

ISSN 2410-4221
2025/№3(33)

ПАЁМИ

ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ ДАНҒАРА

Бахши илмҳои табиӣ
2025. № 3 (33)

ВЕСТНИК

**ДАНГАРИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Серия естественных наук
2025. № 3 (33)

BULLETIN

OF DANGARA STATE UNIVERSITY

Series of natural science
2025. No 3 (33)

www.vestnik.dsu.tj

№ 3 (33)

Данғара – 2025

**ПАЁМИ ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ ДАНҒАРА
БАХШИ ИЛМҲОИ ТАБИЙ**

*Маҷалла соли 2015 таъсис ёфта, дар як сол 4 шумора ба нашр расонда мешавад.
ISSN 2410-4221*

Сармухәррири маҷалла:

Хайрзода Ш.Қ. – доктори илмҳои иқтисодӣ, профессор,
ректори МДТ Донишгоҳи давлатии Данғара.

Муовини сармухәррир:

Қодирзода Х.Қ. – доктори илмҳои иқтисодӣ, дотсент, муовини ректор
оид ба илми Донишгоҳи давлатии Данғара.

Муҳаррири техникӣ:

Олимов Р.А. номзоди илмҳои химия, дотсент.

Муассиси маҷалла:

*МДТ Донишгоҳи
давлатии Данғара*

*Маҷалла дар шохиси иқтибосҳои
илми Русия (РИНЦ)
таҳти рақами №221-07/2021
ворид карда шудааст.*

*Маҷалла дар Вазорати фарҳанги
Ҷумҳурии Тоҷикистон № 215/МҚ-97
аз 20 августи соли 2021 ба қайд
гирифта шудааст*

*Маҷалла бо забонҳои тоҷикӣ, русӣ
ва англисӣ нашр мегардад.*

*Матни нурраи маводи ҷопшуда дар
сомонаи расмӣ маҷалла
(vestnik.dsu.tj) ҷойгир карда
шудааст.*

*Дар маҷалла мақолаҳои илми соҳаҳои
илмҳои зерин нашр карда мешаванд:*

01.01.00 – Математика,

01.04.00 – Физика,

02.00.00 – Химия.

Сомонаи маҷалла: vestnik.dsu.tj

E-mail: vestnik@dsu.tj

Тел: (833 12)22802

*Паёми Донишгоҳи давлатии
Данғара – 2025. № 3 (33).*



Ҳайати таҳририя:

01.01.00 – Математика

Раҷабова Лутфия – доктори илмҳои физика –
математика, профессор (ДМТ);

Одинаев Раим Назарович – доктори илмҳои физика –
математика, профессор (ДМТ);

Мирзоев Сайяло Ҳабибуллоевич – доктори илмҳои
техникӣ, профессор (ДМТ);

Пиров Ҳайдарҷон Ҳокимҷонович – номзоди илҳои
физика-математика (ДДД).

01.04.00 – Физика

Солихзода Давлат Қуват – доктори илмҳои физика-
математика, профессор (ДМТ);

Махсудов Барот Исмолович – доктори илмҳои физика-
математика, профессор (ДМТ);

Ҷўраев Ҳайрулло Шарофович – доктори илмҳои
физика-математика (ДМТ);

Ақдодов Донаёр Мавлобахшович – доктори илмҳои
физика-математика, профессор (ДМТ);

Ҳочазода Тохир Абдулло – доктори илмҳои физика-
математика (ДМТ);

Олимӣ Ашурали Рамазон – номзоди илмҳои физика-
математика (ДДД);

02.00.00 – Химия

Злотский Семён Соломонович – доктори илмҳои
химия, профессор, узви вобастаи АИР (ДДТНУ, Уфа,
Россия);

Атрошенко Юрий Михайлович – доктори илмҳои
химия, профессор (ДДПТ ба номи Л.Н. Толстой,
Тула, Россия);

Шахкельдян Ирина Владимировна – доктори илмҳои
химия, профессор (ДДПТ ба номи Л.Н. Толстой,
Тула, Россия);

Каримзода Маҳмадқул Бобо – доктори илмҳои химия,
профессор (ДМТ);

Бандаев Сирочиддин Гадоевич – доктори илмҳои
химия, профессор (ДДОТ ба номи С. Айни);

Ғафуров Бобомурод Абдуқаҳорович – доктори илмҳои
химия, профессор (ДДБ ба номи Н. Хусрав, Бохтар);

Раҷабзода Сирочиддин Икром – доктори илмҳои
химия, профессор (ДМТ);

Исозода Диловар Тарик – номзоди илмҳои химия,
дотсент (ДЭТ, Бохтар);

Мухторов Лоик Гургович – номзоди илмҳои
химия, дотсент (ДДПТ ба номи Л.Н. Толстой,
Тула, Россия);

Раҷабов Сайдалӣ – номзоди илмҳои химия (ДДД).

**ВЕСТНИК ДАНГАРИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
СЕРИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

Журнал основан в 2015 году, выпускается 4 номера в год.

ISSN 2410-4221

Главный редактор

Хайрзода Ш.К. – доктор экономических наук, профессор,
ректор ГОУ Дангаринского государственного университета.

Зам.глав. редактора

Кодирзода Х.К. – доктора экономических наук, доцент, проректор по науке
Дангаринского государственного университета.

Технический редактор:

Олимов Р.А. – кандидат химических наук, доцент.

Учредитель журнала:

*ГОУ Дангаринский
государственный университет*

*Журнал включен в базу данных
Российского индекса научных
цитирований (РИНЦ)
(№221-07/2021)*

*Журнал зарегистрирован в
Министерстве культуры
Республики Таджикистан
Свидетельство № 215/МЧ-97
от 20 августа 2021 года*

*Журнал издается на таджикском,
русском и английском языках.*

*Полный текст опубликованного
материала доступен на официальном
сайте журнала (vestnik.dsu.tj)*

*В журнале печатаются научные
статьи по следующим отраслям:*

01.01.00 – Математика,

01.04.00 – Физика,

02.00.00 – Химия.

Сайт журнала: vestnik.dsu.tj

E-mail: vestnik@dsu.tj

Тел: (833 12) 22802

*Вестник Дангаринского
государственного
университета – 2025. № 3 (33).*



Члены редколлегии:

01.01.00 – Математика

Раджабова Лутфия – доктор физико-математических наук, профессор, (ТНУ);

Одинаев Раим Назарович – доктор физико-математических наук, профессор, (ТНУ);

Мирзоев Саязло Хабибуллоевич – доктор технических наук, профессор, (ТНУ);

Пиров Хайдаржон Хокимжонович – кандидат физико-математических наук, (ДГУ).

01.04.00 – Физика

Солихзода Давлат Куват – доктор физико-математических наук, профессор (ТНУ);

Махсудов Барот Исламович – доктор физико-математических наук, профессор (ТНУ);

Джуроев Хайрулло Шарофович – доктор физико-математических наук (ТНУ);

Акдодов Донаёр Мавлобахшович – доктор физико-математических наук, профессор (ТНУ);

Ходжазода Тахир Абдулла – доктор физико-математических наук (ТНУ);

Олими Ашурали Рамазан – кандидат физико-математических наук (ДГУ);

02.00.00 – Химия

Злотский Семён Соломонович – доктор химических наук, профессор, член-корреспондент РАН (УГНТУ, Уфа, Россия);

Атрощенко Юрий Михайлович – доктор химических наук, профессор (ТГПУ им. Л.Н. Толстого, Тула, Россия);

Шакельдян Ирина Владимировна – доктор химических наук, профессор (ТГПУ им. Л.Н. Толстого, Тула, Россия);

Каримзода Махмадкул Бобо – доктор химических наук, профессор (ТНУ);

Бандаев Сироджиддин Гадоевич – доктор химических наук, профессор (ТГПУ им. С. Айни);

Гафуров Бобомурод Абдукахорович – доктор химических наук, профессор (БГУ им. Н. Хусрава, г. Бохтар);

Раджабзода Сироджиддин Икром – доктор химических наук, профессор (ТНУ);

Исозода Диловар Тарик – кандидат химических наук, доцент (ТЭИ, Бохтар);

Мухторов Лоик Гургович, кандидат химических наук, доцент (ТГПУ им. Л.Н. Толстого, Тула, Россия);

Раджабов Саидали – кандидат химических наук (ДГУ).

BULLETIN OF DANGARA STATE UNIVERSITY
SERIES OF NATURAL SCIENCES

The magazine was founded in 2015 and issues 4 number in year.

ISSN 2410-4221

Chief Editor:

Khayrzoda Sh.K. – Doctor of Economic Sciences, Professor, rector of SEI Dangara State University.

Deputy Head editor:

Kodirzoda H.K. – – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor Vice-Rector for Science of Dangara State University

Technical editor:

Olimov R.A. Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor.

Member of the Editorial Board:

Journal founder:

SEI Dangara State University

*The journal is included in the
Database of the Russian Science Citation
Index (RSCI) № 221-07/2021*

*The magazine is registered
with the Ministry of Culture
of the Republic of Tajikistan
Certificate No. 215/MQ-97
dated August 20, 2021.*

*The magazine is printed in Tajik,
Russian and English languages*

*The full text of the published materials
are available on the official website of
the journal (vestnik.dsu.tj).*

*The magazine publishes scientific articles
in the following areas:*

01.01.00 – Mathematical,

01.04.00 – Physical,

02.00.00 – Chemistry.

Journal website: vestnik.dsu.tj

Email: vestnik@dsu.tj

Tel: (833 12) 22802

*Bulletin of Dangara State University
- 2025. No. 3. (33).*



01.01.00 – Mathematics

Rajabova Lutfiya – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, (TNU);

Odinaev Raim Nazarovich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, (TNU);

Mirzoev Sayalo Habibullovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, (TNU);

Pirov Haydarjon Hokimjonovich – Candidate of physical and mathematical sciences, (DSU).

01.04.00 – Physics

Solihzoda Davlat Kuvat – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor (TNU);

Makhsudov Barot Islomovich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor (TNU);

Juraev Khairullo Sharofovich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences (TNU);

Akdodov Donayor Mavlobakhshovich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor (TNU);

Khojzoda Tohir Abdullo – Doctor of Physical and Mathematical Sciences (TNU);

Olimi Ashurali Ramazon – Candidate of physical and mathematical sciences (DSU);

02.00.00 – Chemistry

Zlotsky Semyon Solomonovich – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (USPTU, Ufa, Russia);

Atroshchenko Yuri Mikhailovich – Doctor of Chemical Sciences, Professor (TSPU, Tula, Russia);

Irina Vladimirovna Shakkeldyan – Doctor of Chemical Sciences, Professor (TSPU, Tula, Russia);

Karimzoda Mahmadvul Bobo – Doctor of Chemical Sciences, Professor (TNU);

Bandaev Sirojiddin Gadoevich – Doctor of Chemical Sciences, Professor (TSPU named after S. Aini);

Gafurov Bobomurod Abdukakhorovich – Doctor of Chemical Sciences, Professor (BSU named after N. Khusrav, Bokhtar);

Rajabzoda Sirojiddin Ikrom – Doctor of Chemical Sciences, Professor (TNU);

Isozoda Dilovar Tariq – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor (TEI, Bokhtar);

Mukhtorov Loik Gurgovich – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor (TSPU, Tula, Russia);

Rajabov Saydali – Candidate of Chemical Sciences (DSU).

УДК 517.956.

ЗАДАЧА РИМАНА-ГИЛБЕРТА ДЛЯ ГОЛОМОРФНОГО ВЕКТОРА

Караев Х.Х.

Международный университет туризма и предпринимательства
Таджикистана

Рассмотрим задачу Римана-Гилберта для голоморфного вектора

$U = (s, u, v, w)$, т.е. задачу (2) для системы (1), [1] в случае, когда область D -полупространстве $:\{h_1x_1 + h_2x_2 + h_3x_3 > 0\}$, где $h = (h_1, h_2, h_3)$ - нормальный единичный вектор к плоскости $\Gamma: \{h_1x_1 + h_2x_2 + h_3x_3 = 0\}$.

Задача. Найти регулярный в полупространстве D голоморфный вектор $U = (s, u, v, w)$ исчезающий на бесконечности и удовлетворяющий условию (2) [1] на Γ , где $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \delta_i$ - постоянные, а f_i —непрерывная функция не превышающая $c/r^{1+\varepsilon}$ на бесконечности (c, ε - некоторые положительные постоянные, $r^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$).

При решении этой задачи в силу [1] придем к задаче: найти регулярные в полупространстве D и исчезающие на бесконечности гармонические функции σ и w , удовлетворяющие условиям

$$\Delta\sigma = 0, \quad \sum_{j=1}^3 p_j \sigma_{x_j} = f_1(x), \quad x \in \Gamma \quad (1)$$

$$\Delta w = 0, \quad \sum_{j=1}^3 p_j w_{x_j} = f_2(x), \quad x \in \Gamma$$

где теперь $\Gamma: \{h_1x_1 + h_2x_2 + h_3x_3 = 0\}$ - граница полупространства D . Обозначим далее через $x = (x_1, x_2, x_3)$ -произвольную точку пространства D , а $y = (y_1, y_2, y_3)$ - точку плоскости Γ и $R = [\sum_{j=1}^3 (x_j - y_j)^2]^{1/2}$ - расстояние между точками x и y .

Рассмотрим задачу (1) только для σ , так как задача для второй неизвестной w , по существу, совпадает с первой. Рассмотрим сначала частный случай: $h_1^2 + h_2^2 = 0, h_3^2 = 1, p_3 \neq 0$.

