всегда выполняется при наличии фишки цвета (ID, Req) во входной позиции (Вход) без дополнительных ограничений. При срабатывании перехода фишка цвета (ID,Req) удаляется из элемент-позиции (Вход, (ID,Req)), а элемент-позиция (Выход, (ID, Data)) получает фишку цвета (ID, Data). Механизм работы такой сети позволяет одновременно выполняться нескольким элемент-переходам, то есть несколько фишек разных цветов могут поступать на вход перехода и обрабатываться им независимо друг от друга. Идентификатор каждой фишки гарантирует, что каждый ответ найдет своего заказчика. (ID, Req) – идентификатор входного компьютера, осуществляющего передачу информации. (ID, Data) – идентификатор выходного компьютера, по этому идентификатору коммутативное устройство определяет, куда направить передаваемую информацию.

Описание параметров данной сети (цвета, позиции, переходы и т.д.).

▪ Допустимые в сети цвета определены следующим образом:

$\omega_1 = (\text{Id\_req}, \text{Full}, \text{Id\_app})$  – идентификатор коммутативного устройства, где Id\_req  $\square$  целое неотрицательное число, Full  $\square$  логического типа с набором значений {true,false}, Id\_app  $\square$  целое неотрицательное число;

$\omega_2 = \text{list of (key, value)}$  – входная информация, где Key  $\square$  и Value переменные строкового типа;  $\square$

$\omega_3 = \text{list of (key, value)}$  – выходная информация, где, также Key - строкового типа, Value -  $\square$  двоичный набор данных.

▪ Позиции сети включают:

P1– Вход, наличие фишки в которой свидетельствует о наличии запроса к коммутативному устройству от входного сегмента. Фишки этой позиции характеризуются цветом (ID, Req);

P2– Форма\_Add\_Req  $\square$  позиция, при наличии фишек в этой позиции коммутативное устройство генерирует форму для входного сегмента. Цвет фишек позиции определяется как (ID, Data), записи поля Data определяют характеристики формы выходного сегмента;

P3– Темп, позиция для сохранения результатов заполнения промежуточных форм и сохранения промежуточных результатов работы приложения. Цвет фишек позиции определяется как (ID,Req);

P4– AppData  $\square$  позиция, фишки которой инициируют запуск приложения. Цвет фишек AppData определяется как (ID, Data).

P5– Выход,  $\square$  фишки этой позиции определяют результат работы коммутативного устройства по предоставлению информации пользователю. Фишки позиции имеют цвет (ID, Data). Данные поля Data фишек этой позиции, есть результат работы коммутативного устройства.

▪ Переходы и правила срабатывания для них в данной СП определены следующим образом:

t1–Check\_Add\_Req - переход выполняет анализ фишек позиции P1– Вход на основе поля Full и срабатывает только в том случае, если поле Full для фишек входной позиции имеет значение false. В этом случае, переход копирует фишку в позицию P3– Темп и создает новую фишку в позиции P2– Форма\_Add\_Req со значением Number = Number + 1 и полем Data, содержащем дополнительную информацию для входного сегмента, которому отобразится форма;

t2 –Add\_Req □ переход, моделирующий подготовку ответа входного сегмента на основе данных, запрашиваемых коммутативного устройства в позиции P2– Форма\_Add\_Req, т.е. переход моделирует работу входного сегмента с дополнительными данными, запрашиваемыми коммутативным устройством;

t3 – Check\_Ready □ переход срабатывает в случае поступления завершеного ответа от входного сегмента в том случае, если поле Full в фишке позиции P1– Вход будет иметь значение true. В этом случае, переход изымает фишку из входной позиции и создает фишку в позиции P4– AppData, наличие которого инициирует процедуру запуска одного из приложений;

t4 – App\_1 ...App\_N- эти переходы моделируют работу функциональных подсистем в коммутативном устройстве. В качестве требования к срабатыванию перехода является наличие фишки в позиции P4– AppData и в позиции P3– Темп со значением поля Id\_App равному идентификатору приложения App\_N;

t5 – Timer\_In, t6 – Timer\_Add\_Req, и t7 – Timer\_App и t8 – Timer\_Temp\_Data □ переходы-таймеры реализуют механизм удаления устаревшей информации из позиций в том случае, если информационные сообщения, моделируемые фишками, не обрабатываются в течение продолжительного времени базовыми функциональными компонентами коммутативного устройства.

**Описание механизма работы СП логической структуризации компьютерной сети.** Идентификатор передачи статического ресурса представляется в виде  $\omega_1 = (\text{Id\_req}, \text{Full}, \text{Number}, \text{Id\_app})$ . Первые две компоненты позволяют идентифицировать входной сегмент и информацию, соответственно. Full – переменная логического типа, отвечающая за полноту запроса. Последняя составляющая, Id\_app, определяет выходную функциональную подсистему (сегмент) в коммутативном устройстве. Таким образом, зафиксирован набор цветов, с которыми работает сеть. Функция цвета местам P1– Вход, P2– Форма, P4– AppData ставит в соответствие цвета типа  $\omega_1$ , месту P3– Темп □ оба типа цветов  $\omega_1$  и  $\omega_2$ , а всем остальным – цвета типа  $\omega_3$ . Функция начальной разметки сопоставляет месту P1– Вход любое количество разных фишек (число фишек одного цвета равно единице), а все остальные места □ пусты. Начальная маркировка означает поступление запросов входного сегмента, должна сопоставлять месту Input любое количество разных фишек (число фишек одного цвета равно единице), а всем остальным местам □ пустое мультимножество. Таким образом, в начале имеем фишку в P1– Вход цвета  $\omega_1$ . При Full = false выполняется переход t1–Check\_Add\_Req (охраны перехода) или при Full = true выполняется переход t3 – Check\_Ready. Далее в зависимости от цвета фишки может выполняться один из переходов. Далее процесс повторяется до тех пор, пока вновь поступившая фишка не будет иметь Full = true.

**Заключение.** Разработанная модель логической структуризации компьютерных сетей с применением раскрашенных СП позволяет повышать эффективность работы сети, проанализировать распределения информационных потоков при их неоднородности на основе свойств «живости», «ограниченности», «достижимости», которые важны при программной реализации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Одом У. Компьютерные сети. Первый шаг = Computer Networking: First-step / Пер. В. Гусев. СПб.: Вильямс, 2006, 432 с.
2. Таненбаум Э, Уэзеролл Д. Компьютерные сети. СПб.: Питер, 2012, 960 с.
3. А.А.Лескин, П.А.Мальцев, А.М.Спиридонов. Сети Петри в моделировании и управлении. СПб.: Наука, 1989, 133с.
4. "Best Practices in Enterprise Portals", KMWorld, 2001, July/August, <http://www.kmworld.com>

## XÜLASƏ

### RƏNGLİ PETRİ ŞƏBƏKƏLƏRİNİN TƏTBİQİ İLƏ KOMPÜTER ŞƏBƏKƏLƏRİNİN MƏNTİQİ STRUKTURLAŞDIRILMASI

*Hüseynzadə Ş.S., Nəsirova E.Ə.*

**Açar sözlər:** *kompüter şəbəkələri, rəngli Petri şəbəkələri, məntiqi strukturlaşma, lokal şəbəkələr, şəbəkə topologiyaları, informasiya axınının heterogenliyi.*

Məqalədə böyük kompüter şəbəkələrində standart şəbəkə topologiyalarından istifadə zamanı məhdudiyyətlər və çatışmamazlıqlar aşkarlanmışdır. Problemin həlli yolu kimi məntiqi strukturlaşdırma təklif olunmuşdur. kompüter şəbəkələrinin məntiqi strukturlaşdırılmasının modelləşdirilməsi və analizi üçün rəngli Petri şəbəkələrinin (RPŞ) tətbiqi əsaslandırılmışdır. Model işlənmişdir, kompüter şəbəkələrinin məntiqi strukturlaşdırılmasının modelləşdirilməsi və analizi üçün RPŞ -nin qurlmasının əsas addımları göstərilmişdir.

## SUMMARY

### LOGICAL RESTRUCTURING OF COMPUTER NETWORKS USING COLOURED PETRI NETS

*Huseynzadeh Sh.S., Nasirova E.A.*

**Keywords:** *computer networks, colored Petri nets, logical structuring, local area networks, network topology, heterogeneity of information flows.*

The article reveals the limitations and drawbacks when using typical topologies in large computer networks and reasonable solution to the problem through logical structuring. An approach to the problem of modeling and analysis of the logical structuring of computer networks using simulation apparatus colored Petri network (CPN). A model shows the necessary steps for the formation of CPN simulation and analysis of the logical structuring of computer networks.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	20.09.2016
	Son variant	15.03.2017

UOT 62-623

## KARBOHİDROGENLƏRİN TURBULENT AXIN VƏ KRİTİKDƏN YÜKSƏK PARAMETRLƏRDƏ İSTİLİK MÜBADİLƏSİ

<sup>1</sup>İSAYEV HİDAYƏT İSA oğlu

MƏMMƏDOV ŞİKAR HACI oğlu

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, dosent*

<sup>2</sup>RAMAZANOVA GÜNAY SƏMƏD qızı

*Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, 1-professor, 2-tyutor*

*e-mail: sdu.elmixeberler@mail.ru*

**Açar sözlər:** *turbulent axını, istilik mübadiləsi, xassələr, meyar, empirik asılılıq, axın*

*Məlumdur ki, hal parametrlərinin kritik nöqtəyə yaxın sahəsində istilik daşıyıcılarının kanalda hərəkəti zamanı həm hidravlik müqavimətə, həm də istilik mübadiləsi prosesinin gedişinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edən maddənin fiziki xüsusiyyəti kəskin və özünəməxsus dəyişikliyə məruz qalır.*

Göstərilən şəraitdə istilik mübadiləsi prosesinin mürəkkəbliyi səbəbindən istilik vermənin yekun hesabat tənlikləri mövcud deyil. Verilən məsələnin həlli zamanı yaranan bütün çətinliklər əsas etibarilə kanalın en kəsiyi üzrə selin qeyri izotermikliyinə istilik vermə əmsalına təsiri ilə əlaqədardır. Göstərilən hadisənin nəzərə alınma üsulu ayrı-ayrı tədqiqatçılar tərəfindən müxtəlif cür həll olunur. Axının kəsiyi boyunca fiziki xüsusiyyətlərin qeyri-bərabərliyini nəzərə alan  $N_{u0}$  üçün düzəlişlərlə alınan məlum asılılığa bir çox tədqiqatçılar əlavələr edirlər. Hazırkı zamanda kritikdən yüksək parametrlərdə istilik mübadiləsini hesablamaq üçün bir neçə tənlik məlumdur.

B.S.Petuxov [2] mövcud empirik asılılığı analiz edərək F.A.Krasnoşekov və B.S.Protopopovun su və karbon iki oksidinin istilikverməsinin eksperimental təcrübələr nəticəsində aldığı aşağıdakı asılılığa daha çox üstünlük verir.

$$N_{U\phi} = N_{U_0} \left(\frac{\rho C}{\rho_{\partial k}}\right)^{0,3} \left(\frac{C_p}{C_{\partial k}}\right)^n \quad (1)$$

(1) Bərabərliyindəki  $N_{U_0}$  aşağıdakı kimi təyin olunur

$$N_{u_0} = \frac{\frac{z}{8} R_e P_r}{12,7 \sqrt{\frac{z \left( P_r^{\frac{2}{3}} - 1 \right) + 1,07}{8}}} \quad (2)$$

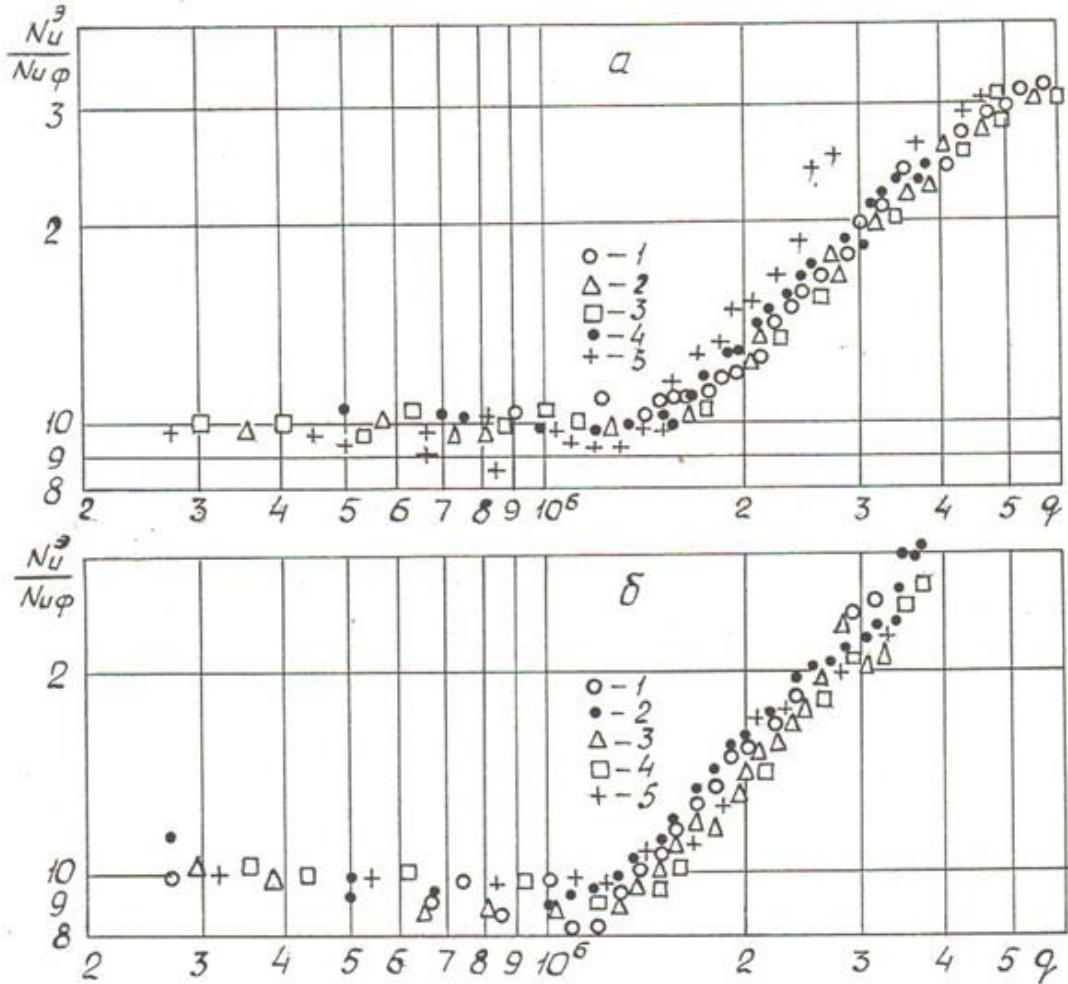
Orta inteqral istilik tutumu isə

$$C_p = \frac{i_c - i_{\partial k}}{t_c - t_{\partial k}} \quad (3)$$

Müxtəlif karbohidrogenlərlə məcburi hərəkətdə vertikal boruda və kritikdən yüksək parametrlərdə turbulent rejimdə aparılan eksperimental tədqiqatlardan istilik mübadiləsi üçün alınan nəticələr (1) tənliyi vasitəsilə  $N_{u_0}$  kriterisi təyin olunmuş və  $\frac{N_{u_2}}{N_{u_0}} = f(q)$  asılılıq qrafiki qurulmuşdur. (Şəkil 1a). Şəkildən görüldüyü kimi, verilmiş tənliklər karbohidrogenlər üçün istilik mübadiləsini  $t_s \geq t_m$  sahəsində kifayət dərəcədə ifadə edə bilər, eyni zamanda da  $t_s \leq t_m$  aşağı nəticələr göstərir.

(1) tənliyinin n-heptanın istilik verməsinin tədqiqindən (vertikal qalxma və enmə hərəkət, maili  $\phi = 30^\circ$  və  $60^\circ$  eyni zamanda borunun horizontal vəziyyətində) alınan nəticələrin təbiiqi göstərdi ki, təklif olunan asılılıq bu şərtlər daxilində istilikverməni təsvir edir, başqa sözlə,

$q \geq 120 \text{ MVt/m}^2$  olduqda  $\frac{Nu_a}{Nu_0}$  nisbəti borunun istənilən vəziyyətində artır və nöqtələr qarışır. Hesabatların nəticəsi eyni zamanda  $\frac{Nu_a}{Nu_0} - f(q)$  qrafiki asılılıq şəklində göstərilir. (Şək.1b)



Şəkil 1. (4) ifadəsi ilə istilik mebdiləsinin hesablanması

Beləliklə, eksperimental qiymətlərin E.A.Krasnosekov və B.S.Protopopovun məcburi turbulent axını üçün təklifi ilə müqayisəsi göstərir ki, bu təklif  $t_s \geq t_m$  olduqda karbohidrogenlərin istilikverməsinə xarakterizə etmək üçün yaramır belə ki, göstərilən sahəsində təcrübi qiymətlər hesabat qiymətlərindən iki dəfədən çox fərqlənir.