Теперь будем искать регулярную в полупространстве $x_3 > 0$ и исчезающую на бесконечности гармоническую функцию $\sigma(x_1, x_2, x_3)$, удовлетворяющую при $x_3 = 0$ условию

$$\sum_{j=1}^3 p_j \sigma_{x_j} = f_1(x_1, x_2), \quad |f_1| < c/(1 + x_1^2 + x_2^2)^{1/2+\varepsilon}, \quad \varepsilon > 0 \quad (2)$$

Решение этой задачи будем искать в виде [2]

$$\sigma(x) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} F(y_1, y_2) \frac{\partial}{\partial y_3} \ln[R + \sum_{j=1}^3 p_j(x_j - y_j)] dy_1 dy_2 =$$

(3)

$$= -\frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} F(y_1, y_2) \frac{(p_3 R + x_3) dy_1 dy_2}{R[R + \sum_{j=1}^3 p_j(x_j - y_j)]}$$

Нетрудно проверить, что если $|F| < c/(1 + x_1^2 + x_2^2)^{1/2+\varepsilon}$, $\varepsilon > 0$, то (3) представляет собой регулярную гармоническую функцию в полупространстве $x_3 > 0$, исчезающую на бесконечности. Гармоничность функции $\sigma(x)$ следует из того, что при $x \neq y$, т.е. при $x_3 > 0$ и $\sum_{j=1}^3 p_j^2 = 1$,

$$\begin{aligned} \Delta \ln[R + \sum_{j=1}^3 p_j(x_j - y_j)] &= R^{-2} [R + \sum_{j=1}^3 p_j(x_j - y_j)]^{-2} \sum_{j=1}^3 \{ [R + \\ &+ \sum_{j=1}^3 p_j(x_j - y_j)] [R - (x_j - y_j)^2 R^{-1}] - [x_j - y_j + p_j R]^2 \} = R^{-2} [R + \\ &+ \sum_{j=1}^3 p_j(x_j - y_j)]^{-1} [3R - R - 2R] = 0 \end{aligned}$$

Подставив функцию $\sigma(x)$ в левую часть (2) а затем совершив предельный переход при $x_3 \rightarrow 0$, имеем:

$$\begin{aligned} \lim_{x_3 \rightarrow 0} \sum_{j=1}^3 p_j \sigma_{x_j} &= \lim_{x_3 \rightarrow 0} \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} F(y_1, y_2) \frac{\partial}{\partial y_3} \left\{ \frac{\sum_{j=1}^3 [p_j(x_j - y_j) + R p_j^2]}{R[R + \sum_{j=1}^3 p_j(x_j - y_j)]} \right\} dy_1 dy_2 = \\ &= -\frac{1}{2\pi} \lim_{x_3 \rightarrow 0} \iint_{-\infty}^{\infty} F(y_1, y_2) \frac{\partial}{\partial x_3} (R^{-1}) dy_1 dy_2 = F(x_1, x_2) \end{aligned}$$

Следовательно, положив $f_1 = F$, получим решение рассматриваемой задачи с наклонной производной. Рассмотрим теперь однородную задачу соответствующую (1). Применив преобразование Фурье по касательным переменным x_1, x_2 имеем:

$$\tilde{\sigma}''(\tau_1, \tau_2, x_3) - (\tau_1^2 + \tau_2^2) \tilde{\sigma}(\tau_1, \tau_2, x_3) = 0,$$

$$-i(\tau_1 p_1 + \tau_2 p_2) \tilde{\sigma} + p_3 \tilde{\sigma}' = 0 \quad \text{при } x_3 = 0$$

где $\tilde{\sigma}(\tau_1, \tau_2, x_3) = (F\sigma)(x_1, x_2) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} \sigma(x_1, x_2, x_3) e^{-i(\tau_1 x_1 + \tau_2 x_2)} dx_1 dx_2$ – преобразование Фурье функции σ по x_1, x_2 .

Решая последнее уравнение находим:

$\tilde{\sigma} = c_1 e^{-\rho x_3} + c_2 e^{\rho x_3}$, где обозначено $\rho^2 = \tau_1^2 + \tau_2^2$, c_1, c_2 – произвольные постоянные. Так как ищется решение, исчезающее на бесконечности, то необходимо положить $c_2 = 0$. Удовлетворив краевому условию получим:

$$-c_1 [p_3 \rho + i(\tau_1 p_1 + \tau_2 p_2)] = 0.$$

Откуда следует, что $c_1 \equiv 0$, так как $p_3 \neq 0$.

Однородная задача (2) в классе функций, исчезающих на бесконечности, имеет только тривиальное решение. Следовательно, неоднородная задача разрешима при любой правой части и имеет единственное решение представимое в виде (3). Аналогичным образом по формуле (3) определяется гармоническая функция w . Теперь в (3) $F(x)$ нужно заменить на $f_2(x)$.

Подставив найденные выражения σ и w в представления (5) [1], найдем решение рассматриваемой задачи (1)-(2), [1], в полупространстве $x_3 > 0$:

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} f_1(y_1, y_2) \frac{\partial}{\partial y_3} \{M^{-1}[-\beta_2 r_1 - \gamma_2 r_2 - \delta_2 r_3]\} dy_1 dy_2 + \\
 &+ \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} f_2(y_1, y_2) \frac{\partial}{\partial y_3} \{M^{-1}[\beta_1 r_1 + \gamma_1 r_2 + \delta_1 r_3]\} dy_1 dy_2, \\
 u &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} f_1(y_1, y_2) \frac{\partial}{\partial y_3} \{M^{-1}[\alpha_2 r_1 + \delta_2 r_2 - \gamma_2 r_3]\} dy_1 dy_2 + \\
 &+ \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} f_2(y_1, y_2) \frac{\partial}{\partial y_3} \{M^{-1}[-\alpha_1 r_1 - \delta_1 r_2 + \gamma_1 r_3]\} dy_1 dy_2, \\
 v &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} f_1(y_1, y_2) \frac{\partial}{\partial y_3} \{M^{-1}[-\delta_2 r_1 + \alpha_2 r_2 + \beta_2 r_3]\} dy_1 dy_2 + \\
 &+ \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} f_2(y_1, y_2) \frac{\partial}{\partial y_3} \{M^{-1}[\delta_1 r_1 - \alpha_1 r_2 - \beta_1 r_3]\} dy_1 dy_2, \\
 w &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} f_1(y_1, y_2) \frac{\partial}{\partial y_3} \{M^{-1}[\gamma_2 r_1 - \beta_2 r_2 + \alpha_2 r_3]\} dy_1 dy_2 + \\
 &+ \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{\infty} f_2(y_1, y_2) \frac{\partial}{\partial y_3} \{M^{-1}[-\gamma_1 r_1 + \beta_1 r_2 - \alpha_1 r_3]\} dy_1 dy_2,
 \end{aligned} \tag{4}$$

где обозначено:

$$M = R[R + \sum_{j=1}^3 P_j(x_j - y_j)], \quad r_j = x_j - y_j + P_j R, \quad j = \overline{1,3} \tag{5}$$

Производную по y_3 в выражениях стоящих под интегралами нужно понимать так: сначала берется производная по y_3 , а затем y_3 заменяется на нуль.

Из (4) видно, что ядра интегралов на бесконечности растут как R^{-2} . Поэтому для сходимости интегралов от функции $f_i(x)$ вместо условий $|f_i| < c/R^{1+\varepsilon}$ достаточно требовать, чтобы они на бесконечности удовлетворяли условиям $|f_i| < c/R^\varepsilon$.

Покажем, что решение рассматриваемой задачи для произвольного полупространства $D: \{\sum_{j=1}^3 h_j x_j > 0\}$ можно редуцировать к рассмотренному частному случаю. Предположим, что теперь $h_1^2 + h_2^2 \neq 0$. Тогда $h_3^2 \neq 1$. Введем новые переменные при помощи соотношений:

$$\begin{aligned}\tau_1 &= -(h_3 + \frac{(1-h_3)h_2^2}{h_1^2+h_2^2}) x_1 + \frac{h_1 h_2 (1-h_3)}{h_1^2+h_2^2} x_2 + h_1 x_3, \\ \tau_2 &= \frac{h_1 h_2 (1-h_3)}{h_1^2+h_2^2} x_1 - (h_3 + \frac{(1-h_3)h_1^2}{h_1^2+h_2^2}) x_2 + h_2 x_3, \\ \tau_3 &= h_1 x_1 + h_2 x_2 + h_3 x_3; \\ q_1 &= -(h_3 + \frac{(1-h_3)h_2^2}{h_1^2+h_2^2}) y_1 + \frac{h_1 h_2 (1-h_3)}{h_1^2+h_2^2} y_2 + h_1 y_3, \\ q_2 &= \frac{h_1 h_2 (1-h_3)}{h_1^2+h_2^2} y_1 - (h_3 + \frac{(1-h_3)h_1^2}{h_1^2+h_2^2}) y_2 + h_2 y_3, \\ q_3 &= h_1 y_1 + h_2 y_2 + h_3 y_3;\end{aligned}\tag{6}$$

из которых находим:

$$\begin{aligned}x_1 &= -(h_3 + \frac{(1-h_3)h_2^2}{h_1^2+h_2^2}) \tau_1 + \frac{h_1 h_2 (1-h_3)}{h_1^2+h_2^2} \tau_2 + h_1 \tau_3, \\ x_2 &= \frac{h_1 h_2 (1-h_3)}{h_1^2+h_2^2} \tau_1 - (h_3 + \frac{(1-h_3)h_1^2}{h_1^2+h_2^2}) \tau_2 + h_2 \tau_3 \\ x_3 &= h_1 \tau_1 + h_2 \tau_2 + h_3 \tau_3; \\ y_1 &= -(h_3 + \frac{(1-h_3)h_2^2}{h_1^2+h_2^2}) \tau_1 + \frac{h_1 h_2 (1-h_3)}{h_1^2+h_2^2} \tau_2 + h_1 \tau_3, \\ y_2 &= \frac{h_1 h_2 (1-h_3)}{h_1^2+h_2^2} \tau_1 - (h_3 + \frac{(1-h_3)h_1^2}{h_1^2+h_2^2}) \tau_2 + h_2 \tau_3 \\ y_3 &= h_1 \tau_1 + h_2 \tau_2 + h_3 \tau_3;\end{aligned}\tag{7}$$

Если через A обозначим матрицу преобразования в формуле (6), то очевидно, что A совпадает со своей транспонированной $A=A^T$. Из (7) следует, что обратная матрица A^{-1} совпадет с A и эта матрица невырождена. Из равенства $A^{-1}=A^T$ следует, что A - ортогональная матрица. Поэтому из гармоничности функции $\sigma(x)$ следует, что функция

$\sigma(Ax) = \sigma(\tau)$, где $\tau = (\tau_1, \tau_2, \tau_3)$, также является гармонической, т.е. оператор Лапласа при невырожденной замене (6) не меняет свой вид [3].

После введения новых переменных задача (1) принимает вид:

$$\Delta_\tau \sigma = 0, \quad \sum_{j=1}^3 P'_j \sigma_{\tau_j} = f_1(\tau_1, \tau_2, 0), \tag{8}$$

$$\Delta_{\tau} w = 0, \quad \sum_{j=1}^3 P'_j w_{\tau_j} = f_2(\tau_1, \tau_2, 0) \quad ;$$

где символ Δ_{τ} – обозначает оператор Лапласа по переменным τ_1, τ_2, τ_3 , а P'_j - определяется формулами

$$P'_1 = -P_1(h_1 + \frac{(1-h_3)h_2^2}{h_1^2+h_2^2}) + P_2 \frac{h_1 h_2 (1-h_3)}{h_1^2+h_2^2} x_2 + P_3 h_1,$$

$$P'_2 = P_1 \frac{h_1 h_2 (1-h_3)}{h_1^2+h_2^2} - P_2(h_3 + \frac{(1-h_3)h_1^2}{h_1^2+h_2^2}) + P_3 h_2 ,$$

$$P'_3 = P_1 h_1 + P_2 h_2 + P_3 h_3 ;$$

Полученная задача (8) от задачи (2) только коэффициентами краевого условия. Теперь условия $P_3 \neq 0$ нужно заменить условием:

$$P'_3 = P_1 h_1 + P_2 h_2 + P_3 h_3 = (P, h) \neq 0$$

При выполнении этого условия задача (8) имеет единственное решение

$$\sigma(\tau_1, \tau_2, \tau_3) = \frac{1}{2\pi} \iint_{q_3=0} f_1(q_1, q_2) \frac{\partial}{\partial q_3} \text{Ln}[R' + \sum_{j=1}^3 P'_j (\tau_j - q_j)] dq_1 dq_2$$

где $R' = [\sum_{j=1}^3 (\tau_j - q_j)^2]^{1/2}$. Переходя к старым переменным имеем

$$\sigma(x_1, x_2, x_3) = \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma} f_1(y) \sum_{j=1}^3 h_j \frac{\partial}{\partial y_j} \text{Ln}[R + \sum_{j=1}^3 P_j (x_j - y_j)] d\Gamma_y = (9)$$

$$= - \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma} f_1(y_1, y_2, y_3) \frac{\sum_{j=1}^3 h_j (P_j R + x_j - y_j)}{R [R + \sum_{j=1}^3 P_j (x_j - y_j)]} d\Gamma_y$$