Bununla əlaqədar olaraq, göstərilən ölçüsüz kriteriyalarla təcrübi qiymətlərdən istifadə etməyə cəhd edilmişdir [3]

Həmin korrelyasiya aşağıdakı şəkildədir:

$$Nu_{u\phi} = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.4} \left[ 2 / (\sqrt{0.8\phi} + 0.2) + 1 \right]^2 F \quad (4)$$

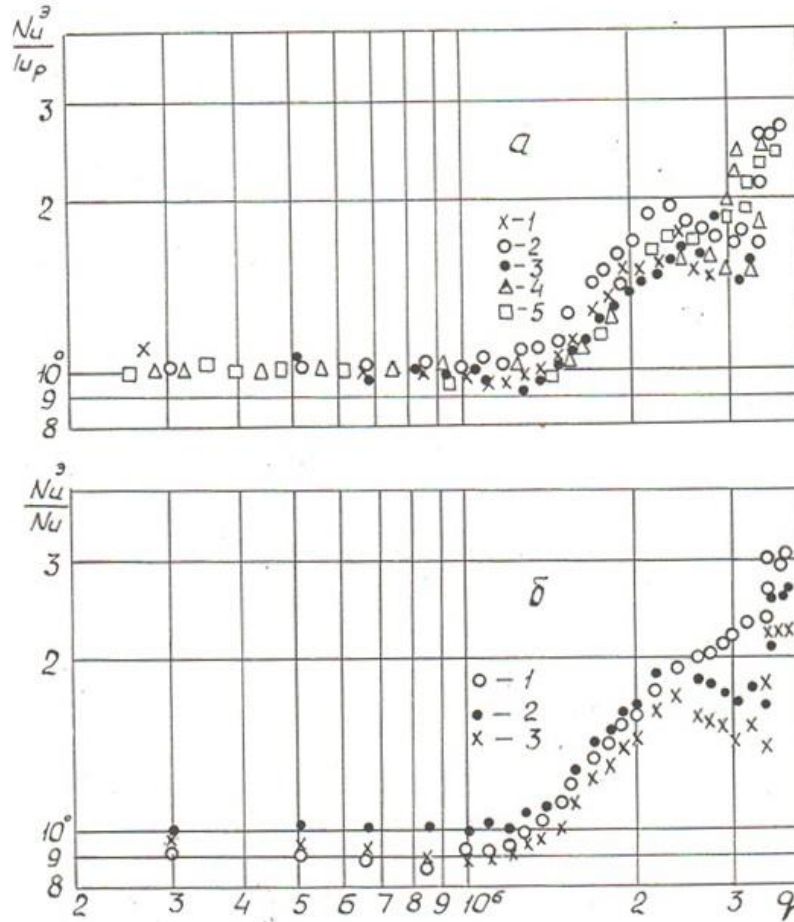
Burada:  $\Psi = 1 + \beta \Delta T$   $C_p < C_{pn}$  olduqda,  $F=1$   $C_p > C_{pn}$  olduqda

$$F = (C_p / C_{pn})^{0.28}$$

Şəkil 2-də borunun müxtəlif vəziyyətlərində n- heptanın istilik verməsinin hesabat – analitik təcrübi nəticələri göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, (4) və (1) ifadəsi  $t_s < t_m$  şərtində kifayət qədər istilikverməni müəyyən edə bilər. (4) ifadəsinin (1) ifadəsi ilə müqayisədə üstünlüyü ondan ibarətdir ki, (4) ifadəsinə əsasən hesablanmış  $Nu_{u\phi}$   $t_s \geq t_m$  olduqda müəyyən

qədər çox alınır və uyğun olaraq  $\frac{Nu_2}{Nu_\phi}$  nisbəti kiçik alınır. Məsələn:  $q=30 \text{ MVt/m}^2$  olduqda

$$\frac{Nu_2}{Nu_{\phi(u)}} = 2.20 \text{ və } \frac{Nu_2}{Nu_{\phi(u)}} = 1.67 \text{ yəni } \frac{Nu_{a(b)}}{Nu_{\phi(u)}} = 1.32$$



Şəkil 2. (5) ifadəsi ilə istilik mebdiləsinin hesablanması

Bu, şəkil 2b-də göstərilən  $\frac{Nu_2}{Nu_{\phi(b)}} = f(q)$  müqayisə qrafikindən yaxşı görünür. Nusselt kriteriyasının qiyməti (1) kriterial tənliyinin I əyrisi, (4) kriterial tənliyinin -2 əyrisi və Petuxov-Kirillov (2) –tənliyinin 3 əyrisinin köməyi ilə hesablanmışdır. Bu asılılıqlar n-heptanın vertikal boruda aşağı hərəkətində istilik vermənin təcrübə qiymətlərinin hesabı zamanı alınmışdır. Oxşar nəticələr vertikal boruda mayenin yuxarı hərəkəti, eyni zamanda təcrübə borusunun müxtəlif vəziyyətlərində də alınmışdır.

Bu, eyni zamanda (1), (2) və (4) formulasına əsasən hesablanmış Nusselt kriteriyasının eksperimental və hesabat qiymətləri göstərilmiş cədvəldən də aydın görünür. Bu qiymətlər təcrübə borusunun vertikal (mayenin yuxarı hərəkəti) və maili  $\varphi = 60^\circ$  vəziyyətində, termocütlərin göstərişi isə borunun girişindən  $\frac{x}{\alpha} = 60$  məsafədə götürülmüşdür.

Şəkil 2a-da göstərilmiş tədqiqatın nəticələri və (1),(2) və (4) formulalarına əsasən hesablanmış Nusselt kriteriyasının qiymətləri (cədvəl1) göstərir ki, intensiv istilik mübadiləsi oblastında (2) formulası digər iki formula ilə müqayisədə daha qəbul ediləndir. Bu onu göstərir ki, təcrübə qiymətlərindən ümumi nəticə çıxaranda (2) formulasını əsas götürmək və ona uyğun istilik mübadiləsinə təsir edən müxtəlif faktorları nəzərə alan əlavə düzəlişlər etmək lazımdır.



Digər alimlərin tədqiqatları ilə yanaşı Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin “Karbohidrogenlərin istilik fizikası” lobaratoriyasında oxşar tədqiqatlar aparılmış və toloul və benzolun istilik verməsinin eksperimental tədqiqi [4] zamanı ümumiləşmiş asılılıq verilmişdir:

$$N_{U\phi} = N_{U_0} \left( \frac{\rho_c}{\rho_{\partial k}} \right)^n \quad (5)$$

Cədvəl 1-də (1), (2) və (4) formulalarına əsasən hesablanmış Nusselt kriteriyasının eksperimental və hesabat qiymətləri verilmişdir.

**Cədvəl 1.**

№	Vertikal boru, yuxarı hərəkət				Maili boru			
	$N_U^{\partial}$	$N_{U_0}(2)$	$N_{U\phi}(1)$	$N_{U\phi}(4)$	$N_U^{\partial}$	$N_{U_0}(2)$	$N_{U\phi}(1)$	$N_{U\phi}(4)$
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	83.9	83.3	84.8	76.1	88.7	93.2	94.8	84.0
2	85.7	90.1	31.4	-	89.7	100.0	101.9	89.4
3	87.4	94.8	96.9	84.8	92.4	101.7	104.1	90.6
4	86.7	99.0	101.2	87.9	93.8	107.1	108.3	94.5
5	85.8	101.0	-	83.9	90.1	111.9	100.5	98.6
6	89.6	108.0	107.2	94.7	96.4	113.5	100.3	99.9
7	84.7	109.0	102.9	95.7	103.4	114.2	101.3	100.6
8	91.9	109.0	98.9	96.5	110.4	116.4	100.2	102.1
9	96.7	111.0	95.9	97.3	118.2	118.3	99.6	103.2
10	104.2	112.0	96.0	97.8	128.4	120.3	100.6	104.4

Harada ki,  $n = t_s = f(q)$  qrafiki asılılığının ayrı-ayrı sahələri üçün müxtəlif qiymətlərə malikdir. Sonralar təcrübə qiymətlərin artması ilə əlaqədar olaraq aromatik sıralar (etilbenzol) üçün aşağıdakı şəkildə kriterial tənlik alınmışdır

$$N_{U\phi} = N_{U_0} \left( \frac{\rho_c}{\rho_{\partial k}} \right)^n \left( \frac{C_p}{C_{p\partial k}} \right)^m \left( \frac{T_c}{T_m} \right)^k \quad (6)$$

(5) və (6) tənliyinə daxil olan Nusselt kriteriyasının qiyməti Petuxov-Kirillov tərəfindən təklif edilmiş (2) ifadəsinə əsasən hesablanmışdır. Ümumiləşmiş (5) ifadəsindən (6) ifadəsinə keçid onunla izah olunur ki, (5) ifadəsinin  $n$  –heksanın istilikverməsinin tədqiqinin nəticəsinə tətbiqinə baxmayaraq, müxtəlif sinif karbohidrogenlər üçün ayrı-ayrı asılılıqlar oxşardır, başqa sözlə, hər hansı bir əlavə hadisələrin təsiri aşkar olunmayıb böyük fərq verir. (6) tənliyi aromatik karbohidrogenlərin istilikverməsinə ifadə etdiyindən həmin ifadəni bu sıradan olan digər karbohidrogenlər üçün tətbiq etdikdə məqsədə uyğun sayılır ki, əvvəlcə baxılan korrelyasiyanın aparılan tədqiqatın nəticələrinə tətbiqinin mümkünlüyü müəyyən olunsun

### ƏDƏBİYYAT

1. Мамедов Ш.Г. Влияние направления движения и положения трубы на теплоотдачу n-гептана при турбулентном течении и сверхкритических давлениях. Дис....кан.тех.наук. Баку: 1989.
2. Петухов Б. С. Теплообмен в однородной среде при околокритических параметрах состояния. ТВТ, 1968, №4.
3. Yeroshenko V.M Yaskin L.A Applicability of various correlation for the prediction of turbulent heat transfer of supercritical helium. Cryogehies, 1981, vol. 21, N 2, pp. 94-96.
4. Исаев Г.И Экспериментальное исследование теплоотдачи при течении жидкости толуола и бензола в трубе при сверхкритическом давлении. Дис... канд. техн. наук, Баку: 1975.
5. Мамедов Р.С Теплообмен при турбулентном режиме течения n-гексана и этилбензола в трубе при сверхкритических давлениях. Дис....кан.тех.наук. Баку: 1988.

**РЕЗЮМЕ**  
**ТЕПЛООБМЕН ПРИ ТУРБУЛЕНТНОМ ТЕЧЕНИИ УГЛЕВОДОРОДОВ**  
**СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ.**

*Исаев Г.И., Мамедов Ш.Г., Рамазанова Г.С.*

**Ключевые слова:** турбулентное течение, теплообмен, свойства, критерий, эмпирические зависимости, поток.

Ввиду сложности процесса теплообмена в указанных условиях в настоящее время отсутствуют окончательные методы расчета теплоотдачи. Все затруднения при решении данного вопроса, в основном, связаны с учетом влияния на коэффициент теплоотдачи поперечной неизотермичности потока. Способ учета указанного явления отдельными исследователями решается по-разному.

**SUMMARY**  
**HEAT TRANSFER IN TURBULENT FLOW OF HYDROCARBONS**  
**SUPERCRITICAL STATE.**

*Isayev H.I., Mammadov Sh., Ramazanova G/S/*

**Keywords:** turbulent flow, heat transfer properties, criteria, empirical relationships, flow.

Because of complex heat transfer process in these conditions, there are currently no definitive methods for calculating heat transfer. All difficulties for solving this issue, mainly associated with the influence on the heat transfer coefficient of the transverse non-isothermal flow. The method of records of this phenomenon is solving in different ways by the researchers.

Daxil olma tarixi:	Ilkin variant	03.06.2016
	Son variant	15.03.2017

УДК 622.245.084.34

## О СВОЙСТВАХ ЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА

<sup>1</sup>СУЛЕЙМАНОВ ЭЛЬДАР МАМЕД ОГЛЫ

<sup>2</sup>СУЛЕЙМАНОВ ЭЛЬНУР ТАХИР ОГЛЫ

<sup>3</sup>КУЗНЕЦОВ ВЯЧЕСЛАВ АЛЕКСЕЕВИЧ

1,3 - НИИ «Геотехнологические Проблемы Нефти, Газа и Химии»,  
1-ст.н.с., д.т.н, 3-вед.н.с., к.т.н.

2- Азербайджанский государственный университет нефти  
и промышленности, докторант

e-mail: eldar.suleymanov.1950@gmail.com

e.t.suleymanov@gmail.com, viateslav@rambler.ru

**Ключевые слова:** раствор, цемент, скважина, давление, пласт.

*Важным фактором является правильный выбор наполнителя. С точки зрения технологии цементирования идеальным считается такой раствор, который в течение времени, необходимого для его закачки в скважину и продавливания в затрубное пространство, остается жидким, а затем быстро схватывается и твердеет. Отсюда вытекает возможность различных сроков схватывания и прочности цементного камня.*

**Введение.** При цементировании часто необходимо применять облегченные растворы, плотность которых значительно меньше плотности чистых цементных растворов [1].

Облегченные тампонажные растворы применяются: а) если в разрезе скважины имеются поглощающие горизонты или пласты, склонные к гидроразрыву под действием повышенного гидростатического давления; б) если цементный раствор в затрубном пространстве скважины требуется поднять на большую высоту; в) для снижения затрат на цементирование скважины в результате экономии высококачественного тампонажного цемента.

Растворы пониженной плотности получают при:

1) затворении растворов из тампонажного цемента с наполнителями, которые имеют значительно меньшую плотность (кокс, гильсонит), чем цемент, или обладают повышенной водопотребностью (бентонит, диатомит, опока);

2) использовании в качестве вяжущих материалов смол и пластмасс, имеющих значительно меньшую плотность, чем тампонажные цементы;

3) аэрировании растворов, приготовленных из тампонажных цементов.

**Цель исследования.** Наиболее распространен первый способ приготовления облегченных растворов, а лучшая облегчающая добавка – бентонит, который дает возможность значительно повысить водоцементное отношение и тем самым снизить плотность раствора [2].

Важным фактором является правильный выбор наполнителя, например, для клинкера Карадагского цементного завода марки 400: (химический состав, %: 40,69 SiO<sub>2</sub>; 4,79 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,62 FeO; 3,14 MnO; 47,14 CaO; 3,62 MgO), так как физико-химические свойства облегчающих наполнителей влияют не только на тампонирующие свойства облегченных растворов, но и на процессы приготовления и продавливания их в затрубное пространство.

**Методы решения.** Наполнители должны удовлетворять следующим требованиям:

1) иметь, возможно, меньшую плотность; 2) не должны содержать примесей, отрицательно влияющих на свойства вяжущего материала и жидкости, используемой для

затворения; 3) иметь частицы размером не более 5 мм; 4) обладать возможно большей прочностью зерен (вспученный перлит, обожженный диатомовый песок); 5) иметь влажность не более 3%; 6) обладать стабильными физическими свойствами (плотность, гранулометрический состав, удельная поверхность и др.); 7) быть сравнительно дешевыми и доступными для получения в требуемых количествах.

Легкие тампонажные растворы могут быть приготовлены: 1) смешением сухих компонентов вяжущих материалов с легкими наполнителями (или водопотребными добавками) с последующим затворением смеси водой; 2) затворением вяжущих материалов глинистым раствором, имеющимся на буровых или специально приготовленным.

По второму способу можно получить более легкие растворы, но применять их рекомендуется при несложном цементировании (например, кондукторов), так как физико-механические свойства получаемого при этом камня несколько ниже, чем свойства камня, получаемого первым способом, и кроме того, невозможно строго выдержать заданную рецептуру раствора.

На поведение цементного раствора влияют способ его приготовления и закачка, а также условия, существующие на забое скважины. Методы цементирования нефтяных скважин требуют, чтобы чистый цементный раствор можно было прокачивать насосом. Это означает, что в растворе должно содержаться не менее 40% воды, причем иногда происходит дальнейшее разбавление раствора в скважине промывочной жидкостью. В течение 0,5 часа или больше раствор перемешивается насосами и находится в турбулентном движении в трубах. До начала схватывания целостность раствора могут нарушить газовые пробки. На схватывание цементного раствора влияют соленые пластовые воды. Часть воды из цементного раствора может отфильтроваться в проницаемые пласты. Любой из перечисленных факторов может значительно изменить свойства цементного раствора, препятствуя выполнению его функций.

К тампонажному цементу предъявляются следующие основные требования:

1. Цемент должен образовать раствор хорошей текучести, который сохраняет это свойство в течение времени, необходимого для закачки и продавливания его в затрубное пространство.

2. Цементный раствор должен сохранить стабильность при температуре и давлении, существующих в скважине.

3. После закачки в скважину цементный раствор должен схватываться, сохраняя при этом первоначальный объем.