Здесь Γ -плоскость $q_3 = y_1 h_1 + y_2 h_2 + y_3 h_3 = 0$, $d\Gamma_y$ - элемент площади плоскости Γ . В частности, из (9) при $h_1^2 + h_2^2 = 0$, $h_3^2 = 1$ получим формулу (3). Аналогичным образом определяется и другая гармоническая функция w , в которой теперь $f_1(x)$ нужно заменить на $f_2(x)$. Подставив найденные выражения σ и w в представления (5), [1] голоморфного вектора U имеем:

$$\begin{aligned} s &= \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma} f_1(y) \sum_{j=1}^3 h_j \frac{\partial}{\partial y_j} \{M^{-1}[-\beta_2 r_1 - \gamma_2 r_2 - \delta_2 r_3]\} d\Gamma_y + \\ &+ \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma} f_2(y) \sum_{j=1}^3 h_j \frac{\partial}{\partial y_j} \{M^{-1}[\beta_1 r_1 + \gamma_1 r_2 + \delta_1 r_3]\} d\Gamma_y, \\ u &= \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma} f_1(y) \sum_{j=1}^3 h_j \frac{\partial}{\partial y_j} \{M^{-1}[\alpha_2 r_1 + \delta_2 r_2 - \gamma_2 r_3]\} d\Gamma_y + \\ &+ \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma} f_2(y) \sum_{j=1}^3 h_j \frac{\partial}{\partial y_j} \{M^{-1}[-\alpha_1 r_1 - \delta_1 r_2 + \gamma_1 r_3]\} d\Gamma_y, \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned}
v &= \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma} f_1(y) \sum_{j=1}^3 h_j \frac{\partial}{\partial y_j} \{M^{-1}[-\delta_2 r_1 + \alpha_2 r_2 + \beta_2 r_3]\} d\Gamma_y + \\
&+ \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma} f_2(y) \sum_{j=1}^3 h_j \frac{\partial}{\partial y_j} \{M^{-1}[\delta_1 r_1 - \alpha_1 r_2 - \beta_1 r_3]\} d\Gamma_y, \\
w &= \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma} f_1(y) \sum_{j=1}^3 h_j \frac{\partial}{\partial y_j} \{M^{-1}[\gamma_2 r_1 - \beta_2 r_2 + \alpha_2 r_3]\} d\Gamma_y + \\
&+ \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma} f_2(y) \sum_{j=1}^3 h_j \frac{\partial}{\partial y_j} \{M^{-1}[-\gamma_1 r_1 + \beta_1 r_2 - \alpha_1 r_3]\} d\Gamma_y,
\end{aligned}$$

где $M, r_j, j = \overline{1,3}$ даются формулами (5).

Таким образом, справедлива теорема: Если коэффициенты граничного условия (1), [1] постоянные, то для любого полупространства $D: \{\sum_{j=1}^3 h_j x_j > 0\}$ удовлетворяющего условию $(P, h) \neq 0$ задача (2), [1] для системы (1), [1] в классе стремящихся к нулю на бесконечности функций имеет единственное решение, представимое в виде (10).

Литература

1. *Караев Х.* О некоторых обобщениях для голоморфного вектора в трёхмерном пространстве. Мат.межд.конф. «Современные проблемы математики и её приложения». НАН Таджикистана ИМ им. А.Джураева, Душанбе. 30-31.05.2025, с.148-151.
2. *Янушаускас, А. И.* Задача о наклонной производной теории потенциала. — Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1985. — 262 с.
3. *Бицадзе, А. В.* Краевые задачи для эллиптических уравнений второго порядка. — Москва: Наука, 1966. — 203 с.
4. *Шевченко, В.И.* Об одной краевой задаче для вектора, голоморфного в полупространстве // Доклады Академии наук СССР. — 1964. — Т. 154, № 2. — С. 276–278.
5. *Токибетов, Ж. А.* Об одной граничной задаче для голоморфного в полупространстве вектора // Исследования по многомерным эллиптическим системам уравнений в частных производных. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1986. С. 100–104.
6. *Петровский, И. Г.* Лекции об уравнениях с частными производными. — 3-е изд., доп. — Москва: Физматгиз, 1961. — 400 с.
7. *Миранда, Карло.* Уравнения с частными производными эллиптического типа. Перевод с итальянского Т. Д. Вентцель; под ред. О. А. Олейник. — Москва: Изд-во иностранной литературы, 1957. — 256 с.

МАСЪАЛАИ РИМАН–ГИЛБЕРТ БАРОИ ВЕКТОРИ ГОЛОМОРФ

Физиурда. Ин мақола истифодаи намуди (5)-ро барои ёфани функсияҳои гармоникӣ σ ва w баррасӣ мекунад, ки дар нимфосилаи D муқаррарӣ буда, дар беохир нопадид мешаванд ва шартҳои $\Delta\sigma=0$, $\sum_{j=1}^3 p_j \sigma_{x_j} = f_1(x)$, $x \in \Gamma$

$$\Delta w = 0, \quad \sum_{j=1}^3 p_j w_{x_j} = f_2(x), \quad x \in \Gamma \text{ -ро қаноат мекунонад} \quad (1)$$

Исбот шудааст, ки масъалаи (2) барои системаи (1), [1] дар синфи функсияҳои σ , ки дар беохир ба сифр майл мекунад, бо шартҳои $\sum_{j=1}^3 p_j \sigma_{x_j} = f_1(x_1, x_2)$, $|f_1| < c/(1 + x_1^2 + x_2^2)^{1/2+\varepsilon}$, $\varepsilon > 0$ ҳалли ягона дорад, ки онро метавон ҳамчун (10) муаррифӣ кард.

Қалидвожаҳо: функсияҳои гармоникӣ, векторҳои голоморфӣ, ҳалли мунтазам, ҳосилаи моил.

ЗАДАЧА РИМАНА-ГИЛБЕРТА ДЛЯ ГОЛОМОРФНОГО ВЕКТОРА

Аннотация. В данной статье используя представление (5) [1] рассматривается задача: найти регулярные в полупространстве D и исчезающие на бесконечности гармонические функции σ и w , удовлетворяющие условиям

$$\Delta\sigma = 0, \quad \sum_{j=1}^3 p_j \sigma_{x_j} = f_1(x), \quad x \in \Gamma, \quad (1)$$

$$\Delta w = 0, \quad \sum_{j=1}^3 p_j w_{x_j} = f_2(x), \quad x \in \Gamma.$$

Доказано, что задача (2) для системы (1) [1] в классе функций стремящихся к нулю на бесконечности с условиями $\sum_{j=1}^3 p_j \sigma_{x_j} = f_1(x_1, x_2)$,

$|f_1| < c/(1 + x_1^2 + x_2^2)^{1/2+\varepsilon}$, $\varepsilon > 0$ имеет единственное решение, представимое в виде (10).

Ключевые слова: гармонические функции, голоморфные векторы, регулярное решение, наклонная производная.

THE RIEMANN–HILBERT PROBLEM FOR A HOLOMORPHIC VECTOR

Annotation. In this article using representation (5) [1] the problem in considered the problem of finding harmonic functions σ and w , that are regular in the half space D and vanish at infinity find the conditions

$$\Delta\sigma = 0, \quad \sum_{j=1}^3 p_j \sigma_{x_j} = f_1(x), \quad x \in \Gamma \quad (1)$$

$$\Delta w = 0, \quad \sum_{j=1}^3 p_j w_{x_j} = f_2(x), \quad x \in \Gamma$$

It is proved that problem (2) for system (1), [1] in the class of functions tending to zero at infinity has a unique solution, which can be represented as (10).

Key words: Harmonic funtions, holomovphic vectors, regular solution, oblique derivative.

Маълумот дар бораи муаллиф:

Қараев Худояр Хушвахтович - Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон. **Суроға:** 734055, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш.Душанбе, хиёбони Фирдавсӣ 48/5. **E- mail:** hudoer 989@gmail.com.

Сведения об авторе:

Караев Худояр Хушвахтович - Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана. **Адрес:** 734055, Республика Таджикистан, г.Душанбе, пр. Фирдавси, 48/5,. **E-mail:** hudoer989@gmail.com

Information about the author:

Karaev Hudoyar Hushvachtovich - International University of Tourism and Entrepreneurship of Tajikistan. **Address:** 734055, Repulik of Tajikistan, Dushanbe, Firdavsi Ave., 48/5. **E- mail:** hudoer_ 989@gmail.com.

Рецензент: Исмати М. – д.ф.-м.н., профессор
МУТПТ

**СОХТАНИ БИСЁРКУНЧАҲОИ МУҚАРРАӢ ДАР
КОРҲОИ РИЁЗИИ АЛ-ФОРОБӢ**

Қараев Х.Х.

Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣи Тоҷикистон

Ал-Форобӣ ба инкишофи умумии илм чӣ дар Шарқ ва чӣ дар Ғарб мероси ғании илмӣ гузошт. Омӯзиши мероси ин мутафаккир, муайян кардани таъсири ӯ ба илми тамаддуни ҷаҳонӣ то имрӯз муҳим буд ва дорад.

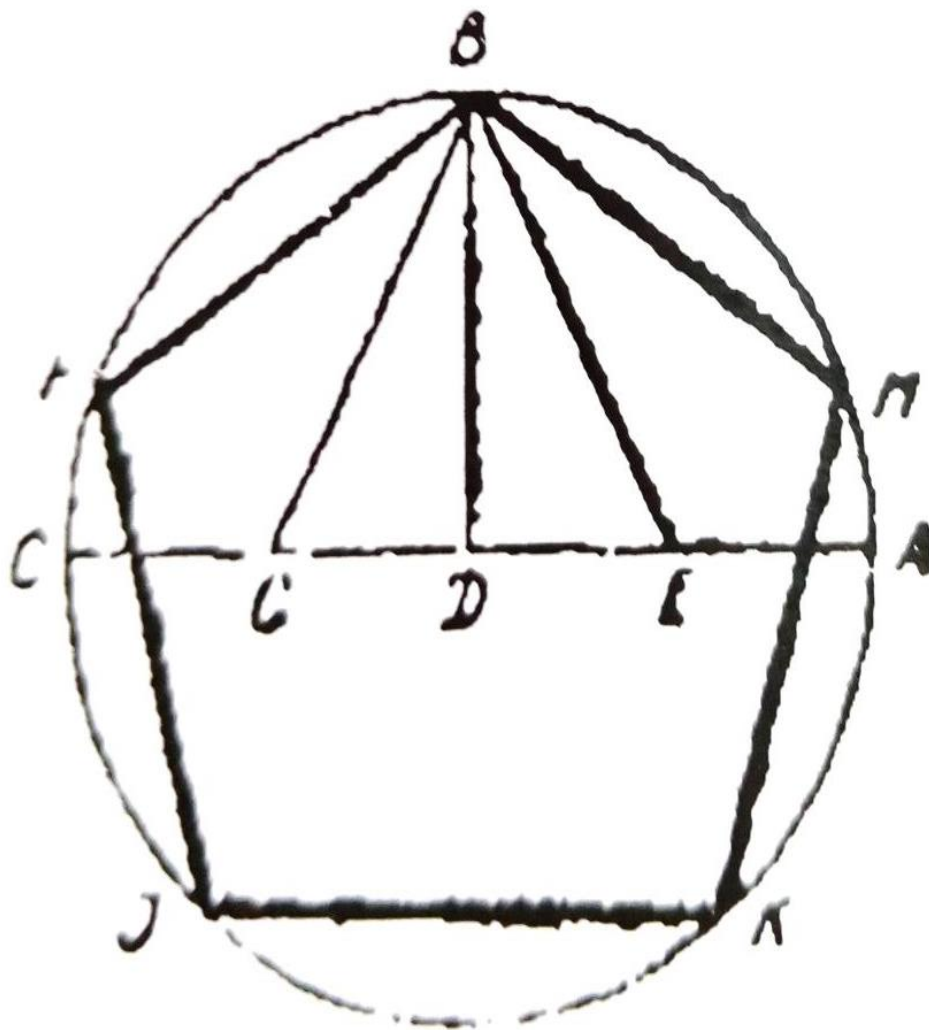
Дар фаъолияти илмӣ ал-Форобӣ тадқиқот дар соҳаи илмҳои риёзӣ, сохторҳои геометрӣ мавқеи калонро ишғол мекунад.

Таърихи пайдоиши сохторҳои геометрӣ яке аз қисми асоси математика аз асри миёна оғоз шуда, инкишоф ёфтааст. Олимони машҳури Шарқӣ монанди ал-Форобӣ, Ибн-Сино, ал-Берунӣ, Умари-Хайём, ал-Хоразмӣ, Насриддин ат-Тусӣ, Абул-Вафо ба он саҳми назаррас гузоштанд. Мероси риёзии ал-Форобӣ аз тарафи олимони Машанов А.Ж., Жаутиков О.А., Қосимҷонов А.Х., Кубесов А. ва дигарон хеле хуб омӯхта шудаанд. Дар ин ҷода тадқиқотҳои доктори илмҳои педагогика Кубесов А. ки олими бузурги таърихи илми риёзӣ ва педагогика мебошад, ҷойи намоёнро ишғол мекунад. Барои асоснок кардани сохторҳои асосии геометрикӣ ал-Форобӣ рисолаи худ “Китоби усулҳои рӯҳонӣ ва асрори табиӣ дар бораи нозукиҳои фигураҳои геометрӣ” (“Китоб ал-хйял-ар-руҳанийя ва-л асрар ат-табиӣя фи дақиқ ал ашқал ал хандасаййя”) –ро бахшид, ки аз муқаддима ва 10 китоб иборат аст, ки барои барномаҳои геометрия ва масъалаҳои гуногуни амалия ва дигар илмҳо муҳим аст. Ал-Форобӣ дар ин рисола диққати асосиро ба алгоритмҳои сохторҳои геометрикӣ меод, ки ба алгоритмҳои умумии тавсифи риёзидонҳои Шарқи асримиёнагӣ, ки асосан хусусияти ҳисоббарорӣ- таҷрибавӣ дошт ҷалб намудааст. Дар китоби дуюм рисолаи геометрии Ал-Форобӣ роҳҳои сохтани бисеркунчаҳои дурустро дар ҳат меорад, ки ҳамаҷун тарафи бисеркунча барои ҳамаи n -аз 3 то 10 баррасӣ карда мешавад. Мо се усули сохтани панҷкунча дар дохили доираро меорем, ки тарафҳои онро бо ёрии паргор ва хаткашак сохта метавонад.