4. Образующийся цементный камень должен быстро твердеть, превращаясь в плотную массу и приобретая за короткий срок достаточную прочность.

5. Цементный камень должен быть стоек по отношению к щелочным и сульфатным пластовым водам, приуроченным к глубоким горизонтам.

6. Схватившийся цемент не должен быть проницаем, чтобы предотвратить переток жидкости из одного пласта в другой и защитить обсадную колонну от проникновения корродирующих жидкостей.

7. Цементный камень в начальный период его твердения должен быть достаточно пластичным, чтобы в нем не образовывались трещины при перфорации скважины.

Ни один цемент не может удовлетворить всем этим требованиям, связанными с различными условиями, встречающимися в нефтяных скважинах. Перед буровиками возникает задача: выбрать среди цементов различных типов тот, который лучше всего отвечает требованиям, вытекающим из имеющихся конкретных условий.

Одним из наиболее важных параметров цементного раствора считается время его загустевания [3]. Оно зависит от химического состава и тонкости помола цемента, от содержания в растворе воды и других компонентов, а также от температуры и давления в

стволе скважины. Очевидно, для регулирования этого параметра нельзя изменять существующие в стволе скважины условия, а необходимо подобрать соответствующий состав раствора.

Временем загустевания называется время, в течение которого цементный раствор сохраняет текучесть в заданных лабораторных условиях. В промышленных условиях это время должно быть достаточным, чтобы обеспечить возможность закачки и продавливания цементного раствора за обсадную колонну.

Если продолжить перемешивание цементного раствора после того, как его подвижность начинает быстро уменьшаться, это может привести к понижению прочности и повышению проницаемости цементного камня, т. е. ухудшить контакт между обсадными трубами, цементным камнем и породой. Время загустевания указывает на продолжительность перемешивания и продавливания цементного раствора, т. е. на время, в течение которого он еще сохраняет свойства прокачиваемости.

Время загустевания цементного раствора в лабораторных условиях сравнивают с расчетной величиной продолжительности цементирования и выбирают наиболее подходящие по составу цемент или смесь [4].

Схватывание цементного раствора зависит от состава цемента, количества введенных в раствор добавок, содержания воды, а также от существующих в скважине условий. Начало и конец схватывания определяются с помощью иглы Вика. С точки зрения технологии цементирования идеальным считается такой раствор, который в течение времени, необходимого для его закачки в скважину и продавливания в затрубное пространство, остается жидким, а затем быстро схватывается и твердеет. При этом уменьшается возможность загрязнения цементного раствора, а скважина может быть введена в строй за минимальное время.

Величина плотности цементного раствора должна регулироваться с достаточной точностью в соответствии с конкретными условиями в данной скважине. Во многих случаях цементирование проходит легко и дает удовлетворительные результаты, если плотность цементного и глинистого растворов примерно одинаковы [5]. В большинстве случаев бывает вполне достаточным изменение плотности цементного раствора в пределах 1,5-2,2 г/см<sup>3</sup>. При необходимости снижения плотности рекомендуется использовать легкие накопители, цементные растворы обладают большой скоростью фильтрации. Это отрицательно сказывается на качестве цементирования обсадных колонн.

Под влиянием избыточного гидростатического давления, создающегося в скважине относительно давления жидкости в различных горизонтах, цементный раствор отдает воду в проницаемые пласты; при этом в разных частях столба цементного раствора фактические значения водоцементного отношения бывают различными. Отсюда вытекает возможность различных сроков схватывания и прочности цементного камня, а также возможность образования водяных «карманов» (особенно в верхней части столба цементного раствора).

При определенных условиях (высокопроницаемые породы, большие перепады давления) возможна дегидратация цементного раствора, приводящая к образованию толстой цементной корки на стенках скважины и прихвату колонны обсадных труб. Там, где такие условия преобладают, рекомендуется применять специальные цементные растворы с малой водоотдачей.

Использование цементных растворов с низкой водоотдачей значительно уменьшает опасность прихвата труб обезвоженным цементом. Кроме того, предотвращается обычная опасность мгновенного (ложного) схватывания из-за обезвоживания цемента. Дополнительным преимуществом цементного раствора с малой водоотдачей является сохранение им постоянного объема, что способствует лучшему заполнению кольцевого пространства.

Цементный раствор после его закачки в скважину должен затвердеть в течение определенного времени (24-48 час).

За последние годы точка зрения на необходимую прочность цементного камня совершенно изменилась. Раньше считали необходимой очень высокую прочность. Практика и исследовательские работы показали, что по многим причинам желательна значительно меньшая прочность [5].

В нефтяной промышленности наблюдается стремление к получению цементных растворов с меньшим удельным весом, а также с пониженными показателями прочности и хрупкости цементного камня. Еще несколько лет назад стремились к применению таких тяжелых и густых растворов, какие только могли прокачать насосы. Теперь желательным считается использование растворов, образующих цементный камень, прочность которого позволяет продолжать работы через 24 часа. Термин «достаточная прочность» стал неопределенным. Новые требования к прочности цементного камня [6] дают больше возможностей модификации цементных растворов для удовлетворения конкретных условий данной скважины. Применение модифицированных растворов с пониженной прочностью цементного камня способствует уменьшению его растрескивания при перфорации, позволяет получить требуемые плотность и сроки схватывания, а также снизить стоимость раствора.

Цемент используется в скважине в первую очередь для изоляции вод, поэтому цементный камень должен быть плотным и непроницаемым. Проницаемость уменьшается с повышением тонкости помола цемента и увеличивается при разбавлении раствора водой. При большом содержании воды и длительных сроках схватывания частицы цемента осаждаются, и проницаемость верхней части цементного камня увеличивается, по сравнению с нижней, более плотной. По мере гидратации цементного камня проницаемость его уменьшается. Высокая температура на забое способствует образованию цементного камня, проницаемость которого быстро снижается.

**Результат.** Важным свойством цементного раствора является легкость перфорации образовавшегося из него цементного камня, характер и число полученных при этом трещин. В результате испытаний установлено, что при использовании модифицированных цементных растворов цементный камень легче простреливается перфораторами, чем камень из обычных цементных растворов. В камне из модифицированного цементного раствора трещин нет или они очень малы, а в камне, образовавшемся после затвердения обычных цементных растворов, трещин достигают значительных размеров. Аналогичные результаты получены при перфорации неглубоких скважин. Считают, что поведение цементного камня во время перфорации находится в непосредственной зависимости от его прочности. Прочность камня из модифицированного цемента со временем меняется очень мало. Это свойство очень важно, если возникает необходимость повторной перфорации колонны (в том же или другом интервале) через несколько месяцев после ее цементирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сулейманов Э.М. Составы для цементирования нефтяных газовых скважин. Palmarium academic publishing, Germany, 2012.
2. Cementing Product Catalog, Schlumberger Oilfield Services, 300 Schlumberger Drive, Sugar Land, TX 774784 USA, 2006, p. 2-15.
3. Сулейманова Э.М. Способ по определению прокачиваемости цементного раствора с помощью консистометра. – Сулейманов Э.М., А.С.СССР, № 1465542, Б.И., 10, 1989.
4. Halliburton cementing tables. Halliburton services. Duncan, OK 73536, USA, 2004, pp. 51-67, 40-61, 80-95, 4-32.
5. Сулейманов Э.М. Цементирование скважин в осложненных условиях . Palmarium academic publishing, Germany, 2012.

6. Сулейманов Э.М. Деформация и срок службы цементного камня в скважине. Palmarium academic publishing, Germany, 2015.

**XÜLASƏ**  
**SEMENT MƏHLULUNUN XÜSUSİYYƏTLƏRİ BARƏDƏ**  
*Süleymanov E.M., Süleymanov E.T., Kuznetsov V.A.*

*Açar sözlər: məhlul, cement, quyu, təzyiq, lay.*

Son illər nəzər nöqtəsi üçün lazımi möhkəmliyi sement daşı tamamilə dəyişib. Əvvəllər çox yüksək möhkəmliyi zəruri hesab edirdilər. Təcrübə və tədqiqat işləri göstərdi ki, bir çox səbəblərdən xeyli az davamlılıq arzuolunandır.

Əvvəldən doldurucunun düzgün seçilməsi vacib amildir. Məhlulun tutumunu da qaz tıxaclar poza bilər. Bu qarışığı olan, açıq qalır, sonra isə tez qavranılır və bərkiyir və onun doldurulması üçün zəruri olan vaxt ərzində bu quyunu basıb əymə kəmərarhası məkanı, tamponajı texnologiya baxımından ideal sayılır. Müxtəlif müddətlər üçün tutmanı və möhkəm sement daşı buradan irəli gəlir.

**SUMMARY**  
**ABOUT PROPERTIES OF CEMENT SOLUTION**  
*Suleymanov E.M., Suleymanov E.T., Kuznetsov V.A.*

*Key words: solution, cement, well, presser, horizon.*

In the last few years the point of view quite changed on necessary durability of cement stone. Before considered necessary very high durability. Practice and research works showed that for many reasons less durability is desirable considerably.

An important factor is a correct choice of filler. From the point of view of technology of cementation ideal such solution, that during time necessary for his beginning to swing in a mining hole and pumping in hole space remains liquid, is considered, and then quickly grabbed and hardens. Possibility of different terms of grasping and durability of cement stone flows out from here.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	13.06.2016
	Son variant	15.03.2017

УДК 622.244.7

## АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИН КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ И СИЛ АДГЕЗИИ

<sup>1</sup>МАМЕДТАГИЗАДЕ АЛИНАЗИМ МУРАД оглу,

<sup>2</sup>ШМОНЧЕВА ЕЛЕНА ЕВГЕНЬЕВНА,

<sup>3</sup>ДЖАББАРОВА ГЮЛЛЮ ВАЛЕХ ГЫЗЫ,

<sup>4</sup>АЛ-НАХАРИ ТАВФИК АЛИ АХМЕД

*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,*

*1-профессор, 2,3-доцент, 4-докторант*

**Ключевые слова:** коэффициент трения, сила адгезии, инклинограмма, нагрузка, математическая модель.

*В статье представлены результаты промысловых экспериментов, проведенных с целью апробации функционирования методики по определению величин коэффициента трения и сил адгезии.*

С целью апробации функционирования методики [1] по определению величин коэффициента трения и сил адгезии были проведены промысловые эксперименты. В момент проведения эксперимента глубина скважины была 4133 м; фактическая конструкция скважины состояла из направления диаметром 530 мм, забитого на глубину 30 м, кондуктора диаметром 426 мм, спущенного на глубину 207 м и промежуточной колонны диаметром 299 мм - 3024 м; плотность промывочной жидкости  $\rho=1,8$  г/см<sup>3</sup>; условная вязкость по СПВ-5 - 60 с. При подъеме бурильного инструмента из скважины (забой находится на глубине 4133 м) колонна состояла из следующей последовательности элементов: долото 267,5, турбобур ТСШ-195 (длиной 18 м), 178мм УБТ (длиной 9м), 140 мм СБТ (длиной 3076 м) и ведущая труба.

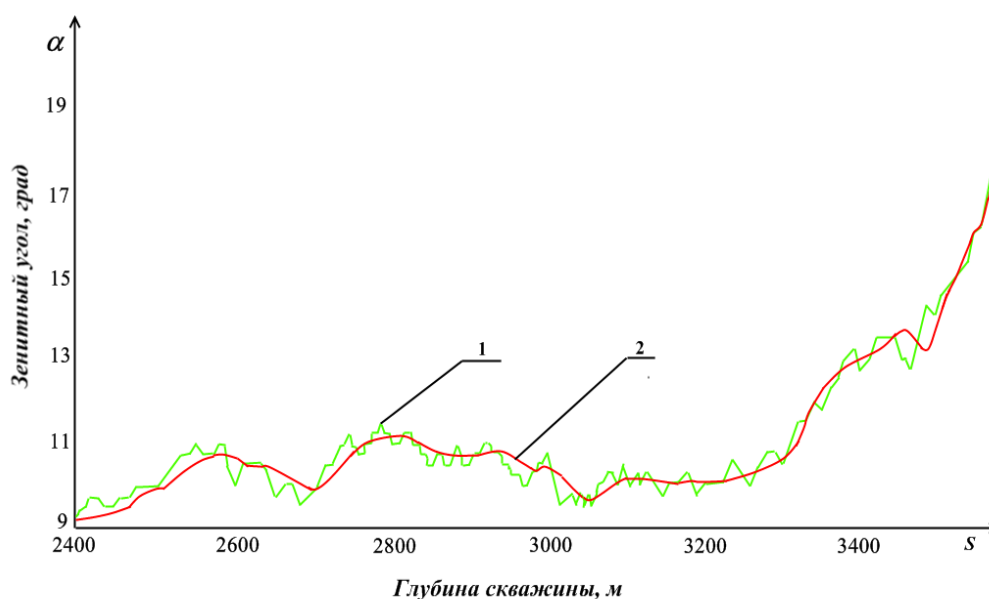
Для определения усилий на крюке подъемного механизма при подъеме бурильного инструмента с различных глубин по показаниям приборов необходимо воспользоваться зависимостью (1), при значении  $Q = 50$  кН,  $K_c = 10$ ,  $\eta = 0,98$  и  $\eta_1 = 0,99$ , а также выпиской из градуировочной таблицы индикатора веса:

$$T_B = \frac{\left(\frac{1}{\eta^{K_c}} - 1\right)\eta}{(1-\eta)\eta_1} P_B - Q \quad T_H = \frac{(1-\eta^{K_c})\eta_1}{1-\eta} P_H - Q \quad (1)$$

Для получения действительных оценок отыскиваемых величин необходимо полезную информацию, описывающую данный процесс, с помощью метода многократного экспоненциального сглаживания отфильтровать от случайных помех [1]. Так, замеры зенитных и азимутальных углов, проведенные по стволу скважины инклинометром, необходимо сгладить. При этом весь ствол скважины разбивается на интервалы сглаживания, количество и протяженность которых выбирается из условия постоянства применяемых КНБК, геологических условий, а также в зависимости от глубины спуска промежуточной колонны.

На рис. 1 и 2 представлены соответственно фрагменты изменения замеренных инклинометром и сглаженных значений зенитного и азимутального углов в зависимости от глубины скважины.

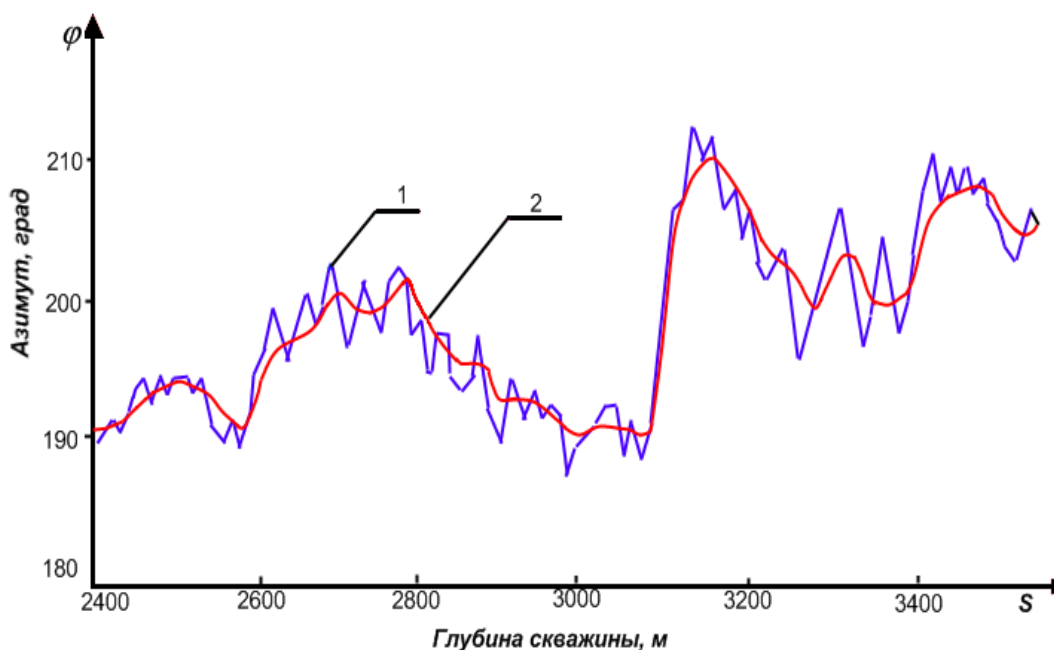




**Рис. 1.** Фрагмент изменения зенитного угла от глубины скважины  
 1-замеренные инклинометром значения зенитного угла;  
 2- сглаженные значения зенитного угла.

Ход кривых показывает, что данный метод многократного экспоненциального сглаживания позволяет исключить случайную погрешность.

Для обоснования суждения о степени влияния спущенных обсадных труб на величину суммарного угла охвата предлагается характеризовать коэффициентом  $K'_\alpha$ , представляющим собой отношение суммы приращений угла искривления в обсадной колонне ( $\sum \Delta\alpha_K$ ) к сумме углов в необсаженном стволе ( $\sum \Delta\alpha$ ).