Усули якуми сохтани панҷкунча дар дохили доира.

Агар γ гӯяд: чӣ тавр дар дохили доира $ABCD$ панҷкунҷаи баробартараф ва баробаркунҷро сохтан мумкин, пас нуқтаи D ро марказ гирифта, ADC диаметр мегузорем, перпендикуляри DB -ро барқарор мекунем. Дар нуқтаи E хати AD -ро ба ду қисм ҷудо мекунем, нуқтаи E -ро марказ қабул карда дар масофаи EB нуқтаи G -ро қайд мекунем, нуқтаи B -ро марказ қабул карда, дар масофаи BG нуқтаи F -ро қайд мекунем, пас камони BF аз панҷ як ҳиссаи доира ҳосил мекунем. Камонҳои IF , IK , KN ва

НВ-ро ба камони ВҒ баробар аст месозем. Хатҳои ҒВ,ВН,НК,КІ,ІҒ-ро мегузorem, пас панҷкунҷаи баробартараф ва баробаркунҷи ВҒІКН ҳосил мешавад. Расми 1.



Расми 1. Усули дуҷуми сохтани панҷкунҷа дар дохили доира.

Агар $\bar{y}$ гӯяд: чӣ тавр дар дохили доираи ABC панҷкунҷаи баробартараф ва баробаркунҷро бо қадами паргор дар нуқтаи D ба нимдиаметр баробар маркази доира сохтан мумкин, пас дар хати DA секунҷае, ки дар ҳангоми сохтани панҷкунҷаи дар хати АВ сохта шудааст. Бигзор ин секунҷа ADG, $\bar{y}$ дар нуқтаи C доираи ABC –ро мебурад. Камони ABC-ро дар нуқтаҳои В,Н,Е ва С ба чор қисм баробар тақсим мекунем, хатҳои АС,СЕ,ЕН,НВ ва ВА-ро мегузaronем.Он гоҳ панҷкунҷаи баробартараф ва баробаркунҷи АСЕНВА ҳосил мекунем. Расми 2

Ҳамин тариқ омӯзиши масъалаҳои овардашуда оид ба сохти геометрии бисёркунҷаҳои рост метавонад ба дастоварди бузург дар омӯзиши хонандагон оид ба сохти геометрикӣ оварда расонад. Ҷорӣ намудани сохторҳои геометрии ал-Фаробӣ ба таҳсилоти муосир ва истифодаи воситаҳои таҳияшуда ҳангоми омӯзиши онҳо таъмини омӯзиши самаранок ва эҷодии математикаро ғани мегардонад.

Омӯзиши масъалаҳои геометрии ал-Фаробӣ пеш аз ҳама ба азхудкунии амиқи мавод аз ҷониби хонандагон мусоидат мекунад, донишҳои пешбинишудаи барномаро барои фаҳмиши огоҳонаи формулаҳои геометрӣ мустақкам мекунад ва имкон медиҳад, ки тасаввуроти онҳо ҳам дар барои масъалаҳои геометрӣ ва ҳам роҳҳои имконпазири ҳалли онҳо баланд бардошта шавад.

Адабиёт

1. *Ал-Фаробӣ*. Рисолаҳои математикӣ. Алма-ато, Наука, 1972, 318 с.
2. *Ал-Фаробӣ*. “Китоби усулҳои моҳирӣ маънавӣ ва осорт табиӣ дар бораи нозукиҳои фигураҳои геометрӣ”. Алма-ато, Наука, 1974, 78с.
3. *Хайретдинов Н.Г.* Тригонометрия в трудах ал-Фараби и Ибн-Сины. “Вопросы истории естествознания и техники”, 1969. Вып. 3(28) стр. 29-32.
4. *Кубесов А.* Метод построения науки аль-Фараби., Алма-ато, Наука, 1970, №1, с. 112-126.
5. *Юшкевич, А. П.* О развитии понятия функции // Историко-математические исследования. — М., 1966. — Вып. 17.
6. *Краснова С. А.* Геометрические преобразования в трудах учёных средневекового Ближнего и Среднего Востока // *Физико-математические науки в странах Востока*. — М., 1966. — Вып. 1.
7. *Хайруллаев, М. М.* Фараби — крупнейший мыслитель средневековья. — Ташкент: Фан, 1973. — 99 с.

СОХТАНИ БИСЁРКУНҶАҲОИ МУҚАРРАРӢ ДАР ҚОРҲОИ РИЁЗИИ АЛ-ҶОРОБӢ

Ҷишурда. Дар мақолаи зерин дар асоси мероси геометрии ал-Фаробӣ барои баъзе масъалаҳои сохтани бисёркунҷаҳои муқаррарӣ аз нуқтаи назари таълимӣ муосири геометрикӣ баррасӣ карда шудааст, мақсаднокии ҷорӣ кардани онҳо ба раванди таълим дар доираи геометрияи мактабӣ асоснок карда шуда имкониятҳои истифодаи технологияи муосир барои баланд бардоштани самаранокии омӯзиши онҳо баррасӣ карда шуданд.

Калидвожаҳо: мероси геометрикӣ, сохтани геометрии, сохтани бо ёрии паргор ва хаткашак,

ПОСТРОЕНИЕ ПРАВИЛЬНЫХ МНОГОУГОЛЬНИКОВ В МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАБОТАХ АЛЬ-ФАРАБИ

Аннотация. В данной статье на основе изучения геометрического наследия ал-Фараби выявлена возможность внедрения геометрического строения многоугольников в современное математическое образование, обоснована целесообразность внедрения их в учебный процесс в школьной математики, для повышения эффективности их обучения.

Ключевые слова: геометрического наследия, геометрического построения, построения с помощью циркуля и линейки.

THE CONSTRUCTION OF REGULAR POLYGONS IN THE MATHEMATICAL WORKS OF AL-FARABI

Annotation. In this article, based on the study of the geometric heritage of al Farabi, the possibility of introducing the geometric structure of polygons in to modern mathematical education is revealed, the feasibility of introducing them the educational process in school mathematics is substantiated in order to increase the effectiveness of their teaching.

Key words: geometric heritage, geometric construction, construction by means of a compass and ruler.

Маълумот дар бораи муаллиф:

Қараев Худояр Хушвахтович - Донишгоҳи байналмилалӣ сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон. **Суроға:** 734055, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш.Душанбе, хиёбони Фирдавси 48/5. E-mail: hudoer989@gmail.com.

Сведения об авторе:

Караев Худояр Хушвахтович - Международный университет туризма и предпринимательства Таджикистана. **Адрес:** 734055, Республика Таджикистан, г.Душанбе, пр. Фирдавси, 48/5, E-mail: hudoer989@gmail.com

Information about the author:

Karaev Hudoyar Hushvachtovich - International University of Tourism and Entrepreneurship of Tajikistan. **Address:** 734055, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Firdavsi Ave., 48/5. E-mail: hudoer989@gmail.com.

Муқарриз: Исмати М. – д.и.ф.-м.,
профессори ДБССТ

УДК-621.762.

**ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ И
МОДЕЛИ ПРОЧНОСТИ КАРБОН-КАРБОНОВЫХ КОМПОЗИТОВ**

Хомидзода Ш. Х., *Эшов Б.Б.

**Физико-технический институт имени С.У.Умарова Национальной
академии наук Таджикистана**

***Центр по исследованию инновационных технологий Национальной
академии наук Таджикистана**

Введение

Карбон-карбоновые композиты (углерод-углеродные композиционные материалы) представляют собой особый класс конструкционных материалов, в которых и армирующие волокна, и матрица состоят из углерода. Благодаря одинаковой углеродной природе компонентов такие композиты обладают уникальными свойствами для применения в условиях высоких температур [1]. Еще в 1960–1970-е годы в авиастроении были заложены основы применения углеродных волокон в композиционных материалах [2,3], что к середине 1970-х привело к появлению концепции полностью углеродного композиционного материала [4]. Одним из главных преимуществ углерод-углеродных композитов является их способность сохранять прочностные характеристики при чрезвычайно высоких температурах. В инертной среде такие материалы работоспособны вплоть до $\sim 2500\text{--}2800\text{ }^{\circ}\text{C}$, то есть значительно выше пределов жарпрочных сплавов [5]. Кроме того, С/С-композиты обладают высокой сопротивляемостью резким термоударам благодаря близкому коэффициенту термического расширения волокон и матрицы [1]. Карбоновые волокна придают материалу высокую удельную прочность: по этому показателю углерод-углеродные композиты превосходят большинство жаропрочных материалов [5]. Благодаря перечисленным свойствам С/С-композиты эффективны там, где обычные углепластики уже не выдерживают температуры (выше $\sim 300\text{--}400\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Однако исключительная термостойкость углерод-углеродных материалов проявляется только в невосстановительной (неокислительной) среде. В присутствии кислорода уже при температуре около $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ начинается интенсивное выгорание углерода [6]. Это резко ограничивает рабочие температуры С/С-композитов на воздухе. Таким образом, без специальных мер защиты уникальные высокотемпературные преимущества материала не могут быть реализованы в атмосфере.

Проблема окисления является основным препятствием для применения карбон-карбоновых композитов в окислительной среде при высоких температурах. Для обеспечения работоспособности С/С-материалов при температурах выше 400 °С применяют специальные методы защиты от окисления [6]. Внутренняя кремнизация углеродной матрицы (образование карбида кремния) повышает термоокислительную стойкость композита до ~1500 °С, а нанесение многослойных керамических покрытий (например, на основе дисилицида молибдена, оксидов и карбидов циркония или гафния) существенно замедляет выгорание углерода [6].

Хрестоматийным примером требований к С/С-композитам в окислительной среде служит многоразовый орбитальный корабль «Буран». Наиболее теплонагруженные фрагменты его конструкции – носовой обтекатель и передние кромки крыла – в полете испытывали перепады температур от -130 до +1650 °С [7]. Для обеспечения многократного использования в таких условиях потребовалась разработка принципиально новых С/С-материалов с многоуровневой системой защитных покрытий [8,9], что позволило создать теплостойкие носовые и крыльевые элементы из С/С, способные выдерживать жесткие тепловые и окислительные нагрузки без разрушения [8]. Кроме того, С/С-композиты широко используются в авиационных тормозных системах: тормозные диски из углерода способны выдерживать колоссальные тепловые нагрузки при торможении самолета, обеспечивая эффективное рассеивание тепла. Замена металлических тормозных дисков на углерод-углеродные позволяет снизить массу тормозного узла на 30–50%, что для тяжелых самолетов дает экономию массы порядка 500–600 кг, а также увеличить ресурс за счет более низких рабочих температур и высокой термостойкости материала [10]. В целом весомый вклад С/С-композитов отмечается в области многоразовых аэрокосмических аппаратов – от тепловых экранов до элементов силовой конструкции [11]. Тем не менее авиация и космонавтика остаются главным драйвером развития С/С-технологий, поскольку именно там их уникальные свойства наиболее востребованы.

Долгое время развитие С/С-материалов сдерживалось отсутствием строгих теоретических основ для расчета их прочности и поведения при нагружении [12]. Первые попытки оценить термостойкость и прочность углепластиков при нагреве предпринимались еще в 1980-е годы [13], однако для углерод-углеродных систем потребовались специальные подходы. Ввиду того, что процесс изготовления во многом определяет структуру и дефекты материала, эффективным оказался структурно-феноменологический подход [1]. Он предполагает рассмотрение композита на разных масштабных уровнях и установление связей между технологическими параметрами изготовления,

получающейся микроструктурой и итоговыми физико-механическими свойствами. На базе такого подхода были разработаны модели, позволяющие предсказывать упругие модули, прочностные характеристики и термофизические свойства С/С-композитов в зависимости от укладки волокон, пористости и других факторов [1]. Разработанные модели позволяют рассчитывать, как свойства самого материала (упругие модули, прочность), так и поведение крупных С/С-конструкций при сложных внешних воздействиях. Таким образом, сочетание экспериментальных данных и компьютерного моделирования дает возможность оптимизировать структуру С/С-материала еще на этапе проектирования изделия, предсказывая его поведение в условиях эксплуатации.

Технологический процесс получения карбон-карбоновых композитов сложен и многостадийен [1]. Сначала формуется углепластиковая заготовка необходимой формы (углеродное волокно, пропитанное смолой), которая может быть слоистой (препрег) или объемной 3D в виде тканого каркаса [2]. Затем заготовка подвергается пиролизу (карбонизации) в инертной среде при $\sim 900\text{--}1000\text{ }^{\circ}\text{C}$, в результате чего органическое связующее выгорает и превращается в углеродную матрицу. Образовавшийся пористый каркас уплотняют повторными циклами пропитки углеродным связующим с последующей карбонизацией либо методом химического осаждения углерода из газовой фазы (CVI) [3]. На завершающем этапе проводится графитация при $\sim 2400\text{ }^{\circ}\text{C}$ для увеличения прочности и модулей композита [5].