**Рис. 2.** Фрагмент изменения азимута от глубины скважины.  
 1- замеренные инклинометром значения азимута;  
 2- сглаженные значения азимута

Искривление оценивалось только изменением зенитного угла из-за того, что значения азимутов, замеренные инклинометром в обсадной колонне, не достоверны. Необходимость сглаживания инклинометрических замеров можно также показать с помощью коэффициента  $K_\alpha$ , изменение которого по длине ствола скважины приведено на рис. 3.

Необходимо отметить, что коэффициент  $K_\alpha$  определялся как отношение суммы приращения угла искривления сглаженных инклинометрических данных к соответствующей сумме приращения угла искривления по результатам инклинометрических замеров.

При этом, если кривая 1 (рис. 3) показывает изменение коэффициента  $K_\alpha$  только за счет зенитного угла, то кривая 2 - за счет суммарного угла обхвата:

$$\left( \sum \sqrt{(\Delta\alpha)^2 + (\Delta\varphi \cdot \sin\alpha)^2} \right)$$

Анализируя характер изменения величин коэффициента  $K_\alpha$  с глубиной, можно выделить три характерных интервала 0 - 1550 м, 1550 - 2200 м и 2200 - 4150 м.

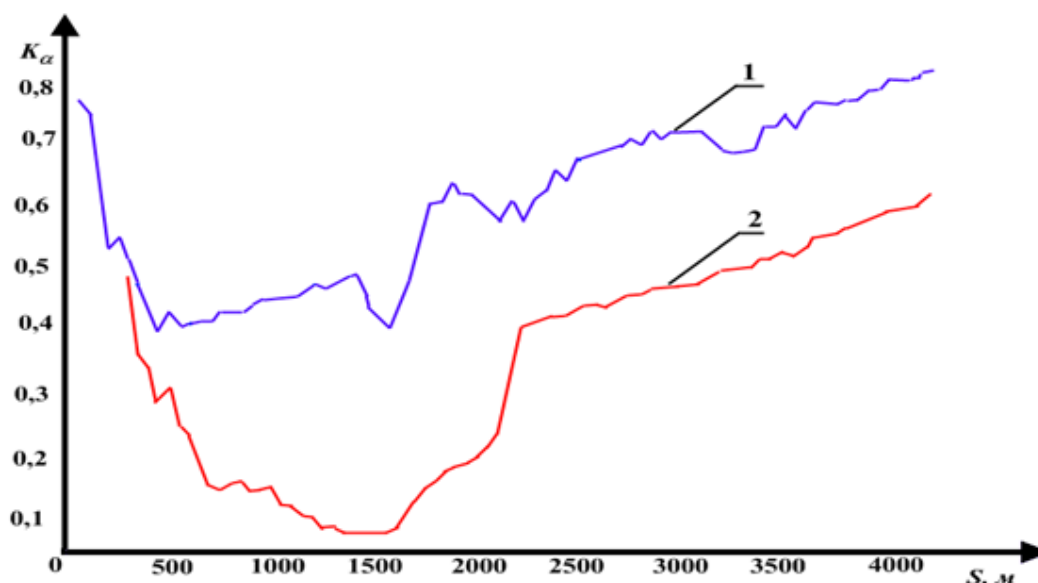


Рис. 3. Зависимость  $K_\alpha$  от глубины скважины  $S$ .

1 – за счет зенитного угла

2 – за счет угла обхвата

На первом из указанных интервалов значение коэффициента  $K_\alpha$  с ростом глубины скважины уменьшается и принимает минимальное значение, равное 0,077. Это объясняется большими погрешностями в показаниях инклинометра азимута скважины ввиду того, что зенитный угол в данном интервале порядка  $1-1,75^\circ$ . Далее до глубины 2200 м происходит резкое увеличение  $K_\alpha$ , что связано с ростом зенитного угла с  $1,25^\circ$  до  $7^\circ$  и, как следствие этого, повышается точность в показаниях инклинометра. В дальнейшем, значение зенитного угла по-прежнему остается высоким и доходит до  $19,25^\circ$  на глубине 3650 м, значение же коэффициента  $K_\alpha$  увеличивается с постоянным темпом, так как, начиная с глубины 2200 м, искривление ствола скважины происходит почти в одной плоскости.

Сглаженные значения зенитных и азимутальных углов используются в дальнейшем при определении значений коэффициента трения и удельной силы адгезии, а также при определении плана и профиля фактической траектории ствола скважины. При

использовании итерационной процедуры для определения искомых величин коэффициента трения и удельной силы адгезии необходимо предварительно задать начальные значения этим параметрам, которые в нашем случае были приняты следующими:

- для открытого ствола коэффициент трения бурильного инструмента (турбобур, УБТ и СБТ) о фильтрационную корку, отлагаемую на стенках скважины равным 0,1;
  - коэффициент трения бурильного инструмента об обсадную колонну равным 0,2;
- для удельной силы адгезии в открытом стволе для турбобура, 178 мм УБТ, 140 мм СБТ и 127 мм СБТ соответственно равными 70 Н/м, 64 Н/м, 40 Н/м, 36 Н/м;
- для удельной силы адгезии в обсаженном стволе для турбобура, 178 мм УБТ, 140 мм СБТ и 127 мм СБТ соответственно равными 7 Н/м, 6,4 Н/м, 5 Н/м и 4,55 Н/м.

В таблице 1 сведены как замеренные на скважине натяжения на крюке подъемного механизма в зависимости от глубины скважины, так и соответствующие этим замерам расчетные результаты, полученные по формуле (2) с учетом условия (3) при начальных значениях отыскиваемых величин, а также абсолютные и относительные погрешности для каждого полученного результата.

$$\frac{d\hat{T}}{ds} = k_0 q c \cos \alpha \pm f \sqrt{\left(\hat{T} \frac{d\alpha}{ds} + k_a q c \cos \alpha\right)^2 + \left(\hat{T} \frac{d\varphi}{ds} \sin \alpha\right)^2} \pm A \quad (2)$$

- где:  $\hat{T}$  - продольное усилие в бурильных трубах;  
 $S$  - текущая длина по инструменту, отсчитываемая от забоя;  
 $q$  - вес единицы длины труб;  
 $\alpha$  - зенитный угол;  
 $\varphi$  - азимутальный угол;  
 $k_a$  - коэффициент, учитывающий облегчение бурильной колонны плотностью  $\rho_m$  в буровом растворе плотностью  $\rho_p$ ,  $k_a = 1 - \frac{\rho_p}{\rho_m}$ ;  
 $f$  - коэффициент трения между колонной и стволом скважины;  
 $A$  - сила адгезии, приходящаяся на единицу длины колонны.

Таблица 1

Таблица натяжения при начальных значениях параметров

Номер замера	Глубина скважины, м	Натяжение на крюке, кН		Ошибка	
		замеренное	подсчитанное	абсолютная, кН·100	относительная, %
1.	4089	1325	1313	-1181,9	-0,89
3.	3980	1282	1271	-1092,8	-0,85
6.	3835	1225	1216	-901,4	-0,74
8.	3726	1183	1176	-744,8	-0,63
11.	3617	1143	1136	-677,6	-0,59
14.	3508	1105	1098	-704,6	-0,64
16.	3435	1078	1072	-604,4	-0,59
18.	3291	1023	1020	-342,4	-0,33
20.	3218	995	993	-206,3	-0,21
26.	3000	916	915	-119,4	-0,13
28.	2926	892	891	-121,1	-0,14
31.	2816	856	855	-67,6	-0,08
34.	2705	820	820	-17,8	-0,02
36.	2632	797	796	-64,2	-0,08

$$\hat{T} = k_a G_{турб} (\cos \alpha_3 + f \cdot \sin \alpha_3) \cdot A \cdot l_T \quad (3)$$

где:  $G_{турб}$  - вес забойного двигателя;  
 $\alpha_3$  - зенитный угол на участке нахождения турбобура;  
 $l_T$  - длина турбобура.

В результате поиска с помощью компьютерной программы определения оптимальных значений коэффициентов трения и удельных сил адгезии для каждого элемента бурильного инструмента по критерию минимума (4) коэффициенты трения бурильного инструмента (турбобур, УБТ и бурильные трубы) о стенки ствола скважины и обсадную колонну, а также удельные силы адгезии для перечисленных выше элементов бурильной колонны определяются из условия минимума следующего функционала [1,2]:

$$\min_{\omega_j \in \Omega_j} \Phi = \sum_{i=1}^n [T_i - \hat{T}_i(\omega, S_i)]^2 \quad (4)$$

где:  $j = 1, \dots, m$ ;

$n$  - количество замеров (показаний ГИВ) натяжений на неподвижном конце каната  $P$ ;  
 $\omega_j$  -  $j$ -й оцениваемый параметр (коэффициент трения или удельная сила адгезии) для конкретного элемента бурильного инструмента (забойный двигатель, секции УБТ и бурильных труб) в открытом или обсаженном стволе скважины;  
 $\Omega_j$  - допустимая область поиска, отыскиваемого  $j$ -го параметра;  
 $m$  - число оцениваемых параметров.

Получены следующие оценки с учетом среднеквадратичных ошибок их определения:

- коэффициент трения в открытом стволе для стальных элементов бурильного инструмента ( $0,103 \pm 0,028$ );
- коэффициент трения же для обсаженного ствола - ( $0,219 \pm 0,006$ );
- для удельной силы адгезии в открытом стволе для турбобура ( $77,0 \pm 7,4$ ) Н/м, для 178 мм УБТ - ( $70,3 \pm 6,8$ ) Н/м, для 140 мм СБТ - ( $45,4 \pm 3,4$ ) Н/м, для 127 мм СБТ - ( $41,0 \pm 3,1$ ) Н/м;
- для удельной силы адгезии в обсаженном стволе для турбобура ( $5,0 \pm 0,4$ ) Н/м, для 178 мм УБТ - ( $4,6 \pm 0,4$ ) Н/м, для 140 мм СБТ - ( $3,6 \pm 0,3$ ) Н/м, для 127 мм СБТ - ( $3,3 \pm 0,3$ ) Н/м.

В таблице 2 указаны натяжения на крюке подъемного механизма в зависимости от глубины скважины, рассчитанные по формуле (2) с учетом условия (3) при найденных оптимальных значениях коэффициентов трения и удельных сил адгезии, а также абсолютные и относительные погрешности для каждого полученного результата.

Сумма квадратов отклонений, рассчитанная по формуле (4), при найденных оптимальных параметрах составляет  $69,2$  ( $\kappa H$ )<sup>2</sup>, а остаточная дисперсия:

$$S_{OCT}^2 = \sum_{i=1}^n (T_i - \hat{T}_i)^2 / (n - m - 1) = \frac{69,2}{52 - 5 - 1} = 1,504 (\kappa H)^2$$

Множественный коэффициент детерминации, характеризующий степень регрессивной связи между зависимой и независимой переменными, составил  $R^2 = 0,99997$ .

Адекватность модели (2) проверяется по критерию Фишера, который показывает во сколько раз уменьшается рассеяние относительно полученного уравнения регрессии по сравнению с рассеянным относительно среднего и определяется при отсутствии параллельных опытов и дисперсии воспроизводимости из следующего соотношения:

$$F = \frac{S_y^2}{S_{OCT}^2}$$

$$S_y^2 = \sum_{i=1}^n (T_i - \hat{T}_i)^2 / n - 1$$

$$\hat{T} = \sum_{i=1}^n T_i / n$$

Таблица 2

Таблица натяжения при оптимальных значениях параметров

Номер замера	Глубина скважины, м	Натяжение на крюке, кН		Ошибка	
		замеренное	подсчитанное	абсолютная, кН·100	относительная, %
1.	4089	1325	1325	19,0	0,01
3.	3980	1282	1282	-13,2	-0,01
6.	3835	1225	1225	22,1	0,02
8.	3726	1183	1184	63,3	0,05
11.	3617	1143	1143	14,3	0,01
14.	3508	1105	1104	-130,6	-0,12
16.	3435	1078	1077	-147,6	-0,14
18.	3291	1023	1023	-11,1	-0,01
20.	3218	995	995	42,7	0,04
26.	3000	916	916	-1,5	-0,00
28.	2926	892	892	-24,4	-0,03
31.	2816	856	856	0,3	0,00
34.	2705	820	820	22,2	0,03
36.	2632	797	797	-42,2	-0,05

Чем больше значение  $F$  превышает табличное  $F_p(V_1, V_2)$  для выбранного уровня значимости и чисел степеней свободы  $V_1$  и  $V_2$ , тем эффективнее уравнение регрессии. В нашем случае  $T=927$  кН,  $S_y^2= 47330$  кН<sup>2</sup>.

Тогда

$$F = \frac{47330}{1,504} = 31500$$

Табулированное значение критерия Фишера для  $P=0,01$ ,  $V_1 = 51$ ,  $V_2 = 46$  равно 2,07;  $F > F_p(V_1, V_2)$  и, следовательно, данная модель (2.1) адекватно описывает эксперимент. В то же время необходимо заметить, что критерий Фишера показывает лишь то, что подгонка модели в целом является удовлетворительной. Но даже если модель удовлетворяет  $F$ -критерию, все еще могут иметь место существенные расхождения. Такого рода расхождения часто можно заметить с помощью анализа остатков, т.е. исследуя набор отклонений между экспериментальными и предсказанными значениями зависимой переменной,  $T_i - \hat{T} = \varepsilon_i$ .

Таким образом, анализ остатков является некоторым способом проверки того, что то или иное предположение не нарушено. Например, если модель подогнана хорошо, остатки должны быть случайным образом распределены относительно значений  $\hat{T}$ , предсказываемых уравнением (2). Систематические отклонения от закона случайности указывают на то, что модель неудовлетворительна. В этом случае обычно наблюдается заметная концентрация положительных и отрицательных отклонений от модели и можно сомневаться в их случайном характере.

Если последовательные значения  $\hat{T}$  коррелируют между собой, то имеет место автокорреляция ошибок. Хотя метод наименьших квадратов и в этом случае дает несмешанные и состоятельные оценки, однако они не обязательно вполне эффективные, а формулы для стандартной ошибки, соответственно, доверительный интервал неприменимы даже для приблизительных расчетов в силу своей ненадежности. Поэтому очень важно установить, могут ли эти ошибки рассматриваться как случайные или нет. В связи с этим в настоящее время регрессионное уравнение с оцененными на основе динамических рядов параметрами приводится, как правило, с указанием не только коэффициента детерминации, критерия Фишера, но и критерия Дарбина-Уотсона, который обычно обозначается как  $d$ . Соответствующая этому критерию статистика имеет вид:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} \quad (5)$$

Для  $d$  - статистики найдены критические границы, позволяющие принять или отвергнуть гипотезу об отсутствии автокорреляции. Так авторами критерия определены для различных уровней значимости верхние ( $d_u$ ) и нижние ( $d_e$ ) границы.

Если эмпирическое значение  $d$ -статистики находится в пределах от  $d_u$  до  $(4 - d_u)$ , то гипотеза об отсутствии автокорреляции принимается; если эти статистики находятся в пределах от  $d_e$  до  $d_u$  или между  $(4 - d_u)$  и  $(4 - d_e)$ , то нет статистических оснований ни принять, ни отвергнуть эту гипотезу (области неопределенности); наконец, если вычисленные значения  $d < d_e$ , то нет оснований принять гипотезу о случайном характере отклонений (положительная автокорреляция), а если  $d > (4 - d_e)$ , то наблюдается отрицательная автокорреляция.

В нашем случае  $d$  - статистика, рассчитанная по формуле (5), составила  $d = 1,612$ . Табулированные критические значения для 1%- уровня значимости составили  $d_e = 1,19$  и  $d_u = 1,59$ .

Так как  $d_u = 1,59$ ,  $d = 1,612$ ,  $(4 - d_u) = 2,41$ , то гипотеза об отсутствии автокорреляции принимается, а следовательно, модель (2) правильно специфицирована и при найденных значениях коэффициента трения и удельной силы адгезии реально отражает технологический процесс.

В данном случае под термином «спецификация» понимается принятая при разработке модели система предложений о взаимосвязях явления, которая на основании проведенного статистического анализа подтверждает работоспособность выбранной математической модели (2).

Следует отметить, что в каждом районе при наличии примерно постоянного геологического разреза и при использовании определенной конструкции скважин и промывочной жидкости создаются условия, при которых коэффициент сопротивления становится мало изменчивой величиной.

В результате этот статистический показатель дает возможность производить расчеты по оценке нагрузки, действующей на крюке при движении буровой колонны в наклонной скважине.

Таким образом, определив значение коэффициента трения и удельной силы адгезии в одной скважине, можно его принять и для других скважин, которые предстоит бурить.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шмончева Е.Е., Кузнецов В.А., Джаббарова Г.В., Ал-Нахари Тавфик Али Ахмед. Математические методы для оценки параметров сил сопротивления. «Neftin, qazın geotexnoloji problemləri və kimya» ETİ, Elmi əsərlər, XV cild, Bakı, 2014, s.241-250.
2. Marquardt D.W. et.al. LIN, Least Squares Share Program SD 3094, 1964, pp.431-441.

**XÜLASƏ**  
**SÜRTÜNMƏ ƏMSALININ VƏ ADGEZIYA QÜVVƏLƏRİNİN QIYMƏTLƏRİNİN**  
**TƏYİN EDİLMƏSİ ÜZRƏ METODIKANIN İŞLƏMƏSİNİN APROBASİYASI**

*Məmmədağızadə Ə.M., Şmonçeva Y.Y., Cabbarova G.V.,  
Al-Nahari Tavfik Ali Ahmed*

**Açar sözlər:** *sürtünmə əmsalı, adgeziya qüvvələri, inklinogram, yük, riyazi model.*

Məqalədə sürtünmə əmsalının və adgeziya qüvvələrinin qiymətlərinin təyin edilməsi üzrə metodikanın işləməsinin aprobasiyası məqsədilə aparılmış mədən eksperimentlərinin nəticələri təqdim edilmişdir.

Axtarılan kəmiyyətlərin həqiqi qiymətlərinin alınması üçün faydalı informasiya çoxqat eksponensial səlisləşdirmə metodunun köməyilə təsadüfi əngəllərdən süzülüb ayrılmışdır. Zenit və azimutal bucaqların səlisləşdirilmiş qiymətləri sürtünmə əmsalının və xüsusi adgeziya qüvvəsinin qiymətlərinin təyin edilməsində, həmçinin quyulüləsinin faktiki trayektoriyasının plan və profilinin təyin edilməsində istifadə edilir.

Nəticədə kompüter proqramının köməyilə funksionalın minimumu meyarı üzrə qazıma alətinin hər elementi üçün sürtünmə əmsallarının və xüsusi adgeziya qüvvələrinin optimal qiymətləri təyin edilmişdir. Bir quyuda sürtünmə əmsalının və xüsusi adgeziya qüvvəsinin alınmış qiymətlərini həmin yataqda qazılması qarşıya qoyulan digər quyular üçün də qəbul etmək olar.

**SUMMARY**  
**APPROVAL PROCEDURE FOR DETERMINING QUANTITIES OF FRICTION**  
**FACTOR AND ADHESION FORCES**

*Mamedtagizadeh A.M., Shmoncheva Y.Y., Jabbarova G.V.,  
Al-Nahari Tavfik Ali Ahmed*

**Keywords:** *coefficient of friction, adhesive force, directional survey, load, the mathematical model.*

The article presents the results of field experiments conducted with the aim of testing the functioning method to determine values of the friction coefficient and adhesion forces. For real values of estimates retrieves useful information has been filtered from the random noise using the method of multiple exponential smoothing.

The smoothed values of zenith and azimuth angles used in the determination of the friction coefficient and the specific values of adhesion strength and the determination of the plan and profile of the actual trajectory of the wellbore.

As a result, the computer program determined the optimal values of coefficients of friction and specific adhesion forces for each element on the drilling tool minimum functional criteria. The obtained values of the coefficient of friction and a specific adhesive force in one well, and can be taken for the other wells to be drilled at this field.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	16.11.2016
	Son variant	15.03.2017

UOT 677. 23

**İPLİKDƏ QÜSURLARIN PAYLANMASININ MODELLEŞDİRİLMƏSİ****HACIMURADOVA RƏNA MUSA qızı***Azərbaycan Texniki Universiteti, dissertant***NURİYEV MƏHƏMMƏDƏLİ NÜRƏDDİN oğlu***Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, UNEC, professor**e-mail: mehman62@mail.ru****Açar sözlər:** iplik, parça, modelləşdirmə, kompüter metodları, qüsurlar, imitasiya*

*Məqalədə ayrıcılık fabriklərində istehsal olunan iplikdə qüsurların paylanması modelləşdirilməsi kimi məsələlərə baxılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, parçada iplik üzrə paylanmış effektlərin modelləşdirilməsinin kompüter metodlarının təhlili aparılmaqla onda qüsurların paylanması modelləşdirilməsinin informasiyasını realizə edən alqoritm və proqram təminatı işlənmişdir. Həmçinin iplikdə qüsurların paylanması modelinin qurulması prosesinin imitasiya modelləşdirilməsi metodu ilə aparılması məqsədəuyğun hesab olunur.*

Bazar iqtisadiyyatı şəraitində parçanın çeşidlərinin tez-tez dəyişdirilməsi və sifarişçiyə onun nümunə üzrə kiçik partiyalarla istehsal edilməsi məsələsi ortaya çıxır. Bu zaman hər bir sifariş üçün nümunə partiyasının istehsalı iqtisadi cəhətdən özünü doğrultmur. Parçanın xarici görünüşünün tələbləri fəaliyyətdə olan standart üzrə qoyulan növləşdirmə tələblərindən fərqlənə bilər. Bu vəziyyətdən çıxış variantını ipliğin qüsurlarının avtomatlaşdırılmış təyininin proqram kompleksinin yaradılmasında görmək olar. Bu proqram kompleksindən alınan məlumatlar parçanın modelləşdirilməsi prosesində istifadə oluna bilər. Parçalarda ipliğin qalınlaşmış hissələrindən fason effektlərinin paylanması (şəkil 1) kompüter modelləşdirilməsi ilə bir sıra alimlər məşğul olmuşlar.



***Şəkil 1.**Parçalarda müxtəlif fason effektləri*

İ.V.Zemlyakovun işlərində nizamlanmış ornament halında şəkil yaradılması məqsədilə fasonlu sapın effektlərinin parça üzərində paylanması öyrənilmişdir [1]. B.M.Moiseyev parçada sapın fasonlu effektlərinin vəziyyətinin modelləşdirilməsinə imkan verən proqram kompleksi işləmişdir [2]. Bu işin məqsədi istehsal prosesində süni olaraq qalınlaşdırılmış iplikdən parçanın



üzərində kompozisiya şəklinin alınması idi. N.N.Qorskinin işində isə şəkilli trikotaj məmulatlarının yaradılması üçün analogi məsələ həll olunmuşdur [3].

Sonralar L.V.Suxova, Y.B.Fyodorova və A.N.Sputnikovanın işlərində parçanın toxunması zamanı şəklın əyilməsini ortaya çıxaran səbəbin öyrənilməsi üzrə tədqiqatlar aparılmışdır. Nəticədə fasonlu arğac sapından istifadə etməklə parçanın formalaşması prosesinin daha dəqiq işlənmiş imitasiya modeli təklif olunmuşdur [4]. Bütün bu işlər parçadakı qüsurlara yox, sapın fasonlu effektlərinin paylanmasının öyrənilməsinə həsr olunmuşdur. Bundan başqa əgər işlərdə parçanın qrafiki modeli verilmişdirsə, onda fasonlu effekti yaradan iplik bir rəngli xətdən ibarət olmuşdur. Belə model parçanın xarici görünüşü haqqında tam təsəvvürü verə bilmir və onu müxtəlif toxunma növləri ilə modelləşdirməyə imkan vermir (şəkil 2). Bunun üçün bizim tədqiqatlarda digər yanaşmalardan istifadə olunmuşdur.



*Şəkil 2. Parçanın xarici görünüş qüsurları*

A.B.Komarovanın tədqiqatlarında sapın binar şəklinin görünən hissələrinin konturlarının təhlili əsasında pambıq parçanın xarici görünüşünün qüsurlarının kompüter tanınması aparılmışdır. Sapın binar şəklinin görünən hissələri həm də parça nümunəsinin sadələşdirilmiş qrafiki modelidir [5]. Bu tədqiqatlarda parçada qüsurların olması nəzərə alınmamış və modelləşdirilməmişdir.

Proqram kompleksinin işinin nəticəsində tapılan qüsurların sayı və növü onların arasındakı məsafə və təmizlik sinifi haqqında alınmış məlumatlar parçanın toxunması zamanı verilmiş yükləmə parametrlərində bu qüsurların sayını və paylanmasını qiymətləndirməyə imkan verir. Gələcəkdə parçanın xarici görünüş qüsurlarının proqnozlaşdırılması üçün sapın xarici görünüş qüsurlarının paylanmasının riyazi yazılışının alınmasının zərurəti bir problem kimi qarşıda durur.

**Ekspərimental paylanma korelyasiya momentlərinin aproksima-siyası.** Xarici görünüş qüsurlarının baxdığımız hər bir növü sapın bütün uzunluğu boyu təsadüfi formada paylanmışdır. Bütün sapı  $o$  intervala bölür.  $j$  intervalı dedikdə  $j$  və  $(j+1)$  sıra nömrəsi ilə qonşu qüsurların arasındakı məsafə başa düşüləcəkdir. Beləliklə, interval nömrəsindən ibarət olan arqumentin təsadüfi ardıcılığını alırıq. Sap sarınmış bobinin alınması prosesinə sınaq, intervalların faktiki uzunluğuna isə təsadüfi ardıcılığın realizasiyası kimi baxmaq olar. Bir növ qüsurların arasındakı təsadüfi intervalların uzunluğunu  $P_j=p[j]$ , onun realizasiyasını isə  $p_j=p[j]$  kimi yazaq, burada  $j$ -intervalın sıra nömrəsidir. Realizasiyanın sayı artarsa sınağın nömrəsini  $p_1[j], p_2[j], \dots, p_n[j]$  kimi qeyd edəcəyik.

Bundan sonra təsadüfi ardıcılığın xarakteristikasını təyin etmək olar. Təsadüfi ardıcılığın riyazi gözləntisi dedikdə  $m_j=M[P_j]$  təsadüfi ardıcılığının riyazi göstəricisinin rəqəmlər ardıcılığı kimi başa düşülür. Təsadüfi ardıcılığın korelyasiya funksiyası isə bu

üzlərin funksiyası kimi baxılan təsadüfi ardıcılığın ixtiyari seçilmiş üzvlərinin ikisinin momenti kimi özünü göstərir [4].

$$K(j,l) = M[(p[j]-m_j) \cdot (p[l]-m_l)] = M[P_j^0 \cdot P_l^0]. \quad (1)$$

$j=1$  olduqda korelyasiya funksiyası təsadüfi ardıcılığın dispersiyasına çevrilir:

$$K(j,j)=D_j. \quad (2)$$

$n$  sayda bobinin tədqiqi zamanı onların hər birinə sapın baxılan qüsurlarının ortalarının arasında  $m$  uzunluqlu intervallar alınmışdır və hər birində  $m$  qiyməti üzrə  $p[j]$  təsadüfi ardıcılığının  $n$  realizasiyası alınır:

$$p_1[j], p_2[j], \dots, p_{(n)}[j], \quad (3)$$

burada  $j=1, 2, \dots, m$ . Onda riyazi gözlənti üçün qiyməti aşağıdakı düsturdan tapmaq olar:

$$\tilde{m}_j = \frac{\sum_{i=1}^n p_i[j]}{n}, \quad (4)$$

burada  $j=1, 2, \dots, m$ . Dispersiya üçün alırıq ki,

$$\tilde{D}_j = \frac{\sum_{i=1}^n [p_i[j]-\tilde{m}_j]^2}{n-1} \quad (5)$$

Korelyasiya momentləri üçün də

$$\tilde{K}(j,l) = \frac{\sum_{i=1}^n [p_i[j]-\tilde{m}_j] \cdot [p_i[l]-\tilde{m}_l]}{n-1}. \quad (6)$$

Nəticədə  $m_1, m_2, \dots, m_m$  və  $D_1, D_2, \dots, D_m$  uyğun bir sıra qiymətlərini alır.

$K(j,l)$  funksiyası dördbucaqlı torda nöqtə kimi göstərilir.

Sonuncu mərhələ riyazi gözləntinin, dispersiyanın və korelyasiya momentlərinin tapılmış qiymətlər sırasının aproksimiyasından ibarətdir. Aproksimasiyanın nəticəsində  $m_p(j)$  və  $D_p(j)$  və  $K_p(j,l)$  funksiyalarını alır.

Verilmiş analitik funksiya sapların xarici görünüş qüsurlarının yerləşmə modelidir. Bu modeldən parçanın strukturu haqqında məlumatlardan və toxucu dəzgahın bəzi yükləmə parametrlərindən istifadə etməklə parçada qüsurların uyğun ehtimalını hesablamaq olar [5]. Lakin fasonlu effektlərin modelləşdirilməsinə bu cür yanaşmanın praktiki tətbiqindən alınmış modellə obyektin modelləşdirilməsinin arasında fərqin mövcud olması məlum olmuşdur.

Konkret olaraq bizim tədqiqatlarda bu hal iplikdə qüsurların dəqiq yeri kimi başa düşülür [5]. Ona görə də iplikdə qüsurların paylanması modelinin qurulması prosesinin imitasiya modelləşdirilməsi metodu ilə aparılması məqsəddə uyğun hesab olunur.

**İplikdə qüsurların paylanması imitasiya modelləşdirilməsi.** İpliğin qüsurlarının paylanmasının eksperimental qanunu və eksponensial funksiyanın aproksimasiyasının arasında uyğunluğun müəyyənəndirilməsi əsasında iplikdə qüsurların paylanması modeli alınmışdır.

Modelin dərinləşməsi aşağıdakı alqoritm üzrə aparılır.

1.  $K_{diy}[q]$ ,  $K_{naz}[q]$  və  $K_{qal}[q]$  eksperimental paylanma funksiyasının qiymətini tapırıq.  
2. Eksperimentlə alınmış cədvəllə verilən  $K_{diy}[q]$ ,  $K_{naz}[q]$  və  $K_{qal}[q]$  funksiyalarını eksponensial funksiyanın ən kiçik kvadratlar kriteriyası üzrə aproksimasiyasını aparırıq. Ardınca düynlər, nazılaşma və qalınlaşma qüsurlarına uyğun  $F_{diy}[q]$ ,  $F_{naz}[q]$  və  $F_{qal}[q]$  funksiyaları alır.

3. Hər bir qüsür növləri üçün  $G_{diy}[q]$ ,  $G_{naz}[q]$  və  $G_{qal}[q]$  massivini yaradırıq. Massivin elementi qüsurlar arasındakı məsafədən, onların sayı isə  $F_{diy}[q]$ ,  $F_{naz}[q]$  və  $F_{qal}[q]$  funksiyalarının qiymətləndirilməsindən ibarətdir.

4. İplikdə qüsurlar  $G_{düy}[q]$ ,  $G_{naz}[q]$  və  $G_{qal}[q]$  sahələrindən nömrə üzrə elementlərin seçilməsi ilə modelləşdirilir.

Nəticədə isə, real iplikdə qüsurların paylanmasına uyğun olan ipliğin modelini alırıq.

**Beləliklə**, parçada iplik üzrə paylanmış effektlərin modelləşdirilməsinin kompüter metodlarının təhlili aparılmışdır və həmçinin iplikdə qüsurların paylanmasının modelləşdirilməsinin informasiyasını realizə edən alqoritm və proqram təminatı işlənmişdir.

#### **ƏDƏBİYYAT**

1. Землякова И.В. Распределение эффектов фасонной нити по ткани: Дис... канд. техн. наук. Иваново: 1990.
2. Моисеев Б.М. Комплекс технологических средств для разработки рисунков тканей с фасонным эффектом: Дис... канд. техн. наук. Кострома, 1996.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М: Наука, 1994, 576 с.
4. Землякова И.В., Краснов А.С. Моделирование распределения пороков внешнего вида на нити. // Вестник КГТУ. Кострома: КГТУ, 2004, №9, с.19,20.
5. Землякова И.В., Краснов А.С. Определение параметров распределения пороков внешнего вида на нити. // Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы переработки льна в современных условиях»: Тез. докл. Кострома: КГТУ, 2004. с.40,41.

#### **РЕЗЮМЕ**

#### **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОКОВ В ПРЯЖИ**

*Гаджимурадова Р.М., Нуриев М.Н.*

**Ключевые слова:** пряжа, ткань, распределение, компьютерные методы, пороки, имитация

В статье рассмотрены вопросы моделирования распределения пороков в пряже. Установлено, что проанализировав компьютерные методы моделирования распределения дефектов вдоль пряжи на тканях, разработан алгоритм и программное обеспечение, реализующее информацию моделирования распределения пороков. Считается целесообразным проведение методами имитационного моделирования построения процесса моделей распределения пороков в пряже.