В ходе исследований было установлено, что структура пор в углеродной матрице существенно влияет на свойства композита. Контроль пористой структуры и газопроницаемости на стадиях высокотемпературной обработки позволяет повысить воспроизводимость прочностных характеристик. Так, работа [14] продемонстрировала, что уменьшение объема крупных пор в матрице «Гравимол» приводит к росту прочности при сжатии за счет более равномерного распределения напряжений. Другим направлением совершенствования С/С-технологий является модификация матрицы добавками, в том числе нанодисперсными. Добавление тугоплавких соединений или наночастиц может повысить стойкость к окислению и износостойкость материала [9]. Однако такие подходы находятся в стадии исследований, тогда как классические С/С-технологии уже отработаны в промышленном масштабе.

Таким образом, в авиакосмической отрасли каждый класс материалов занимает свою нишу: полимерные композиты применяются для сравнительно умеренных температур (до $200\text{--}300\text{ }^{\circ}\text{C}$) и там, где критичны минимальная масса и низкая стоимость [9]; керамические композиционные материалы

перспективны для длительной работы в окислительной среде при высоких температурах [6]; а углерод-углеродные композиты остаются незаменимыми при экстремальных температурах и нагрузках.

Аэродинамическое поведение с/с-композитов при высоких температурах

При полёте летательного аппарата с гиперзвуковой скоростью в плотных слоях атмосферы его поверхность подвергается интенсивному аэродинамическому нагреву. На носовых частях и передних кромках крыла формируется ударная волна, за которой температура воздуха может достигать нескольких тысяч градусов. Карбон-карбоновые композиты, применяемые в этих зонах, должны выдерживать как тепловую нагрузку, так и аэродинамическое давление, и вибрации. Примером является многоразовый орбитальный самолёт «Буран»: его носовой обтекатель и передние кромки крыльев были выполнены из новых углерод-углеродных материалов с многоступенчатой системой защитных покрытий, что позволило им вынести температуры от $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$ (в тени космоса) до $+1650\text{ }^{\circ}\text{C}$ при входе в атмосферу, в сочетании с механическими и акустическими нагрузками. Эти детали показывают исключительную термическую стойкость конструкции: материал сохранял работоспособность даже при многократных тепловых циклах, соответствующих реальным условиям спуска с орбиты.

Высокотемпературное аэродинамическое поведение С/С-композитов определяется совокупностью их тепловых и механических свойств. Во-первых, благодаря высокой теплопроводности углеродной матрицы тепло от горячей поверхности достаточно эффективно распределяется вглубь материала, предотвращая локальный перегрев. (Отметим, однако, что при увеличении температуры теплопроводность несколько снижается, особенно вдоль направления волокон, что следует учитывать при расчётах тепловой защиты.) Во-вторых, малый коэффициент термического расширения углерода сводит к минимуму термические напряжения при неравномерном нагреве конструкции. Эти особенности выгодно отличают С/С-композиты от металлических сплавов, которые при резком нагреве сильно расширяются и могут испытывать термическую усталость.

Ключевой характеристикой для аэротермодинамики является **поток тепла** на поверхность. В условиях гиперзвукового полёта плотность теплового потока q на носу аппарата можно оценить по эмпирическому уравнению, подобному формуле Саттона–Грейвса для стагнационной точки: $q \approx C\sqrt{\rho_{\infty} / R_n} V^3$, где ρ_{∞} – плотность воздуха встречного потока, V – скорость аппарата, R_n – радиус закругления носа, а C – коэффициент, зависящий от свойств газа. Данный кубический закон показывает, что при входе в атмосферу с орбитальной скоростью ($V \approx 7\text{--}8\text{ км/с}$) тепловой поток возрастает до

нескольких МВт/м². Например, для носового обтекателя с радиусом закругления порядка 0,5 м в разреженной атмосфере (70 км высоты, $\rho_{\infty} \approx 10^{-5} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$) расчёт даёт величину $q \approx 1,5 \text{ МВт/м}^2$. Такой поток способен разогреть открытую поверхность даже тугоплавкого материала до температур выше 1500 °С за считанные секунды. Однако углерод-углеродные композиты способны выдерживать столь экстремальные тепловые условия, поскольку большая часть подведённого тепла тратится на повышение внутренней энергии (теплоёмкость) и фазовые превращения углерода (испарение, сублимация). Углерод имеет очень высокую скрытую теплоту сублимации (715 кДж/кг при 3500 К), благодаря чему при температурах порядка 2000–3000 К часть тепловой энергии расходуется на медленное испарение поверхности, а не на дальнейший рост её температуры. Небольшое контролируемое выгорание (абляция) углерода таким образом служит защитным механизмом, отводя тепло за счёт потери массы материала. Конечно, абляция ведёт к постепенному утоньшению теплозащитного слоя, поэтому в многоразовых конструкциях её стараются минимизировать с помощью упомянутых барьерных покрытий. Тем не менее, даже без покрытия углерод-углеродный композит способен противостоять аэродинамическому нагреву за счёт комбинации перечисленных свойств: высокой теплостойкости, теплопроводности, низкого расширения и абляционной теплоотдачи.

Отдельно следует отметить поведение прочностных характеристик при нагреве. В инертной среде (вакуум либо атмосфера инертного газа) прочность С/С-композитов **растёт** с увеличением температуры вплоть до определённого предела. Это необычное, но экспериментально подтверждённое свойство: при нагреве от комнатной температуры до ~1000–1500 °С прочность на изгиб может увеличиться в 1,5–2 раза. Увеличение прочности связано с релаксацией внутренних напряжений, удалением адсорбированных веществ и частичным упорядочением структуры углерода при нагреве. Однако в окислительной среде данный эффект нивелируется началом выгорания материала. При длительном воздействии воздушно-плазменного потока прочность сначала повышается, но по мере прогрессирования окисления снижается к исходному уровню, а затем и ниже. В экспериментах с материалом «Гравимол-В» (С/С композит на основе РАН-волокна) наблюдалось, что при тепловом потоке ~550 кВт/м² в воздухе прочность образца через 600 с нагрева повысилась относительно исходной, но к 900 с вновь опустилась до начальной величины из-за окисления поверхности. Таким образом, для реальных условий гиперзвукового полёта важна совокупность факторов: кратковременное усиление структуры при нагреве и

последующее её ослабление при длительном воздействии пламени. Ниже мы представляем модель, учитывающую оба этих этапа.

Модель прочности С/С-композита при высоких температурах

Механическая прочность углерод-углеродного композита зависит от температуры сложным образом. Для количественного описания предлагаем феноменологическую модель, учитывающую (1) рост прочности материала при умеренном повышении температуры (в отсутствие окисления) и (2) снижение прочности при длительном воздействии высокотемпературной окислительной среды. Модель строится на основе следующих соображений: при $T \approx 20^\circ\text{C}$ (комнатная температура) прочность равна некоторому базовому значению σ_0 ; при нагреве прочность постепенно увеличивается и достигает максимума $\sigma_{\max}$ при температуре $T \approx T_{\text{opt}}$ (порядка $1000\text{--}1500^\circ\text{C}$ в вакууме); дальнейшее повышение температуры свыше T_{opt} приводит к ослаблению материала (например, из-за теплового разупрочнения матрицы, роста дефектов, начала сублимации и т.д.), так что на сверхвысоких температурах прочность убывает. В окислительной среде следует ввести дополнительное понижение прочности начиная с порога окисления $T_{\text{crit}} \approx 400^\circ\text{C}$. На базе этих принципов запишем аналитическое выражение для предела прочности $\sigma(T)$ в инертной среде (например, в вакууме) в следующей форме:

$$\sigma(T) = \sigma_0 \left(1 + A \left[1 - e^{-\frac{T-T_a}{T_1}} \right] \right) \exp\left(-\frac{T-T_a}{T_2}\right)$$

где T_a – опорная температура, соответствующая исходному состоянию (здесь $T_a = 293\text{K}$ то есть 20°C), $\sigma_0 = \sigma(T_a)$ – прочность при 20°C , A – безразмерный коэффициент, определяющий максимальное относительное повышение прочности, T_1 – характеристическая «температура упрочнения» (порядок величины соответствует тому диапазону, за который реализуется рост прочности, сотни градусов), а T_2 – характеристическая температура разупрочнения на высоком уровне (порядка нескольких тысяч градусов). При низких температурах ($T \approx T_a$) данная формула даёт $\sigma = \sigma_0$ (так как экспоненциальные множители близки к 0 и 1 соответственно). С ростом T первая скобка стремится к $1 + A$ (что соответствует максимуму $\sigma_{\max} \approx \sigma_0(1 + A)$ при отсутствии разупрочнения), но экспонента $\exp\left[-\frac{T-T_a}{T_2}\right]$ постепенно снижает значение σ на больших T . Тем самым, в зависимости от выбора параметров, функция $\sigma(T)$ может иметь максимум при некоторой температуре

T_{opt} , после чего начинает спадать. Именно такой характер часто наблюдается у С/С-композитов: по сообщению Гуняева и Гофина, прочность материала на изгиб может увеличиваться примерно вдвое при переходе от комнатной температуры к $\sim 1000^\circ\text{C}$, а затем снижаться. Физический смысл параметров: A определяет возможный *процент упрочнения* (например, $A=1$ соответствует максимуму $\sim 200\%$ от σ_0 , $A=1.5$ – до 250% от σ_0 и т.д.), T_1 соответствует порядку температуры, при которой достигается значительная часть этого упрочнения, а T_2 отвечает за сохранение прочности на сверхвысоких температурах. Чем больше T_2 , тем медленнее прочность падает после достижения максимума (при $T_2 \rightarrow \infty$ формула предсказывает асимптотическое приближение к $\sigma \approx \sigma_0(1+A)$ на больших T). В реальности T_2 конечно: например, даже в инертной среде углерод начнёт испаряться при $T > 3000\text{ K}$, что неизбежно уменьшит несущую способность.

Чтобы учесть эффект окисления в воздухе, введём корректирующий множитель $\Phi(T)$, уменьшающий прочность при температурах выше критической $T_{crit} \approx 400^\circ\text{C}$. В простейшем случае можно задать $\Phi(T)=1$ при $T < T_{crit}$ и экспоненциальное убывание при $T > T_{crit}$: например,

$$\Phi(T) = \exp[-\beta(T - T_{crit})], \quad (T > T_{crit})$$

где β – небольшой положительный коэффициент (для грубой оценки можно взять $\beta \sim 10^{-3}\text{ K}^{-1}$). Тогда эффективная прочность С/С-композита в окислительной среде будет $\sigma_{air}(T) = \sigma(T) \cdot \Phi(T)$. В отсутствии кислорода ($\Phi=1$) она совпадает с предыдущей формулой $\sigma(T)$, а при длительном нагреве на воздухе $\sigma_{air}(T)$ резко падает на больших T . Следует понимать, что такая коррекция очень приближённо учитывает потери сечения и повреждения структуры от выгорания углерода; более точное описание требует связать β со скоростью химической реакции окисления и временем пребывания при данной температуре, что выходит за рамки данной работы. Тем не менее, даже простая экспоненциальная модель позволяет качественно отразить разницу между поведением прочности в инертной и окислительной среде.

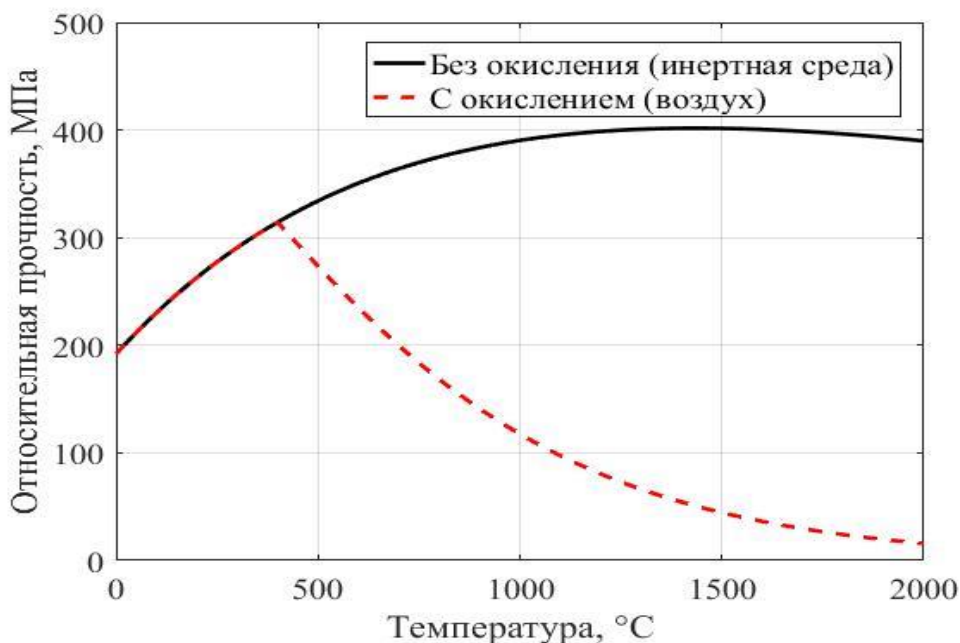


Рисунок 1. Моделируемая зависимость прочности σ C/C-композиата от температуры: без окисления (сплошная линия) и в воздухе без защитного покрытия (пунктир). В качестве базовых параметров взяты $\sigma_0 = 200$ МПа, $A = 2.2$, $T_1 = 1000$ К, $T_2 = 5000$ К, $\beta = 2 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, $T_{\text{crit}} = 673 \text{ K}$ (400°C).