#### **SUMMARY**

#### **MODELING OF DISTRIBUTION BLEMISH YARN**

*Hajimuradova R.M., Nuriyev M.N.*

**Keywords:** yarn, fabric, distribution, computer methods, defects, imitation

The article discusses how to modeling the distribution of defects in the yarn. It was found that after analyzing computer modeling methods distribution effects lengthwise yarns to fabrics developed algorithm and software implementing information modeling of the distribution of defects. And so it is considered advisable to conduct simulation modeling techniques to build process models of the distribution of defects in the yarn.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	29.11.2016
	Son variant	15.03.2017

UOT 629.5-029:62

## GƏMİ MÜHƏRRİKLƏRİ SİLİNDR OYMAQLARI RESURSUNUN ARTIRILMASI YOLLARI

<sup>1</sup>İSMAYILOV NİZAMİ ŞAYI oğlu

<sup>2</sup>MƏMMƏDOV ELXAN DƏMİR oğlu

<sup>3</sup>İSMAYILOV AZƏR RƏHİM oğlu

*Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası, 1- professor, 2,3- doktorant  
e-mail: [nizism@mail.ru](mailto:nizism@mail.ru), [elxantec@mail.ru](mailto:elxantec@mail.ru), [azer\\_ismayil@mail.ru](mailto:azer_ismayil@mail.ru)*

*Açar sözlər: gəmi mühərrikləri, silindr oymaqları, kavitasiya yeyilməsi, istehsal texnologiyası, işləmə müddəti, konstruktiv-texnoloji tədbirlər.*

*Məqalədə gəmi dizelləri silindr oymaqlarının işləmə müddətinin artırılmasına yönəlmiş konstruktiv-texnoloji məsələlər araşdırılmışdır. Təklif olunmuş tədbirlər konstruksiyası təkmilləşdirilmiş oymaqların kavitasiya yeyilməsini azaltmaq və işləmə müddətini xeyli artırmağa imkan verir.*

**Giriş.** Azərbaycan Xəzər Dəniz Gəmiçiliyində gəmi dizelləri silindr oymaqlarının sıradan çıxmasının səbəbləri tədqiq edilmişdir. Zığ gəmi təmiri zavodundan alınan məlumatlara görə, il ərzində həddi yeyilmə səbəbindən dizellərdə 30% silindr oymaqları yeniləri ilə əvəz edilir [1].

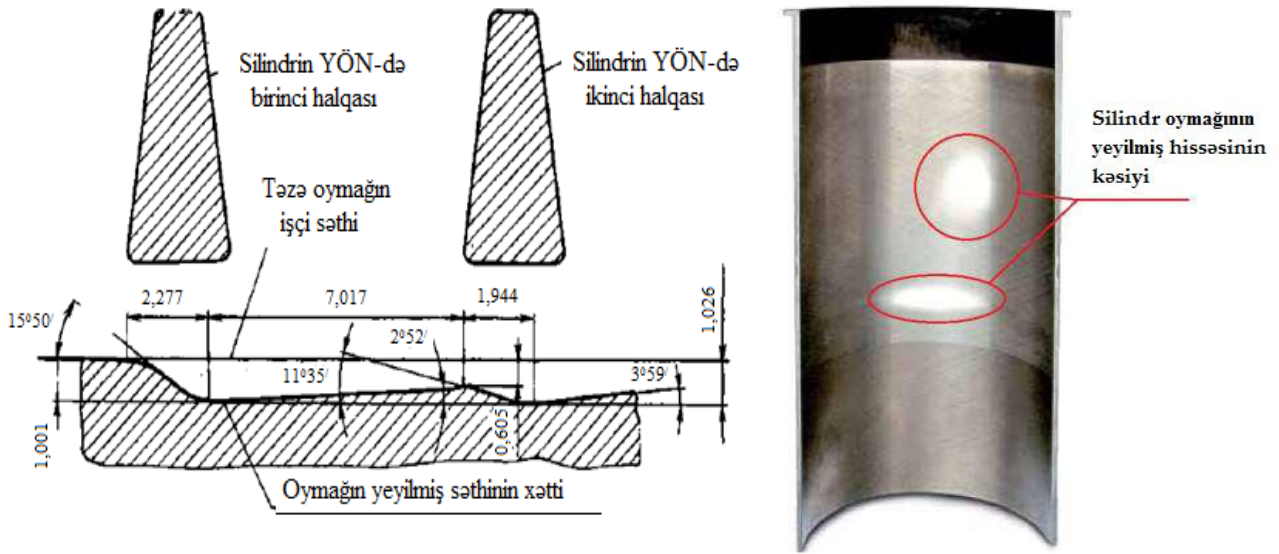
QOST 17919-92-yə görə yüksəksürətli dizellərin oymaqlarının resursu onların əsaslı təmirə qədər resursunun (4500 s.) yarısından az olmamalıdır, yəni silindr oymaqları həddi yeyilməyə qədər azı 2250 saat işləməlidir. Həddi yeyilmə və ovallıq – 0,30 mm, ovallığın böyümə sürəti 148 mkm/saat, diametrin böyümə sürəti 70 mkm/saata bərabər müəyyən edilmişdir. Oymaqlar 1 mm yeyilməyə qədər 2100 saat, həddi yeyilməyə qədər isə 630 saat işləyirlər. Yeyilməni ölçmək üçün oymağın bütün uzunluğu boyu 40 mm enliyində nümunələr kəsilmişdir. Yeyilmə UİM-21 markalı universal mikroskopunda 0,001 mm dəqiqliklə ölçülmüşdür.

Silindrin birinci və ikinci üzüklər rayonunda oymağın xarakterik yeyilməsi şəkil 1-də göstərilmişdir. Qeydə alınıb ki, silindrə birinci üzük zonasında yeyilmə 1,001 mm, yeyilmiş səthin maillik dərəcələri isə  $35^{\circ}50'$  və  $2^{\circ}52'$ -dir. İkinci üzük zonasında oymağın yeyilməsi 1,026 mm təşkil etmişdir. Oymağın daxili səthinin yeyilməsi əsasən burtdan 22 mm məsafədə müşahidə olunur və 50 mm-dən sonra cuzi olur.

QOST 17919-92-yə əsasən oymaqların azotlaşdırılmış daxili səthinin bərkliyi 76 HRA-dan aşağı olmamalıdır. 1-ci oymağın yeyilməmiş hissəsində (burtdan 20 mm məsafədə) bərklik 80-82 HRA, 2-ci oymaqda – 78-80 HRA təşkil edir, yəni QOST 17919-92-yə uyğundur. Oymaqların yeyilmiş hissəsində, burtdan 27-30 mm məsafədə daxili səthin bərkliyi 33-36 HRA-ya qədər azalır. Sonra bərklik tədricən artır və burtdan 39-40 mm məsafədə 60-66 HRA təşkil edir.

Kimyəvi tərkibi müəyyən etmək üçün oymaqların aşağı hissəsindən yonqar götürülmüşdür. 38XMFOA (QOST 4543-91) markalı poladdan və yeyilmiş oymaqlardan götürülmüş yonqarın kimyəvi tərkibi təhlil edilmişdir (cədv. 1).

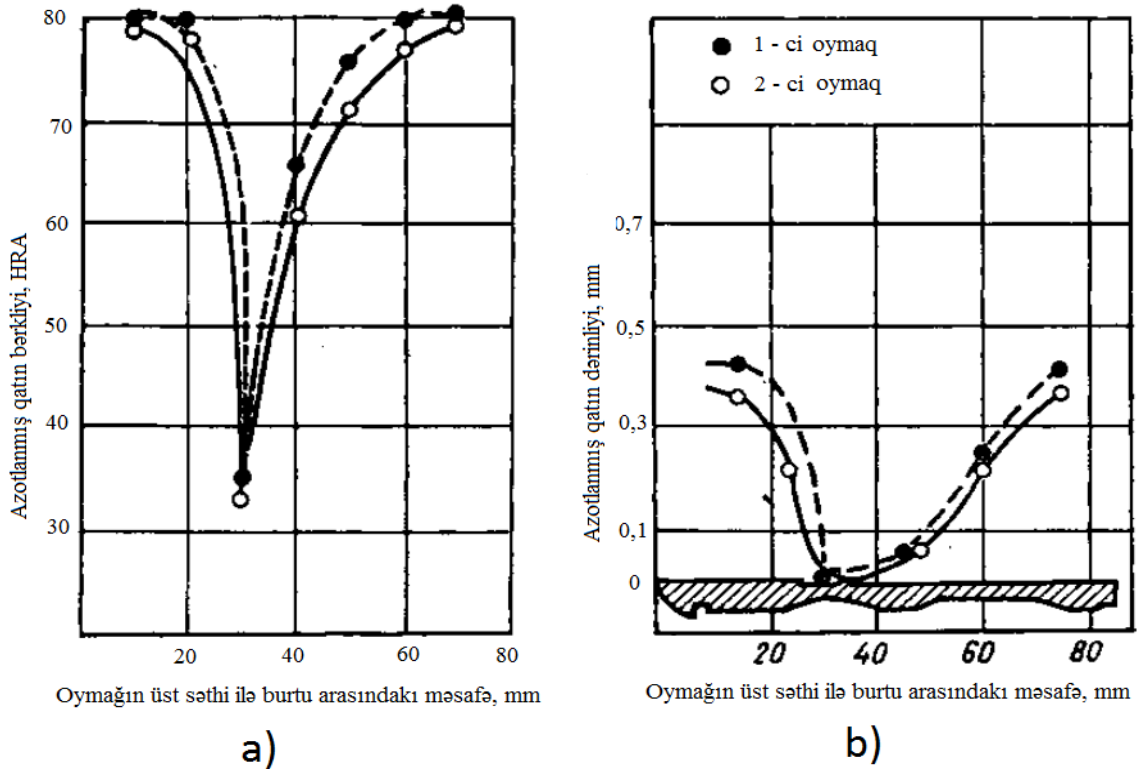
Cədvəl 1-dən görünür ki, QOST 17919-92-nin tələblərindən kənara çıxmalar var. İkinci oymaqda silisiumun aşağı, hər iki oymaqda molibdenin bir qədər artıq miqdarı müşahidə olunur.



Şəkil 1. Silindr oymağının yeyilmiş hissəsinin kəsiyi

Məlumdur ki, legirləyici elementlər azotlaşdırılmış qatın dərinliyini azaldır, lakin onların bir qədər azaldılması azotlaşdırılmış səthin bərkliyini də azaldır.

Mikrostruktur analizi üçün hər bir oymağın yuxarı hissəsindən eni 6 mm, uzunluğu 80 mm olan templet kəsilir. Bu templetdə oymağın kəsiyi üzrə azotlaşdırılmış qatın dərinliyi tapılır və azotlaşdırılmış qatın strukturu tədqiq edilir (şəkil.2).



Şəkil 2. Silindr oymaqlarının kəsiyi üzrə azotlaşdırılmış qatın bərkliyi (a) və dərinliyinin (b) dəyişməsi

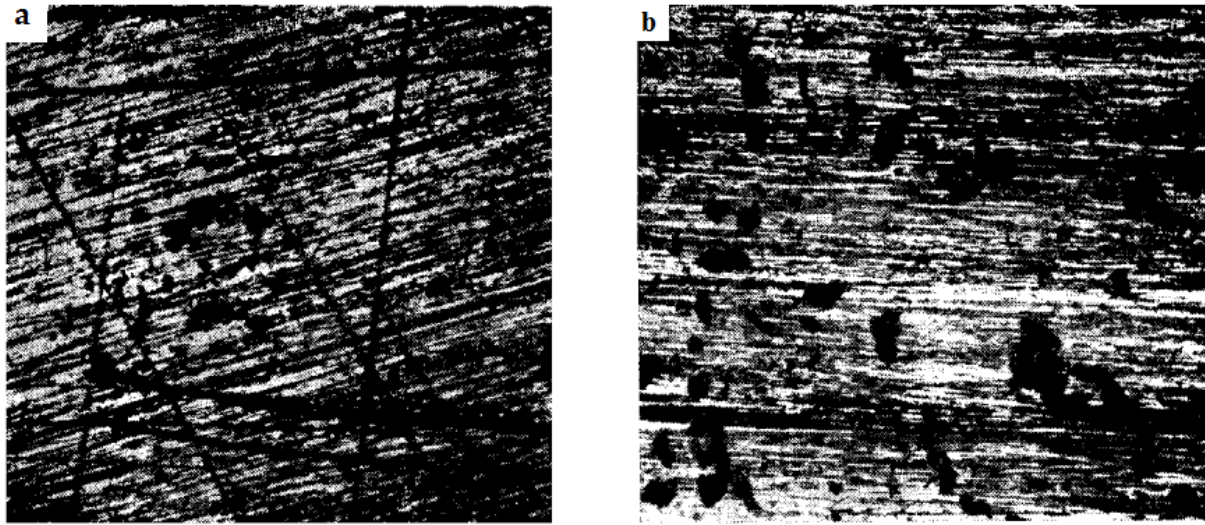
Şəkil 2,b ayrıləri göstərir ki, 1-ci oymağın işçi hissəsinin kənarında onun yuxarisından 20 mm məsafədə azotlandırılmış qatın dərinliyi 0,42 mm, ikinci oymaqda isə 0,34 mm-dir, yuxarı burtun yaxınlığında oymaqların bərkliyi 78-82 HRA təşkil edir.

*Cədvəl 1*

*Oymağın və yonqarın kimyəvi tərkibi*

Analiz edilən material	Materialın kimyəvi tərkibi, %								
	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Mo	Al
38XMİOA poladı	0,35-0,45	0,20-0,45	0,30-0,60	> 0,025		>0,025	1,35-1,65	0,15-0,25	0,70-1,1
Oymaqdan götürülmüş polad yonqar:									
birinci	0,42	0,22	0,38	0,01	0,02	0,095	1,55	0,32	təyin edilməyib
ikinci	0,36	0,14	0,34	0,014	0,019	0,095	1,42	0,32	

Şəkil 3,a-da cilalanmadan və xoninqlənmədən sonra azotlandırılmış səthin ovulması göstərilmişdir. Ovulmalar qara nöqtələr şəklində və ayrı-ayrı qruplarla xoninqlənmə xətlərində yerləşir. Bu qüsurlar 38XMİOA poladından detallar üçün xarakterikdir. Silindrin birinci üzkdən yeyilmə zonasında azotlaşdırılmış qat praktiki yoxdur, burada işçi səthin bərkliyi 33-36 HRA təşkil edir. Burtan 40-45 mm məsafədə oymağın intensiv ovulması olan yeyilmiş işçi səthi göstərilmişdir (şək. 3,b).



*Şək. 3. Silindr oymaqlarının azotlaşdırılmış qatının ovulması: a – təzələrin; b – porşen üzüklərindən yeyilmə zonasında*

Müəyyən edilmişdir ki, işçi səthin kövrəkliyinin səbəblərindən biri azotlaşdırılmış qatda yüksək daxili sıxılma gərginlikləridir. Bu gərginliklər azotlaşdırılmış qatın vaxtından əvvəl yeyilməsinə səbəb olur [4]. Tədqiq edilən oymaqlarda burtan 50-60 mm məsafədə azotlandırılmış qatın dərinliyi 0,228-0,247 mm, bərklik isə – 70-80HRA təşkil edir. Burtan 70 mm məsafədə azotlaşdırılmış qatın dərinliyi və bərkliyi ilkin qiymətlərə çatır.

Oymağın ən yüklənmiş yuxarı hissəsində bərklik onun orta hissəsindəkindən 4-5 HRA aşağıdır. Bərkliyin belə fərqli qiymətləri mikrostrukturun qeyri-bircinsliyi ilə izah olunur. 38XMİOA markalı azotlandırılmış poladın 600-650<sup>0</sup>C temperaturuna qədər qızdırılması praktiki olaraq qatın bərkliyinə və strukturuna təsir göstərmir. Tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, oymaqların kəsiyinin bir hissəsi xırdadispers strukturludur, digər hissəsində isə dənələrin sərhədlərində yerləşmiş ferrit-perlit sahələri var. Azotla doymuş ferrit sahələri dənələrin

sərhədlərini kövrək edir ki, bu da cilalama və yeyilmə zamanı azotlaşdırılmış səthin ovulmasına gətirib çıxarır. Eyni zamanda, xırdadispers müntəzəm struktur azotlaşdırılmış qatın plastikliyini azaltmayan dispers nitridlərin yaranmasına şərait yaradır. Strukturda müşahidə olunan oxşarsızlıq oymaqların termiki emalı zaman qızdırma və soyutma sürətinin kifayət qədər olmamasından yarana bilər.

Beləliklə, tədqiqatlarla oymaqların bəzi istehsal qüsurları müəyyən edilib: tərkibində silisiumun aşağı və molibdenin yuxarı olması; azotlaşdırılmış səthin ovulması; en kəşik üzrə bərkliyin və mikrostrukturun 22-dən 30 HRC-ə qədər qeyri-bərabərliyi. Göstərilmiş qüsurlar istismar zamanı oymaqların vaxtından əvvəl yeyilməsinin əsas səbəbləridir. Buna görə də oymaqların faktiki resursu texniki şərtlərlə müəyyən edilmiş iş müddətindən xeyli az olur.

**Cədvəl 2**

*Bəzi gəmi dizellərinin əsas texniki xarakteristikaları*

Dizelin markası	Hesablama da ölçmələrin sayı	Diametrin artması sürəti, mkm/min. s		Yeyilmənin son həddi	Faktiki resurs, min. s	Dizellərin əsaslı təmirinə qədər təyin edilmiş resurs, min. s
		$v_s$	$v_2$			
8NVD48A-U 1000 a. q., 375 dövr/dəq	460	29	44	1600	36	20-24
	140	41	64	1600	25	20-24
8NVD48-U 670 a. q., 363 dövr/dəq	304	28	34	1700	50	35-40
	728	34	43	1700	39	35-40
6NVD48-U 500 a. q., 350 dövr/dəq	120	13	20	1700	85	35-40
	514	27	40	1700	42	35-40
6NVD48-U 400 a. q., 275 dövr/dəq	155	43	56	1700	30	35-40
	647	35	53	1700	32	35-40

**Qeyd.** Oymaqların həddi ovallığa qədər faktiki resursu təxminən həddi yeyilməyə qədər resursu bərabərdir. Hər bir dizel markası üçün birinci sətirlə SKL şirkəti, ikinci sətirlə –«Teploxod» zavodunda istehsal edilmiş oymaqlara dair nəticələr göstərilmişdir.

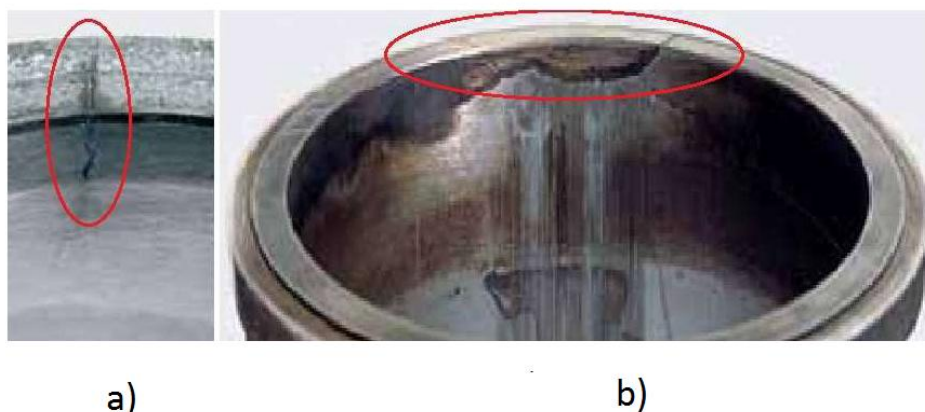
Müəyyən edilmişdir ki, yeyilməsi 0,4 mm-ə çatmış oymaqları artıq istismar etmək olmaz, çünki bu zaman azotlaşdırılmış qat sürtülüb gedir, bərklik azalır və intensiv yeyilmə baş verir. Buna görə mühərriklərdə oymaqların dəyişdirilməsini azotlaşdırılmış qatın qalınlığını və yeyilmənin faktiki sürətini nəzərə almaqla yerinə yetirmək lazımdır.

Əgər naviqasiyanın sonuna qədər oymağın yeyilməsi 0,4 mm-dən artıq olarsa, intensiv yeyilmənin qarşısını almaq üçün onu dərhal dəyişmək lazımdır. Ölçmələr göstərmişdir, 6-8 NVD48U və 8NVD48A-U markalı mühərriklərin silindr oymaqlarının daxili işçi səthlərinin yeyilməyə dözümlülüyü dizellərin əsaslı təmirinə qədər kifayət edir (cədv. 4). Müəyyən edilmişdir ki, NVD48 mühərriklərinin silindr oymaqlarının vaxtından əvvəl dəyişdirilməsinin əsas səbəbi xarici səthin kavitasiya korroziyasıdır (şək. 4).



**Şək. 4.** Silindr oymağının xarici səthinin yaralı korroziyası

Müəyyən olunmuşdur ki, 4-5 naviqasiyadan (18-20 min s.) sonra silindrin xarici səthində yaraların dərinliyi 8-10 mm-ə çatır. Firma konstruksiyalı seriyalı oymaqların divarlarının qalınlığı yuxarı hissədə 18 mm təşkil edir, yəni yaraların dərinliyi divar qalınlığının yarısına çatır. Eyni zamanda, işçi səthlərin həddi yeyilmələrə qədər resursu 2 dəfə çoxdur və bütün tip NVD48 dizellərinin resursundan aşağı deyil. Qeydə alınmışdır ki, oymaqların bir hissəsini klapın yuvalarında (şək. 5,a) və yuxarı burtun altındakı (şək. 5,b) çatlara görə dəyişdirirlər. Bəzən oymaqların yuxarı burtunun qopması da baş verir. Belə qüsurlar (cədv. 3) 8NVD48A-U dizellərin firma oymaqları üçün xüsusilə xarakterikdir.



**Şək. 5.** Silindr oymaqlarında çatlar:  
a – klapın yuvalarında; b – yuxarı burtun altında

**Cədvəl 3**

*Oymaqların resursu və xarakterik yeyilmə növləri*

Dizelin markası	Yeyilmənin və ya qüsurun növü	Yeyilmə və qüsurlardan asılı olaraq oymağın resursu, min s.	Əvəzlənən oymaqların sayı, %
8NVD48A-U n=275 dövr/dəq	1-ci qurşaqda daxili diametrin 1,7 mm-ə qədər artması	30-32	100
	0,85 mm-ə qədər ovallığın artması		
	xarici səthdə 8÷10 mm dərinlikdə "yara"	20	< 100
	Yuxarı burtun altında klapın yuvalarında çatlar	8-12	< 4
6-NVD48-U n=350 dövr/dəq	1-ci qurşaqda daxili diametrin 1,7 mm-ə qədər artması	40-50	100
	0,85 mm-ə qədər ovallığın artması		
	xarici səthdə 8÷10 mm dərinlikdə "yara"	18-20	<100
	Yuxarı burtun altında klapın yuvalarında çatlar	7-10	< 5
8NVD48-U n=375 dövr/dəq	1-ci qurşaqda daxili diametrin 1,6 mm-ə qədər artması	25-36	100
	0,8 mm-ə qədər ovallığın artması		
	xarici səthdə 8÷10 mm dərinlikdə "yara"	15	<100
	Yuxarı burtun altında klapın yuvalarında çatlar	7-8	< 15



Bununla yanaşı, silindr oymaqlarının xarici səthində kavitasiya dağışmaları da müşahidə olunur. Lakin NVD48 tipli dizellərin orta təmiri zaman aşkar edilmişdir ki, daxili işçi səth daha intensiv yeyilməyə məruz qalır, çünki dizellərin porşenləri yeyilməyə davamlı çuqundandır. Belə oymaqları bütövlükdə 12-15 min saat işlədikdən sonra (cəđ. 4) əvəz edirlər. Ancaq oymaqların əvəz edilməsi vaxtına kimi kavitasiya dərin “yaralara” qədər inkişaf etmir [2].

**Cədvəl 4**

*Gəmi dizellərinin əvəzlənən oymaqlarının işləmə müddəti və yeyilmələri*

Dizelin markası	Orta təmirə qədər dizellərin işləmə müddəti, min s.	Əvəzlənən oymaqların yeyilməsi, mm	
		orta yeyilmə	orta ovallıq
	maksimum	maksimal yeyilmə	maksimal ovallıq
6NVD48-U	<u>11,8</u>	<u>0,80</u>	<u>0,50</u>
	12,3	1,00	0,67
	<u>14,0</u>	<u>1,04</u>	<u>0,58</u>
	14,1	1,55	0,96
	<u>16,2</u>	<u>1,18</u>	<u>0,62</u>
	17,0	1,75	1,20
	<u>17,8</u>	<u>1,14</u>	<u>0,58</u>
	19,4	1,44	1,00
	<u>17,6</u>	<u>0,52</u>	<u>0,27</u>
	18,1	1,11	0,51
8NVD48-U	<u>19,1</u>	<u>0,86</u>	<u>0,51</u>
	19,7	1,48	0,96
	<u>15,1</u>	<u>0,63</u>	<u>0,31</u>
	17,7	1,31	0,77
	<u>15,3</u>	<u>0,62</u>	<u>0,27</u>
	16,9	1,01	0,59
	<u>19,1</u>	<u>0,68</u>	<u>0,27</u>
	21,4	1,05	0,79
<u>18,7</u>	<u>0,50</u>	<u>0,21</u>	
19,4	0,97	0,46	
<u>20,0</u>	<u>0,50</u>	<u>0,20</u>	
24,5	0,82	0,44	
8NVD48A-U	10	—	—
	<u>13,4</u>	<u>0,34</u>	<u>0,11</u>
	15,3	0,49	0,30
	<u>13,9</u>	<u>0,40</u>	<u>0,19</u>
15,4	0,62	0,37	

Sonrakı dövrdə oymaqların işçi səthlərinin yeyilmə sürəti istehsal keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına görə bir qədər azalır. Belə ki, çuqun porşenlər alüminium porşenlərlə əvəz edildikdən sonra porşen aralıqları və kavitasiya artdığına görə oymaqların vibrasiyası artır. Oymaqların xarici səthlərinin kavitasiya yeyilməsi oymaqların növbəti əvəz edilməsinə qədər dizellərin işləmə müddətinin azalmasına səbəb olur. Buna görə oymaqların vaxtından əvvəl kavitasiya dağılmasının səbəbləri öyrənilməlidir [2, 6].

Məlumdur ki, boz çuqun oymaqların yeyilməyə dözümlülüyü hər şeydən əvvəl onların mikrostrukturunu ilə müəyyən edilir. Bu baxımdan perlit matris və ortalövhləli bərabər paylanmış qrafitdən ibarət struktur optimal hesab olunur. Xırda və nöqtəvari içqarışıqlı, eləcə də evtektik və şəbəkəli qrafitli çuqunun yeyilməyə dözümlülüyü aşağıdır [5]. Sərbəst-struktur ferrit içqarışıqları sirtünmədə boz çuqunun yeyilməyə dözümlülüyünü azaldır, buna görə strukturda ferritin miqdarı 10%-dən çox olmamalıdır. Matrisi möhkəmləndirən fosfid evtektikası da boz çuqunun yeyilməyə dözümlülüyünə müsbət təsir edir [6].

Bu məsələləri dəqiqləşdirmək üçün NVD48 tipli dizellərin silindr oymaqlarının materialı tədqiq olunmuşdur. SKL şirkətinin istehsal etdiyi dizellərin 12 oymağının kimyəvi tərkibi və mexaniki xassələri cə. 5-də verilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, SKL şirkətinin silindr oymaqlarının yarısında cizgilərdə təsbit edilmiş möhkəmlilik həddindən xeyli aşağıdır. Çuqunun kimyəvi tərkibində nikelin miqdarı nisbətən yüksəkdir (0,45%-dən yuxarı) və bunun nəticəsində şirkətin silindr oymaqlarının metal əsası sorbit və xırdalövhləli perlitdir. «Teploxod» zavodunda istehsal edilmiş silindr oymaqları materialının tərkib və xassələri cə. 6-da verilir. Müqayisə göstərir ki, SKL şirkətinin silindr oymaqları SÇ 20, «Teploxod» zavodunun oymaqları isə SÇ 24 markalı çuquna (QOST 1412-85) uyğundur.

**Cədvəl 5**

*Oymaqların kimyəvi tərkibi və mexaniki xassələri*

Oymaqların materialının tərkib və xassələri		Oymaqların materialının göstəriciləri	
		təyin edilib	SKL şirkətinin cizgilərinə əsasən
Kimyəvi tərkib, %	Karbon	2,97	göstərilib
	Silisiyum	1,71	
	Manqan	0,77	
	Kükürd	0,052	
	Fosfor	0,315	
	Xrom	0,284	
	Nikel	0,452	
Mexaniki xassələr	Dartılmağa möhkəmlilik həddi, kqş/mm <sup>2</sup>	49,6	40
	Əyilmədə möhkəmlilik həddi, kqş/mm <sup>2</sup>	21,8	≥22
	Dayaqlar arasında məsafə 100 mm olduqda əyilmə oxu, mm	1,4	1,2
	İşçi səthin bərkliyi HB, kqş/mm <sup>2</sup>	206—220	170—240

Bununla yanaşı, silindr oymaqlarının mikrostrukturunda da fərqlər müşahidə olunur. Belə ki, şirkətin istehsal etdiyi oymaqlarda qrafit xırda və burulğanlıdır, «Teploxod» zavodunun oymaqlarında isə qrafit bəzi yerlərdə qalınlaşmış və düzxətlidir. Şirkət oymaqlarının metal əsası xırdalövhləli və sorbitli perlitdir, «Teploxod» zavodunun oymaqlarında isə iri və ortalövhləli perlitdir. Yeyilməyə davamlılıq baxımından şirkətin oymaqları daha üstün, «Teploxod» zavodunun oymaqları isə daha yüksək mexaniki xassələrə malikdir. Beləliklə, şirkət oymaqlarının yeyilmə sürətinin aşağı olması və yuxarı burtlardakı çatlar nəticəsində oymaqların sıradan çıxması oymaqların istehsal texnologiyası ilə izah olunur (cə. 2 və 3).

Silindr oymaqlarının xarici səthlərinin kavitasiya yeyilmələri məsələsinə [7] işində diqqət yetirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, oymaqların divarlarının dağılmasına səbəb dizelin soyutma sistemində yüksək tezlikli vibrasiyalardan yaranan kavitasiya prosesləridir. Bu proseslərin qarşısını almaq üçün ən səmərəli vasitə porşenin silindr divarına zərbə enerjisi və porşenlə silindr oymağı arasında boşluğun azaldılmasıdır [3].

Müəyyən edilmişdir ki, kavitasiya dağılmasının sürətini oymaqların qalınlığının və bərkliyinin artırılması ilə azaltmaq olar. Məsələn, SÇ15/18 markalı təcrübi dizeldə oymağın qalınlığının 6-dan 12-mm-ə qədər artırılması vibrasiyanın az qala 2 dəfə azalmasına gətirib çıxarır. Daha nazik oymağın vibrasiyası ümumi səviyyəsi 122 dB, daha qalınını isə 113dB olur. Vibrasiyanı azaltmaq üçün oymağın bloka düzgün oturdulması da mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Oymağın bloka gərilmə ilə oturdulması işçi səthin qabarmasına və porşenin qopuqlarına səbəb ola bilər. Beləliklə, oymağın bloka oturdulmasını oymağın və blokun materialları və onların xassələrini nəzərə almaqla yerinə yetirmək lazımdır [7].

**Cədvəl 6**

*SKL şirkətinin istehsal etdiyi oymaqların materialının xarakteristikaları*

Oymaqların materialının xarakteristikası		Oymaqların materialının göstəriciləri	
		təyin edilib	SKL şirkətinin cizgisinə əsasən
Kimyəvi tərkib, %	Karbon	2,71	2,9—3,3
	Silisiyum	1,62	1,6—1,9
	Manqan	0,82	0,75—1,0
	Kükürd	0,076	0,12
	Fosfor	0,20	do 0,20
	Xrom	0,267	0,2—0,3
	Nikel	0,203	0,3—0,5
Mexaniki xassələr	Dartılmada möhkəmlik həddi, kqs/mm <sup>2</sup>	56,5	< 40
	Əyilmədə möhkəmlik həddi, kqs/mm <sup>2</sup>	26,5	< 24
	Dayaqlar arasında məsafə 100 mm olduqda əyilmə oxu, mm	2,0	< 1,2
	İşçi səthin bərkliyi HB, kqs/mm <sup>2</sup>	201—211	> 210

Oymaqların kavitasiya dağılmasını soyutma mayesinin xassələrinə təsir etməklə də azaltmaq olar. Soyuducu mayədə qazların miqdarı və köpükləri kavitasiya yeyilmələrinə güclü təsir göstərir. Soyuducu mayeyə kavitasiya eroziyasına qarşı xüsusi qatqılar da əlavə etmək olar. Lakin bu tədbir bir sıra problemlərlə, məsələn, qatqıların zəhərli olması ilə əlaqədar olduğundan məhdud tətbiq olunur.

Digər tərəfdən dizelin istismarı prosesində bu qatqılar işlənib köhnəlir, buna görə suda qatqıların konsentrasiyasını daim yoxlamaq və onları vaxtaşırı artırmaq lazımdır. Bütün bunlara baxmayaraq, soyuducu mayeyə effektiv qatqıların daxil edilməsi oymaqların yeyilməsinə qarşı mübarizənin məqsədəuyğun metodlarından biri sayıla bilər.

Porşenlə oymaq arasında boşluğun azaldılması da oymağın kavitasiya yeyilməsinin sürətinin azaldılmasına effektiv təsir göstərir. Çuqun porşenli dizellərdə oymaqların kavitasiya yeyilməsinin sürəti alüminium porşenli dizellərə nisbətən xeyli aşağıdır. Çuqun porşenlər qızdıqda onların diametri az dəyişir, buna görə onların montaj aralıqları alüminium porşenlərə nisbətən daha azdır. Montaj aralığının silindr diametrinə nisbəti çuqun porşenlərində 0,00066-0,00108-dir; alüminium porşenlərində isə bu təqribən 2 dəfə çoxdur (cədv.7).