При этих значениях максимум прочности в инертной среде достигается около 1400 К (1127°C) и составляет ≈ 400 МПа (что в 2 раза выше σ_0), после чего на сверхвысоких T прочность плавно понижается. В воздухе же прочность на больших температурах сильно деградирует из-за окисления (к 1500°C остаётся менее 15% от максимума).

На рис. 1 приведены графики, иллюстрирующие полученную модель. Видно резкое расхождение между “идеальной” прочностью без окисления и реальной прочностью на воздухе при $T > 1000^\circ \text{C}$. Кривую без окисления можно сопоставить с характеристикой материала, защищённого эффективным тепловым барьером от контакта с кислородом (например, система теплозащиты на основе SiC/HfC-покрытий). В этом случае композит практически полностью реализует свой потенциал прочности на высоких температурах — вплоть до температур порядка $1500\text{--}1800^\circ \text{C}$ прочность остаётся выше комнатного значения. Напротив, кривая “в воздухе” показывает, что без защиты материал быстро теряет несущую способность: хотя начальный рост прочности с температурой имеет место (пока окисление незначительно), уже при $\sim 700\text{--}800^\circ \text{C}$ начинают сказываться окислительные потери, а при $1200\text{--}1500^\circ \text{C}$ прочность снижается в разы. Таким образом, для использования углерод-углеродных композитов в авиационно-космической отрасли критически важно

сочетать их с надёжной системой теплозащиты от окисления, либо ограничивать время пребывания в окислительной среде на высоких T .

Следует подчеркнуть, что даже в условиях вакуума прочностные свойства С/С-композитов сильно зависят от внутренних факторов: типа используемых волокон (PAN, вискозные, вискозно-производные и т.д.), способа армирования (однонаправленные, тканые 2D, трёхмерные и т.д.), плотности углеродной матрицы, наличия дефектов и др. Например, материалы на основе вискозного волокна с частичной карбидокремниевой матрицей показывают прочность при изгибе порядка 100–120 МПа, тогда как композиты на основе высокопрочных PAN-волокон с оптимальным уплотнением и защитой достигают 800–1000 Мпа. Представленная выше модель описывает общую тенденцию изменения прочности с температурой, однако величины σ_0 , A , T_1 , T_2 должны определяться отдельно для каждого конкретного материала по экспериментальным данным. Тем не менее, качественный характер – наличие максимума прочности и различие между инертной и окислительной средой – присущ большинству углерод-углеродных композитов. Отрадно, что современные исследования предлагают и более строгие теоретические подходы: например, разработаны модели для вычисления модуля упругости, коэффициента термического расширения и прочности 2D С/С-композитов на основе плетёных PAN-волокон. Эти модели учитывают микроструктуру материала и могут быть интегрированы с приведённым выше феноменологическим законом для более точного прогнозирования поведения композита при сложных термо-механических нагрузках.

Тепловой анализ и численное моделирование аэродинамического нагрева

Для оценки распределения температуры в толще композитного материала в условиях аэродинамического нагрева проведём численный расчет решения нестационарного уравнения теплопроводности. Рассмотрим плоскую пластину из С/С-композита толщиной $L=20$ мм, одна сторона которой ($x=0$) подвергается тепловому потоку $q(t)$, имитирующему условия стагнационной точки летательного аппарата при спуске. Внутри материала процесс теплопереноса описывается уравнением Фурье:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = k \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

где $T=T(x,t)$ – температура, зависящая от времени t и координаты x (направленной от нагреваемой поверхности в глубину), ρ – плотность композита, c – его теплоёмкость, k – теплопроводность. Для моделирования примем типичные значения для углерод-углеродного композита: $\rho = 1800$ кг/м³, $c = 700$ Дж/(кг·К), $k = 40$ Вт/(м·К) (порядок величины соответствует

среднеуплотнённому материалу с преимущественно изотропной структурой. Начальное условие: в начальный момент времени вся пластина имеет однородную температуру $T=293\text{ К}$ ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Граничные условия: на тыльной стороне ($x=L$) теплообмена нет (адиабатическая граница, что соответствует либо очень толстому материалу, либо изоляции с внутренней стороны), а на нагреваемой поверхности ($x=0$) задан тепловой поток по Ньютону:

$$-k \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=0} = q(t), \quad \text{где } q(t) - \text{заданная функция теплового потока. Мы выбрали}$$

простейший характер нагрева: постоянный поток $q = \text{const}$ в течение времени τ . Такой случай даёт наглядное представление о прогреве материала и часто используется как приближенное описание этапа выхода на максимальный нагрев при спуске. В частности, параметрами можно приблизить условия, близкие к «Бурану»: пусть $q = 1.7\text{ МВт/м}^2$ (что соответствует интенсивному аэродинамическому нагреву на высотах $\sim 50\text{--}60\text{ км}$ при скорости $\sim 7.5\text{ км/с}$) и длительность воздействия $\tau = 20\text{ с}$ (порядок длины нагрева на участке максимального давления). За этот период передний край аппарата достигает максимальной температуры, после чего начинается спад теплового потока из-за торможения и перехода к более низким слоям атмосферы.

Решение уравнений теплопроводности проведено численно методом конечных разностей (явной схемой) с пространственным шагом $\Delta x = 0.2\text{ мм}$ и временным шагом $\Delta t \approx 5 \cdot 10^{-4}\text{ с}$, обеспечивающим устойчивость расчёта. На рис. 2 представлены результаты в виде температурных профилей $T(x)$ по толщине плиты для нескольких моментов времени в процессе нагрева (5, 10, 15 и 20 с от начала теплового воздействия).

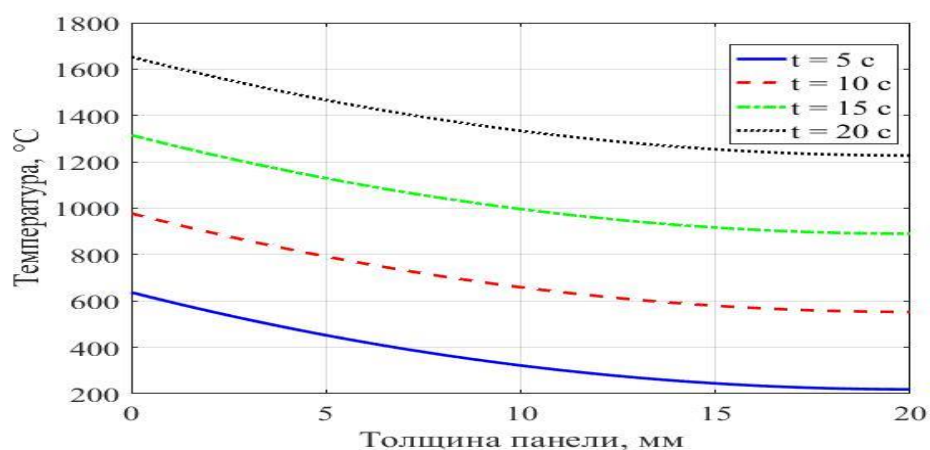


Рисунок 2. Распределение температуры по толщине C/C-панели (толщиной 20 мм) при тепловом потоке $q=1.7\text{ МВт/м}^2$, действующем в течение 20 с. Кривые показаны для временных отметок 5 с, 10 с, 15 с и 20 с от начала нагрева. Начальная температура материала – $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Видно, что за 20 с поверхность прогревается до 1650 °С, однако внутренние слои остаются значительно холоднее (ниже 900 °С на глубине 20 мм). За счёт высокой теплопроводности углерода тепло проникает вглубь относительно быстро, но и при столь мощном потоке значительная часть толщины сохраняет умеренную температуру в рассматриваемом интервале времени.

Как видно из рис. 2, к концу 20-секундного нагрева установился значительный градиент температуры: поверхностный слой достигает ≈ 1650 °С (≈ 1920 К), тогда как на глубине 2 см температура лишь около 900 °С. Температурный фронт за это время проник примерно на 1 см вглубь – именно на этой глубине (10 мм от поверхности) к 20-й секунде наблюдается перегиб кривой $T(x)$, соответствующий области максимального градиента. Дальнейшее выдерживание при продолжающемся нагреве привело бы к распространению тепла глубже и выравниванию температуры по сечению, однако в реальных условиях время интенсивного нагрева ограничено. Таким образом, расчет демонстрирует, что толщина теплозащиты из С/С-композита для гиперзвукового аппарата должна выбираться с учётом требуемого перепада температур: внешние несколько миллиметров материала работают при экстремально высоких температурах, а внутренние слои остаются значительно холоднее, обеспечивая механическую целостность конструкции. Кроме того, существенный градиент $T(x)$ приводит к термоупругим напряжениям, что необходимо учитывать при проектировании: хотя С/С-композит и обладает малым коэффициентом расширения, при разнице температур в тысячу градусов даже он испытывает значительные термические напряжения. В то же время высокая прочность материала на горячей стороне (см. выше моделирование прочности) означает, что даже раскалённый до 1600 °С композит способен нести аэродинамическую нагрузку, если защищён от окисления.

Отметим также важность радиационных теплопотерь: при температурах порядка нескольких тысяч градусов поверхность излучает интенсивно ($q_{\text{rad}} \sim \varepsilon \sigma T^4$). Для углерода степень чёрноты ε близка к 0.8 и мало зависит от T , поэтому радиационный теплоотвод может составлять значительную долю от поступающего конвективного потока. В наших расчётах мы не учитывали излучение явно, однако экспериментально наблюдалось, что равновесная температура С/С-поверхности на воздухе устанавливается при балансе конвекции, абляции и излучения. Например, в случае “Бурана” упомянутая максимальная температура ~ 1650 °С была именно тем балансом, при котором теплозащита (углерод-углерод с покрытием) излучала и сгорала ровно столько же тепла, сколько получала от потоков плазмы. Эти сложные процессы находятся на стыке аэродинамики, теплофизики и химии поверхности, и их

подробное рассмотрение выходит за рамки данной статьи. Тем не менее, разработанная нами модель прочности и представленный термо-анализ дают основу для инженерной оценки работоспособности С/С-композитов в экстремальных условиях.

Заключение

Углерод-углеродные композиционные материалы являются одним из ключевых элементов современной авиационно-космической промышленности, когда речь идёт о сверхвысоких температурах.

С/С-композиты способны сохранять и даже увеличивать прочность при нагреве до 1000–1500 °С в инертной среде. Это выгодно отличает их от металлических материалов, прочность которых обычно падает с ростом температуры. Наша феноменологическая модель прочности, основанная на параметрическом уравнении с учетом упрочнения и разупрочнения, адекватно описывает этот эффект и соответствует литературным данным. В частности, показано, что прочность может возрасти до ~200% от исходной при ~1200 °С, после чего на более высоких температурах начинается плавное снижение.

Без защитных мер высокая прочность С/С-композита не может быть реализована в воздухе, так как окисление углерода приводит к стремительной деградации материала. Модель с введённым множителем $\Phi(T)$ демонстрирует, что при длительном нагреве на воздухе (> 10 мин при $T > 1500^\circ\text{C}$) прочность падает до нескольких процентов от начальной. Практически это означает, что для многократной эксплуатации С/С-структур в атмосфере необходимы эффективные барьерные покрытия от кислорода.

Проведённый численный теплоанализ подтверждает, что углерод-углеродный композит способен выдерживать мощные аэродинамические тепловые потоки (порядка МВт/м²) в течение длительного времени, обеспечивая приемлемый тепловой градиент. При толщине порядка нескольких сантиметров внутренние слои конструкции остаются относительно холодными (<1000 °С), в то время как внешние разогреваются до 1500–1800 °С и принимают на себя основную тепловую нагрузку. Благодаря низкому тепловому расширению и высокой теплопроводности, материал переносит такие градиенты лучше, чем керамические или металлические теплозащитные системы.

Вывод: карбон-карбоновые композиты обладают уникальным сочетанием термостойкости и прочности, что делает их незаменимыми для авиационно-космических применений, связанных с гиперзвуковым полётом и высокими температурами. Грамотное конструирование деталей из С/С с учётом моделей прочности и теплообмена, а также применение инновационных защитных покрытий от окисления, позволяет создавать конструкции (носители,

обтекатели, сопла и др.), способные надёжно работать в условиях, ранее недоступных для традиционных материалов.

Литература

1. Wang J.S., Li Z.P., Ao M., Xu Z.H., Liu L., Hu J., Peng W.Z. Effect of doped refractory metal carbides on the ablation mechanism of carbon/carbon composites // *Rare Metal Materials and Engineering*. – 2018. – Vol. 47, No. 4. – P. 1043–1048.
2. Zaman W., Li K.Z., Ikram S., Li W., Zhang D.S., Guo L.J. Morphology, thermal response and anti-ablation performance of 3D four-directional pitch-based carbon/carbon composites // *Corrosion Science*. – 2012. – Vol. 61. – P. 134–142.
3. Luthra K.L. Mechanisms of oxidation of carbon-carbon composites and coatings for oxidation protection // *Carbon*. – 1988. – Vol. 26, No. 2. – P. 217–224.
4. Chowdhury P., Sehitoglu H., Rateick R. Damage tolerance of carbon-carbon composites in aerospace application // *Carbon*. – 2018. – Vol. 126. – P. 382–393.
5. Гуняев Г.М., Гофин М.Я. Углерод-углеродные композиционные материалы // *Авиационные материалы и технологии*. – 2013. – Спецвыпуск. – С. 62–90.
6. Каблов Е.Н., Гращенков Д.В., Исаева Н.В., Солнцев С.С. Перспективные высокотемпературные керамические композиционные материалы // *Российский химический журнал*. – 2010. – Т. 54, № 1. – С. 20–24.
7. Patole R., Ambhore N., Agrawal D. Carbon composites in aerospace application – a comprehensive review // *Materials International*. – 2023. – Vol. 5, No. 4. – P. 2–13.
8. Бутырин Г.М., Конокотин В.В. Пористая структура и газопроницаемость углерод-углеродной основы композита «Гравимол» на высокотемпературных стадиях технологического процесса // *Новые огнеупоры*. – 2012. – № 5. – С. 46–52.
9. Agarwal N., Rangamani A., Bhavsar K., Virnodkar S.S., Fernandes A.A.A., Chadha U., Srivastava D., Patterson A.E., Rajasekharan V. An overview of carbon-carbon composite materials and their applications // *Frontiers in Materials*. – 2024. – Vol. 11. – Article 1374034.
10. Yang Y., Li K., Zhao Z., Liu G. HfC–ZrC–SiC multiphase protective coating for SiC-coated C/C composites prepared by supersonic atmospheric plasma

spraying // *Ceramics International*. – 2017. – Vol. 43, No. 2. – P. 1495–1503.

11. *Kang B.R., Kim H.S., Oh P.Y., Lee J.M., Lee H.I., Hong S.M.* Characteristics of ZrC barrier coating on SiC-coated carbon/carbon composite developed by thermal spray process // *Materials*. – 2019. – Vol. 12, No. 5. – Article 747.
12. *Wang X., Jiang P., Tang Y., Zhang W., Shi S.* Microstructure-Based Thermochemical Ablation Model of Carbon/Carbon-Fiber Composites // *Materials*. – 2022. – Vol. 15, No. 16. – Article 5695.
13. *Dekeyrel A., Dourges M.-A., Weisbecker P., Pailler R., Allemand A., Ténèze N., et al.* Characterization of carbon/carbon composites prepared by different processing routes including liquid pitch densification process // *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. – 2013. – Vol. 49. – P. 81–88.
14. *Friedrich C., Gadow R., Speicher M.* Protective multilayer coatings for carbon–carbon composites // *Surface and Coatings Technology*. – 2002. – Vol. 151. – P. 405–411.

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ И МОДЕЛИ ПРОЧНОСТИ КАРБОН-КАРБОНОВЫХ КОМПОЗИТОВ

Аннотация. В статье представлен обзор современных исследований, посвящённых карбон-карбонным композитам (C/C) и их применению в авиационной и космической промышленности. Рассмотрены современные подходы к моделированию теплопереноса, термоупругости и абляции, а также тенденции развития технологий производства (трёхмерное армирование, наномодификация). Сравнение C/C с альтернативными материалами (СМС, керамики, жаропрочные сплавы) подтверждает их незаменимость в условиях экстремальных температур и нагрузок.

Ключевые слова: карбон-карбонные композиты, авиационная промышленность, термостойкость, окисление, теплозащита, гиперзвуковые аппараты, покрытия, абляция.

РАФТОРИ АЭРОДИНАМИКӢ ДАР ҲАРОРАТИ БАЛАНД ВА МОДЕЛӢОИ МУСТАҲКАМИИ КОМПОЗИТӢОИ КАРБОН-КАРБОН

Ғишурда. Дар мақола баррасии тадқиқотҳои муосир пешниҳод мегардад, ки ба композитҳои карбон-карбон (C/C) ва истифодаи онҳо дар саноати ҳавопаймой ва кайҳон дахл доранд. Хосиятҳои калидии маводи C/C, ки беназирии онҳоро таъмин мекунанд, таҳлил шудаанд: устувории баланд ба ҳарорати то 2500°C дар муҳити инертӣ, зичии паст, гармигузаронии баланд ва муқовимат ба зарбаҳои гармӣ. Ба мушкили оксидшавии карбон дар ҳароратҳои аз 400 °C боло, ки истифодаи C/C-ро дар атмосфера маҳдуд месозад, таваҷҷуҳи

махсус равона шудааст. Инчунин усулҳои ҳифзи пешрафта, аз ҷумла рӯйпӯшҳои дар асоси карбиди кремний, дисилисидҳо ва керамикаҳои ултрагармии баланд (ZrC, HfC) тавсиф мегарданд. Усулҳои муосири моделсозии интиқоли гармӣ, термочандирӣ ва аблятсия, ҳамчунин тамоюлҳои рушди технологияҳои истехсолӣ, аз ҷумла армиронии сеандоза ва наномодификатсия баррасӣ шудаанд. Муқоисаи маводи C/C бо маводҳои ивазкунандаи эҳтимолӣ (CMC, керамика, ҳулаҳои ба ҳарорати баланд тобовар) нишон медиҳад, ки онҳо дар шароити ҳарорату борҳои ғавқулода ҷойгузиннопазиранд.

Калимаҳои калидӣ: композитҳои карбон-карбон, саноати ҳавопаймоӣ, устувории гармӣ, оксидшавӣ, муҳофизати гармӣ, дастгоҳҳои гиперсоникӣ, рӯйпӯшҳо, аблятсия.

HIGH-TEMPERATURE AERODYNAMIC BEHAVIOR AND STRENGTH MODELS OF CARBON-CARBON COMPOSITES

Annotation. The article presents a review of recent research on carbon–carbon (C/C) composites and their applications in the aviation and space industries. Key properties that determine the uniqueness of C/C materials are analyzed, including exceptional thermal resistance (up to 2500 °C in an inert atmosphere), low density, high thermal conductivity, and resistance to thermal shock. Particular attention is paid to the problem of carbon oxidation at temperatures above 400 °C, which limits the use of C/C materials in atmospheric conditions, as well as to modern protection methods such as coatings based on silicon carbide, disilicides, and ultra-high-temperature ceramics (ZrC, HfC). Contemporary approaches to modeling heat transfer, thermoelasticity, and ablation are examined, along with trends in manufacturing technologies such as three-dimensional reinforcement and nanomodification. A comparison of C/C with alternative materials (CMC, ceramics, heat-resistant alloys) confirms their irreplaceability under extreme temperature and load conditions.

Keywords: carbon–carbon composites, aerospace industry, thermal resistance, oxidation, thermal protection, hypersonic vehicles, coatings, ablation.

Сведения об авторах:

Хомидзода Шахобуддин Хошим – ведущий инженер Международного центра ядерно-физических исследований Физико-технического института Национальной академии наук Таджикистана. E-mail: safobakhsh1@gmail.com.

Эшов Бахтиёр Бадалович – доктор технических наук, директор Центра по исследованию инновационных технологий Национальной академии наук Таджикистана. E-mail: ishov1967@mail.ru.

Маълумот дар бораи муаллифон:

Ҳомидзода Шаҳобуддин Ҳошим - муҳандиси пешбари маркази Байналмилалӣ тадқиқоти ҳастай-физикийи институти физикаи техникий Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. **E-mail:**safobakhsh1@gmail.com.

Эшов Бахтиёр Бадалович - доктори илмҳои техникӣ, директори Маркази тадқиқоти технологияҳои инноватсионӣ Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. **E-mail:**ishov1967@mail.ru.

Information about authors

Khomidzoda Shahobuddin Khoshim– Lead Engineer, International Center for Nuclear Physics Research, Physical-Technical Institute, National Academy of Sciences of Tajikistan, International University of Tourism and Entrepreneurship of Tajikistan. **E-mail:**safobakhsh1@gmail.com.

Eshov Bakhtiyor Badalovich– Doctor of Technical Sciences, Director of the Center for Research on Innovative Technologies, National Academy of Sciences of Tajikistan. **E-mail:**ishov1967@mail.ru.

ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ ВОЛОКОН ХЛОПКА И КАЧЕСТВА ИЗГОТАВЛИВАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

Махмадуллоев Д.З., *Шоназаров У.С., **Рузибоев Х.Г.

Таджикский национальный университет

*Дангаринский государственный Университет

**Технологический университет Таджикистана

В условиях открытого внешнего рынка и членства Таджикистана в ВТО особое значение приобретают вопросы увеличения объема производства новых сортов хлопчатника и хлопковой продукции зависит от применяемой в сельском хозяйстве и перерабатывающей отрасли техники и технологий, которые в последующем определяют параметры качества перерабатываемого хлопка-сырца и его конкурентоспособность не только на внутреннем, но и внешнем рынке [1].

Хлопок, будучи натурального происхождения является неоднородным волокнистым материалом с точки зрения физико-механических свойств Эти свойства зависят от происхождения хлопка, территории на которой он выращивался, метеорологических условий и т.д. В связи с этим, при приготовлении смеси волокон появляется целый ряд проблем, касающихся наиболее эффективной подборки кип и такого их перемешивания, чтобы можно было получить как можно лучший конечный результат [2].

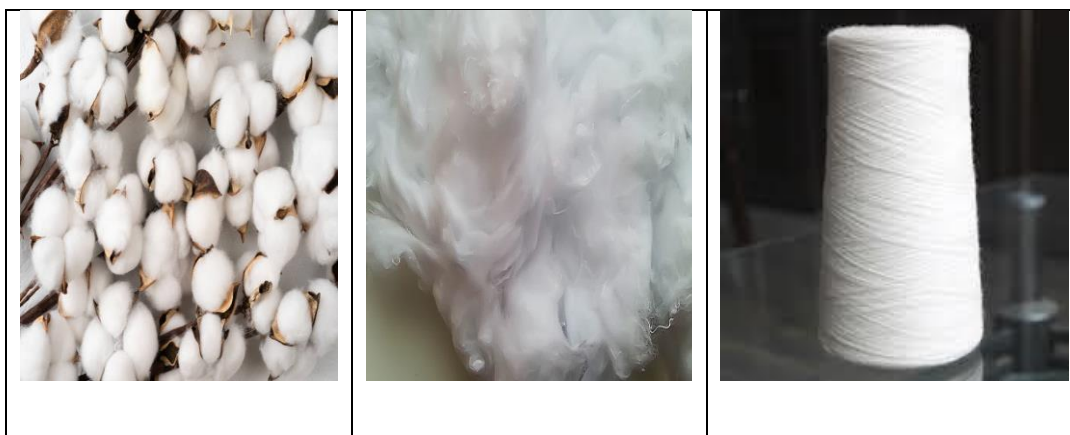
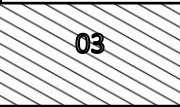
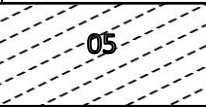


Рисунок 1. – Сырьё и текстильная продукция
(а-хлопок сырец, б-волокно, в-пряжа хлопчатобумажная)

В табл. 1 представлена зависимость качества пряжи, изготовленной на кольцепрядильных машинах, от характеристических свойств волокон, при- чем эти зависимости пронумерованы числами от 01 до 030.

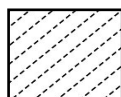
Таблица 1. – Показатели качества волокна и хлопчатобумажной отечественной пряжи

Пряжа волокно	Неравномерность (U, V%)	Утонения, утолщения, непсы (100м); пороки / 100 км - Classimat	Прочность на разрыв	Удлинение при разрыве	Ворсистость
Длина волокна	 01	 02	 03	 04	 05
Микронейр	 06	 07	 08	 09	 010
Непсы, сор, микропыль	011	 012	013	014	015
Разрывная нагрузка	016	017	 018	019	020
Разрывная удлинение	021	022	023	 024	025
Цвет	026	027	028	029	030

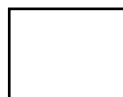
Объяснения:



- явное совпадение



- хорошее совпадение



- плохое или же отсутствие совпадения

01-ая зависимость. Как следует из таблицы 1 имеется явное совпадение между длиной волокон и неравномерностью тонины пряжи. На рисунке 1 представлено сравнение по USTER-STSTISTICS неравномерности тонины пряжи (CV%, U%) для того же самого номера хлопчатобумажной пряжи, изготовленной гребенной и кардной системами. Пряжа, изготовленная гребенной системой, когда удаляются все короткие волокна, получается гораздо лучшей равномерности (показатели ниже) чем пряжа, изготовленная кардной системой [2].

02-я зависимость. В табл. 2 показана разница между числом утонений, утолщений и непсов, имеющих на 1000 м хлопчатобумажной пряжи тониной 20 текс, полученной гребенной и кардной системами прядения. Бесспорно, что

удаление коротких волокон путем их вычесывания влияет на улучшение показателей, характеризующих число пороков, для этого вида хлопка [2].

Таблица 2. - Качественные показатели процесса прядения

Тип порока	Утонения				Утолщения				Непсы			
Чувствительность %	-28	-37	-46	-55	+32	+45	+60	+100	+130	+200	+270	+400
Кардная пряжа	4154	751	49	2	1963	535	98	7	249 5	683	170	30
Гребенная пряжа	1057	58	3	0	271	36	9	3	305	76	21	3

03-04 зависимость. Разрыв пряжи под влиянием растягивающей силы может произойти в двух случаях: когда раскользятся волокна в пряже или же когда разорвутся отдельные волокна. В случае расскальзывания волокон, важными факторами являются длина волокон, равномерность длины, крутка пряжи и структура поверхности волокон.

В кольцепрядильном прядении волокна являются в большей или меньшей степени спараллелизованными и располагаются друг возле друга случайным образом. В этом случае важную роль играет длина перекрытия волокон (длина прилегания).

Тонина волокна - 06-07 зависимость. Существует тесная связь между тониной волокна и равномерностью тонины пряжи. В идеальных условиях можно ее описать формулой:

$$CV_p = \frac{100}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + 0,0004 CV_{wl}^2} \quad (1)$$

где: n - число волокон в поперечном сечении пряжи;

CV_{wl} - коэффициент вариации диаметра волокон.