Qeyd edək ki, əgər çuqun porşenli dizellərdə bu nisbət təqribən eynidirsə (cədv.7), alüminium porşenli dizellərdə bu rəqəmlər müxtəlifdir. Məsələn, 8NVD48A-U markalı dizellərdə aralığın silindr diametrinə nisbəti D50 dizelinkindən 35% çoxdur. D50 dizelində silindr oymaqları 18-20 min. saat işlədikdən sonra kavitasyadan 8NVD48A-U dizelinə nisbətən daha az yeyilir. Deməli, 8NVD48A-U dizellərində «oymaq-porşen» aralığının daha böyük

olması oymaqların yuyulan səthinin kavitasiya yeyilməsinin bir səbəbidir. Bu aralığı bir qədər, məsələn 0,40-0,50 mm-ə qədər azaltmaq müəyyən səmərə verə bilər.

Müəyyən edilmişdir ki, kavitasiya yeyilməsinin intensivliyi oymağın divarının qalınlığının silindrin diametrə nisbətindən artırılması yolu ilə də azaldıla bilər. Məsələn, 8NVD48A-U markalı dizellərdə oymağın qalınlığının 18-dən 30 mm-ə qədər artırılması mümkünlüyü təsdiq edilmişdir. Oymaqların intensiv kavitasiya yeyilməsi onların divarlarının silindrin diametrindən 8% az olduqda müşahidə olunur, divarların qalınlığı 9%-dən çox olduqda kavitasiya əhəmiyyətli olmur. Belə dizel oymaqlarının qalınlığının silindrin diametrinə nisbəti cədv. 8-də göstərilmişdir.

Göründüyü kimi, 8NVD48A-U markalı dizellərin oymaqlarının açıq-aydın konstruktiv qüsuru var: nazik divarın olması, yəni h/D nisbəti 6%-dən azdır. Bu dizellərin oymaqlarının divarlarının qalınlığı 18 mm-dən 30 mm-ə qədər artırıldıqda h/D nisbəti optimal olur. Oymağın divarının təklif edilən qalınlaşdırılması tədbiri yüksək effektivliyə malikdir və qovuşma səthli detalları dəyişdirmədən yalnız oymağın özünün yeniləşdirilməsini nəzərdə tutur.

**Cədvəl 7**

*«Oymaq-porşen» montaj aralıqlarının qiymətləri*

Dizelin markası	Porşenin materialı	«Oymaq-porşen» montaj məsafəsi, mm	Montaj aralığının silindrin diametrinə nisbəti
18D	Çuqun Alüminium	0,20-0,30 0,40-0,49	0,00066-0,001 0,00133-0,00164
6-8NVD48-U	Çuqun	0,25-0,34	0,00078-0,00108
8NVD48A-U	Alüminium	0,55-0,66	0,00172-0,00207
6NVD48A-2U	Alüminium	Yolverilən montaj aralığı 0,50-0,59	0,00156-0,00184
6L275, 6L275PN	Çuqun Alüminium	0,20-0,28 0,50-0,58	0,00073-0,00102 0,00182-0,0021
D50	Alüminium	0,40-0,48 0,40-0,50	0,00145-0,00175 0,00126-0,00157
8NVD36 - U	Çuqun	0,19-0,25	0,00079-0,00104
8NVD36A-U	Alüminium	0,33-0,41	0,00138-0,0017

Müəyyən edilib ki, 8NVD48A-U markalı dizellərin oymaqlarının qalınlaşdırılması daxili işçi səthərin yeyilməsinin sürətini azaldır ki, bu da oxşar 18D dizellərin qalınlaşdırılmış oymaqlarının istismarı zamanı öz təsdiqini tapır. Aydınlaşdırılıb ki, oymaqların divarlarının qalınlaşdırılması silindr divarlarında temperaturun bir qədər artmasına və oymaqların işçi səthlərinin yeyilməsinin azalmasına imkan yaradır.

Beləliklə, aparılmış tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, oymaqla blok arasındakı aralığın böyük olması oymaqların xarici səthinin kavitasiya yeyilməsinə mənfi təsir göstərir və yuxarı dayaq burtunun altında çatların yaranmasına səbəb olur. 8NVD48A-U markalı dizellərin oymaqlarında hazırlanma dəqiqliyinin aşağı olması səbəbindən mühüm konstruktiv qüsurlar yaranır. Təklif olunmuşdur ki, oymaqların aşağı qırşaqlarında üçüncü rezin üzüyün quraşdırılması məqsədilə kipləşdirici üzük üçün iki deyil, üç yarıq kəsilsin, çünki blok yeyilmiş olduqda iki üzük etibarlı kipləndirməni əldə etmək olmur.

Müəyyən edilmişdir ki, NVD48 və NVD36 markalı dizellərin oymaqlarının yuxarı burtlarında çatların yaranmasının səbəbləri konstruktiv və istehsalat qüsurlarıdır. Çatların səbəblərindən biri oymaqların dayaq burtunun konstruktiv qüsurdur, çünki bu zonada təhlükəli kəsikdə mürəkkəb əyilmə gərginlikləri təsir edir. Müəyyən edilib ki, istismar dövründə oymağın və blokun dayaq səthləri intensiv kavitasiya yeyilməsinə məruz qalır və nəticədə əymə momentinin qolu böyüyür və oymaqların dayaq burtunun altında çatların yaranması ehtimalı artır. Buna görə silindr qapağının boltlarının yolverilən sıxılma qüvvələrinə ciddi riayət etmək

lazımdır. Blokla oymağın aşağı oturacaq qurşağı arasındakı 0,30-0,40 mm-ə çatan böyük aralıqlar da (montaj aralığının yolverilən maksimal ölçüsü 0,22 mm olduqda) çatların yaranması səbəblərindən biridir.

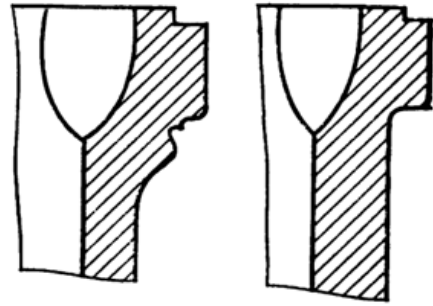
**Cədvəl 8**

*Silindrin diametri ilə oymağın divarının qalınlığının əlaqəsi*

Dizelin markası	Oymaq	Oymağın divarının qalınlığı h, mm	Silindrin diametri D, mm	h/D nisbəti, %	Qeyd
6L275PN	seriyalı	25	275	9,1	Oymaqların istismarı zamanı kavitasiya yeyilməsi müşahidə olunur
18D	seriyalı	17	300	5,6	İntensiv kavitasiya yeyilməsi
	qalınlaşdırılmış	19,5	300	6,5	Kavitasiya yeyilməsi bir qədər azdır
8NVD48A-U	seriyalı	18	320	5,7	İntensiv kavitasiya yeyilməsi
	qalınlaşdırılmış	30	320	9,4	Kavitasiya yeyilməsi xeyli azdır

Oymaqların emalı zaman yolverilən girdəlmələrin olmaması və yanyonuşların olması çatların yaranmasının daha bir səbəbidir. Aşağı oturacaq qurşağında böyük aralıq və oymağın bərkliyinin kifayət dərəcədə olmaması porşenin hərəkəti dəyişdikdə oymağın rəqsinin amplitudasının artmasına və yuxarı dayaq burtunun altında çatların yaranmasına səbəb olur. Dayaq burtunun altında gərginliklərin azalması və əymə momentinin qolunun kiçilməsi üçün silindr qapağının kipləyici qurşağının diametrini böyütmək məqsədəuyğun hesab olunur.

Silindr qapaqlarının boltlarının sıxılması texnologiyasına ciddi riayət etmək lazımdır, çəpliklərə yol verilməməli və sıxılma əmsali 1,35-1,75-dən çox olmamalıdır. Oymaqların istehsalı zamanı dayaq burtunun altındakı girdəlmələrin radiusna ciddi əməl etmək lazımdır və bu zaman kəskin keçidlərə və yanyonuşlara yol verilməməlidir. Oymağın divarlarının rəqslərini azaltmaq üçün təmir zamanı aşağı oturacaq qurşağında aralığı 0,1-0,22 mm civarında saxlamaq lazımdır (son hədd 0,3 mm-dir). Divarların qalınlaşdırılması və oymaqların bərkliyinin artırılması burtlarda çatların istisna edilməsinə müsbət təsir edir, çünki bu zaman oymaqların amplitudası və rəqslərinin sürətlənməsi azalır.



**Şək. 5.** NVD48 markalı dizel oymağının konstruksiyası  
a – şirkətin; b – təkmilləşdirilmiş

**Nəticə.** Beləliklə, qeyd edilmiş konstruktiv-texnoloji tədbirlər nəzərə alınmaqla 8NVD48A-U markalı dizellərin təcrübi silindr oymaqlarının istehsalı üçün işçi cizgilər hazırlanmışdır. Bu oymaqların yuxarı hissəsində divarın qalınlığı 30 mm, aşağı dayaq qurşağına doğru qalınlıq tədricən azalır, yuxarı dayaq burtun altında girdəlmə radiusu 3 mm-dir. Oymağın yuxarı burtunun altındakı rezin üzük üçün yarıq ləğv edilir, çünki iş zamanı bu rayonda yüksək temperaturlar təsir edir, üzük tez sıradan çıxır və funksiyalarını yerinə yetirə bilmir (şək. 5). Təkmilləşdirilmiş oymaqların təcrübi partiyası Zığ gəmi təmiri zavodunda istehsal olunmuşdur [8].

Oymaqların dörd naviqasiyadan sonra faktiki yeyilmələrinin ölçülməsi əsasında xarici səthlərin daxili və kavitasiya yeyilmələrinin sürətləri hesablanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, yeniləşdirilmiş oymaqların daxili səthləri üçün həddi yeyilmə (1,6 mm) və həddi ovallığın (0,8 mm) çatması 35 min.saat seriyalı oymaqlar üçünsə – 30 min. saat təşkil edir. Yaraların

dərinliyinin ölçülməsi nəticəsində təkmilləşdirilmiş və seriyalı oymaqların kavitasiya yeyilmələri müəyyən edilmişdir. Eroziyanın həddi dərinliyinə görə 8NVD48A-U markalı dizellərin yenil oymaqlarının resursu 46...51 min. saat seriyalı oymaqlarınkı isə 23-31 min. saat təşkil etmişdir.

#### **ƏDƏBİYYAT**

1. Баширов Р.Д. Технология восстановления втулок цилиндров судовых двигателей. Баку: АГМА, 2002, 258 с.
2. Баширов Р.Д., Исмаилов Н. Ш., Мамедов Э.Д. Повышения качества втулок цилиндров судовых двигателей. Вестник СевНТУ. Севастополь: 153/2014, с. 88-91.
3. Шарифов З.З. Судостроительные материалы. Баку: АГМА, 2012, 320 с.
4. Мəmmədov E.D. Gəmi dizelləri silindr oymaqlarının səthində kompozit örtüklərin kavitasiya-eroziya dözümlülüğü. Gənc alimlərin əsərləri, №10, Bakı: 2014, s. 8-14.
5. Исмаилов Н. Ш. Технология литейного производства. Баку: АзТУ, 2015, 260 с.
6. Баширов Р.Д., Исмаилов Н.Ш., Мамедов Э.Д. Конструктивно-технологические решения по повышению срока службы втулок цилиндров судовых двигателей. Проблемы Тертя та Зношування, Национальный Авиационный Университеты, Украина, №1(66). 2015, с.117-130.
7. Мəmmədov E.D. Gəmi dizelləri silindr oymaqlarının elastik örtüklərinin kavitasiya-eroziya dözümlüyünün modelləşdirilməsi. ADDA-nın Elmi əsərləri, №1, Bakı: 2015, s. 17 – 23.
8. Bəşirov R.C., Məmmədov E.D. Gəmi mühərrikləri silindr və oymaqlarının bərpə üsullarının xüsusiyyətləri. Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan Texnologiya Universiteti, Davamlı inkişaf və texnoloji innovasiya. II hissə. Gəncə: 2014. s. 190-193.

#### **РЕЗЮМЕ**

#### **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ВТУЛОК ЦИЛИНДРОВ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

*Исмаилов Н. Ш., Мамедов Э. Д., Исмаилов А. Р.*

**Ключевые слова:** конструкция, технология изготовления, кавитационный износ, срок службы, втулки цилиндры, судовые двигатели.

Рассмотрены некоторые конструктивно-технологические решения по повышению срока службы втулок цилиндров судовых дизелей. Предложенные мероприятия позволяют снизить кавитационный износ и увеличить срок службы модернизированных цилиндровых втулок 2,0 раза по сравнению серийными, втулками судовых дизелей.

#### **SUMMARY**

#### **SOLUTIONS TO INCREASE RESOURCE OF MARINE ENGINES CYLINDER SLEEVE**

*Ismayilov N.Sh., Mammadov E.D., Ismayilov A.R.*

**Key words:** design, manufacturing technology, cavitations wear, service life, cylinder sleeve, marine engines.

Some constructive - technological solution to increase the life of cylinder liners of marine diesel engines. Proposed actions helped to reduce cavitations wear and extend the life of the upgraded cylinder sleeve 2.0 times in comparison with serial.

Daxil olma tarixi:	İlkin variant	22.06.2016
	Son variant	15.03.2017

---

**MÜNDƏRİCAT    СОДЕРЖАНИЕ    CONTENTS**

***Fizika və riyaziyyat***

1. *Məmmədov K.Ş., Məmmədova A.H., Hüseynov S.Y.* İntervallı Bul proqramlaşdırması məsələsi üçün qurulmuş Laqranj funksiyasının minimallaşdırılması 4
2. *Lətifova S.S.* Au<sub>3</sub>In<sub>5</sub>Se<sub>9</sub> monokristalında Holl yürüklüyünün temperatur asılılığı 14

***Kimya***

3. *Bayramov Q.K., Mustafayev M.M., Ağayev Ə.Ə.* Fenolformaldehid qatranının epoksiaminotrillərlə modifikasiyası 20
4. *Niyazova A.A.* İndoliləvəzli birləşmələrin sintezi 25
5. *Hətəmov M.M., Muradov M.M., Bayramov A.A., Abdullayeva M.B.* 2,4-dixlorfenoksisirkə turşusunun elektrokimyəvi üsulla sintezi 29
6. *Qarayeva İ.R.* Şirvan düzünün təbii şəraitin ekoloji cəhətdən qiymətləndirilməsi və yerli fərqlərin ayrılması 33
7. *Həsənova S.Q., Qarayeva A.Q., Həşimova P.M.* Buğdanın ehtiyat zülallarının polimorfizmindən bitki genetikası və seleksiyasında istifadə olunması 39
8. *Baxşaliev A.Y., Həsənov X.Ə., Xəlilov T.A., Qəhrəmanova A.Y.* Sinir sisteminin təkamülü 43

***Texnika***

9. *Kazimov N.M., Yusifov Ə.A., Məmmədova R.C.* Maye həcmnin təyin olunması üsullarının araşdırılması 46
10. *Мирзоев Г.А., Салманова М.Н.* Модели технико-экономического планирования (ТЭП) при варьировемых графиках ремонта оборудования нефтехимических объектов 51
11. *Abbasova G.Y.* Azərbaycanın qeyri-hamar relyefli ərazilərində çay plantasiyalarının yetişdirilməsi üçün ekspert sisteminin yaradılması 54
12. *Гусейнзаде Ш.С., Насирова Э.А.* Логическая структуризация компьютерных сетей с применением раскрашенных сетей Петри 60
13. *İsayev H.İ., Məmmədov Ş.H., Ramzanova G.S.* Karbohidrogenlərin turbulent axın və kritikdən yüksək parametrlərdə istilik mübadiləsi 65
14. *Сулейманов Э.М., Сулейманов Э.Т., Кузнецов В.А.* О свойствах цементного раствора 70
15. *Мамедтагизаде А.М., Шмончева Е.Е., Джаббаровва Г.В., Ал-Нахари Тавфик Али Ахмед.* Апробация методики определения величин коэффициента трения и сил адгезии 75
16. *Насимуродова R.M., Nuriyev M.N.* İplikdə qüsurların paylanması modelləşdirilməsi 83
17. *İsmayilov N.Ş., Məmmədov E.D., İsmayilov A.R.* Gəmi mühərrikləri silindr oymaqları resursunun artırılması yolları 87

---

Kompüter yığımı – *S.Şahverdiyeva*  
Korrektorlar: – *G.Hüseynova*  
– *E.Əhmədova*  
– *R.Vəliyev*  
Texniki redaktor – *E.Həsəratova*

Yığılmağa verilmişdir: 05.01.2017- ci il  
Çapa imzalanmışdır: 15.03.2017-ci il  
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70\*108 ¼  
Yüksək çap üsulu  
Şərti çap vərəqi 6.  
Sifariş .  
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](http://www.sdu.edu.az)**  
**E-mail: [sdu.elmixeberler@mail.ru](mailto:sdu.elmixeberler@mail.ru)**