Как следует из выше приведенной формулы, разброс тонины пряжи в целом зависит от разброса тонины одиночных волокон и числа этих волокон в поперечном сечении пряжи.

08 зависимость. Для такого же номера пряжи обычно прочность выше в том случае, если пряжа изготовлена из более тонких и в, то же самое время, более зрелых волокон. Изготовитель тонких пряж, для получения пряжи соответственно высокой прочности, должен использовать более тонкие волокнами с высоким показателем зрелости. С этой точки зрения, тонина волокон, выраженная показателем Микронеяр, является более эффективным показателем для прочности пряжи [2].

Показания Микронейра зависят от двух физических свойств волокон: периметра его поперечного сечения и толщины вторичной стенки. Периметр поперечного сечения волокна в значительной мере зависит от его генетических черт и, в связи с этим, хлопок того же самого сорта характеризуется таким же самым периметром. Тонина вторичной стенки определяется факторами окружающей среды, такими как: длина дня, дневные и ночные температуры, доступность влаги и т.д. Потому значение показателя Микронейра для хлопка с той же самой территории является информацией не только о тонине волокна, но и также о ее зрелости.

Чистота хлопка - 012-ая зависимость. Вообще говоря, в кольцевом прядении засоренность сырья не считается серьезным препятствием в изготовлении пряжи хорошего качества. Число очищающих точек, эффективный прочес, селективное гребнечесание - исключают понижение качества пряжи вследствие содержания листьев, кусков растений, сорных примесей, пыли и т.д. Однако очистка сырья до требуемого уровня является очень трудоемкой и удлиняет время производства, что является невыгодным для изготовителя пряжи.

Прочность Волокон на разрыв и удлинение - 018-ая и 024-ая зависимость. Существует прямо пропорциональная зависимость прочности и удлинения пряжи от прочности и удлинения волокон [2]. С целью более точной иллюстрации зависимости прочности и удлинения пряжи от прочности и удлинения волокна, была изготовлена пряжа того же самого номера из двух разных, с точки зрения прочности и удлинения сортов хлопка. Все остальные свойства волокон были одинаковыми.

Хлопок более низкой прочности

Прочность волокна	19,6 сН/текс
Длина волокна	25,1 мм
Тонина волокна	3,6 Микронейра
Удлинение волокна	8,2 %
Индекс равномерности волокна	80,3 %
Изготовлено пряжа следующих свойств:	

Таблица 3. – Номинальный и полученный номер, прочность, коэффициент вариации прочности, удлинение отечественной пряжи

Черта	Единица	Кольцевое прядение		
Номинальный номер	Na _b	16	22	30
Полученный номер	Na _b	15,8	21,2	30,5
Прочность	сН/текс	12,9	12,2	11,8
Коэффициент вариации прочности	%	10	9,9	12,0
Удлинение	%	9,0	8,1	7,2

Хлопок более высокой прочности

Прочность волокна 22,3 сН/текс

Длина волокна 25,2 мм

Тонина волокна 4,0 mic

Удлинение волокна 6,1 %

Индекс равномерности волокна 79,0 %

Изготовлено отечественная пряжа следующих свойств:

Таблица 4. – Номинальный и полученный номер, прочность, коэффициент вариации прочности, удлинение отечественной пряжи

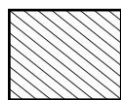
Черта	Единица	Кольцевое прядение		
Номинальный номер	Na _b	16,0	22,0	30,0
Полученный номер	Na _b	15,8	21,5	30,2
Прочность	сН/текс	13,9	13,5	13,0
Коэффициент вариации прочности	%	11,3	10,0	12,2
Удлинение	%	8,5	7,4	6,5

Из сравнения результатов, полученных для пряжи следует, что волокна высшей прочности дали пряжу также высшей прочности для разных вариантов тонины пряжи, как в пневмомеханическом, так и кольцевом прядений. Из волокон с меньшим удлинением получено пряжу также с меньшим удлинением соответствующими требованиям установленного стандарта.

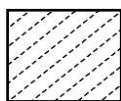
Таблица 4. – Показатели отечественной пряжи

Пряжа волокно	Неравномерность (U, V%)	Утонения, утолщения, непсы (100м); пороки / 100 км - Classimat	Прочность на разрыв	Удлинение при разрыве	Ворсистость
Длина волокна	01	02	03	04	05
Микронейр	06	07	08	09	010
Непсы, сор, микропыль	011	012	013	014	015
Разрывная нагрузка	016	017	018	019	020
Разрывная удлинение	021	022	023	024	025
Цвет	026	027	028	029	030

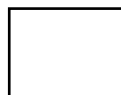
Объяснения:



- явное совпадение



- хорошее совпадение



- плохое или же отсутствие совпадения

Таким образом, исследования проводилось в аккредитованном лаборатории промышленного предприятия Джунтай Син Силу текстиль района Дангара Хатлонской области Республики Таджикистан 2024-2025 гг. и установлено, что при пневмомеханическом прядении сырье должно отвечать следующим требованиям: волокно должно быть настолько тонким, чтобы при изготовлении тонкой пряжи число волокон в поперечном сечении удерживалось на уровне 100- 130; волокно должно быть настолько крепким, чтобы гарантировать лучшее использование сырья при изготовлении тонкой прочной пряжи; волокно должно быть более чистым, без сора и микропыли настолько, насколько это возможно, однако чистота не может достигаться за счет одновременного укорачивания волокон в процессе очистки.

Литература

1. Рузибоев Х.Г. Основы комплексного решения проблемы совершенствования технологий производства и глубокой переработки хлопка-сырца в условиях индустриализации страны. Автореферат докторской дисс. ТУТ. - 2024.

2. *Веслава Тривианьска*. Общие сведения о хлопке и лабораторные методы исследования хлопка. Методическое указание для обучения специалистов хлопка. Хлопковая палата в Гдыне. – 1995.
3. *Doberczak, Dowgiclewicz, Zurek*: "Włoknoznawstwo bawetry, wtokien tykowych i wetny". WPL, 1958.
4. *Zylinski*: "Vauka owtoknie". WpL, 1958.
5. *Żyliński*: "Metrologia włókiennicza" cz. I, WPL, 1956.
6. *Zylinski*: "Metrologia wtkiennicza" cz. II, WpL, 1965.
7. Коллективные труды: "Методы определения свойств хлопка-сырца" Легкая Индустрия, 1972.
8. Советский стандарт ГОСТ 3274.0 до 3724.72.
9. Polska Norma PN-88/P-04675.
10. Инструкции обслуживания некоторых приборов.
11. USDA: "Cotton Classification Results - Understanding the Data", 1993.
12. Ustet News Bullctin no: 38, июль 1991.

ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ ВОЛОКОН ХЛОПКА И КАЧЕСТВА ИЗГОТАВЛИВАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация. Взаимозависимость свойств волокон хлопка и качества изготавливаемого пряжи является основой повышения экономической эффективности промышленного предприятия.

Из сравнения результатов, полученных для пряжи следует, что волокна хлопка высшей прочности дали пряжу также высшей прочности для разных вариантов тонины пряжи, как в пневмомеханическом, так и кольцевом прядений. Из волокон с меньшим удлинением получено пряжу также с меньшим удлинением соответствующими требованиям установленного стандарта.

Ключевые слова: взаимозаменяемость, хлопок, волокно, свойства, пряжа, сравнение, лаборатория, предприятия.

ВОБАСТАГИИ МУТАҚОБИЛАИ ХОСИЯТҲОИ НАҲИ ПАХТА ВА СИФАТИ МАҲСУЛОТИ ИСТЕҲСОЛМЕШУДА

Фиишурда. Вобастагии мутақобилаи хосиятҳои наҳи пахта ва сифати ресмони истеҳсолмешуда асоси баланд бардоштани самаранокии иқтисодии корхонаи саноатӣ мебошад.

Аз муқоисаи натиҷаҳои барои ресмон ба даст овардашуда бармеояд, ки нахҳои пахтаи мустаҳкамии баланд дошта ба ресмон инчунин, барои вариантҳои гуногуни борикии ресмон, ҳам дар ресандагии пневмомеханикӣ ва ҳам ҳалқавӣ мустаҳкамии баланд доданд. Аз нахҳои кӯтоҳ ресмони ба талаботи стандарти мукарраршуда мувофиқ ба даст оварда шудааст.

Калидвожаҳо: байниҳамивазшавӣ, пахтаи хом, нах, хосият, ресмон, муқоисакунӣ, озмоишгоҳ, корхона.

THE INTERDEPENDENCE OF THE PROPERTIES OF COTTON FIBERS AND THE QUALITY OF MANUFACTURED PRODUCTS

Annotation. The interdependence of the properties of cotton fibers and the quality of the yarn produced is the basis for increasing the economic efficiency of an industrial enterprise.

From a comparison of the results obtained for yarn, it follows that cotton fibers of the highest strength also gave yarn of the highest strength for different yarn toning options, both in pneumomechanical and ring spinning. Yarns with lower elongation are also obtained from fibers with lower elongation corresponding to the requirements of the established standard.

Keywords: interchangeability, cotton, fiber, properties, yarn, comparison, laboratory, enterprises.

Сведения об авторах:

Махмадуллоев Диловар Зафарович – ассистент кафедры «Физики твердого тела» Таджикского национального университета. Тел.: 908-82-45-85; E-mail: Dilovar_800@mail.ru.

Шоназаров Умеджон Сайдахмадович - старший преподаватель кафедры информатики и цифровых технологий, Дангаринский государственный Университет, Адрес: Республика Таджикистан р. Дангара ул. Совета/37. Тел.: (+992) 939805988; E-mail: 090596_Umedjon@mail.ru.

Рузибоев Хусейн Гулмуродович, кандидат экономических наук, доцента кафедры технология текстильных изделий, Технологический университет Таджикистана. Тел.: 100042744; E-mail: Husein_R@mail.ru.

Маълумот дар бораи муаллифон:

Махмадуллоев Диловар Зафарович – ассистенты кафедраи «Физикаи ҷисмҳои сахт»-и Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Тел.: 908-82-45-85; E-mail: Dilovar_800@mail.ru.

Шоназаров Умедҷон Сайдахмадович – муаллими калони кафедраи информатика ва технологияи рақамӣ, Донишгоҳи давлатии Данғара Суроға: Ҷумҳурии Тоҷикистон, н. Данғара, кӯчаи Советӣ/37. Тел.: (+992) 939805988; E-mail: 090596_Umedjon@mail.ru.

Рузибоев Хусейн Гулмуродович – н.и.и., дотсенти кафедраи технологияи маснуоти нассочии Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон. Тел.: 100042744; E-mail: Husein_R@mail.ru.

Information about the authors:

Mahmadulloev Dilovar Zafarovich – Assistant at the Department of Solid State Physics of the Tajik national university. Phone: 908-82-45-85; E-mail: Dilovar_800@mail.ru.

Shonazarov Umedjon Saidakhmadovich – Senior Lecturer, Department of Computer Science and Digital Technologies, Dangara State University, Address: Republic of Tajikistan, b. Dangara st. Council/37 Phone: (+992) 939805988; E-mail: 090596_Umedjon@mail.ru.

Ruziboev Huseyn Gulmurodovich – PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Textile Publishing Technology at the Technological University of Tajikistan. Phone: 100042744; E-mail: Husein_R@mail.ru.

Рецензент: Азимов С.Д. – к.ф.-м.н. кафедры информатики и коммуникации Дангаринского государственного университета

ТДУ: 547+661.188.1

СИНТЕЗИ ҲОСИЛАҲОИ НАВИ ЭПИ-, α -МОНО- ВА α,γ -ДИХЛОРГИДРИНИ ГЛИТСЕРОЛ ДАР АСОСИ ТРИПЕПТИДИ L-ФЕНИЛАЛАНИЛ-L-ТИРОЗИЛ-3,4-ДИОКСИФЕНИЛАЛАНИН

Кабирзода З.О., Исмоилзода С.С., *Олимзода Р.А., Раҷабзода С.И.

Донишгоҳи миллии Тоҷикистон

***Донишгоҳи давлатии Данғара**

Инсоният дар фаъолияти рӯзмараи худ пайвастаҳои фаъоли биологӣ ва физиологиро васеъ истифода менамояд, ки метавонад дар оянда ба сифати дору истифода шавад. Бинобар ин дар замони муосир диққати махсус ба синтез ва таҳқиқи пайвастаҳои нави фаъоли биологӣ дода мешавад. Дар байни чунин пайвастаҳо, диққати махсусро маводи дар асоси аминокислотаҳо, пептидҳо ва катехоламинҳо ҳосилшуда ба худ ҷалб менамоянд [1-4].

Бо қаноатмандӣ гуфтан мумкин аст, ки моддаҳое, ки дар асоси катехоламинҳо синтез карда шудаанд, дар ташҳиси тиббӣ ба таври васеъ истифода бурда мешаванд, онҳоро натавонанд дар ташҳиси рағу дил балки дар ташҳиси касалиҳои сактаи дил ва баландшавии фишори хун тавсия кардан мумкин аст. Ҳосилаҳои аминокислотагӣ ва пептидии катехоламинҳо, ба ғайр аз як қатор хосиятҳои фоидаоваришон, боз барои дар организм дохил шудани моддаҳои фаъоли биологӣ ёрӣ мерасонанд [5-8].

Аз ин рӯ, бо роҳи ба молекулаи катехоламинҳо пайваست намудани аминокислотаҳо пептидҳо ва эпӣ-, α -моно- ва α,γ -дихлоргидрини глитсерол хусусиятҳои хоси катехоламинҳо баланд бардошта мешавад. Чунин пайвастаҳоро натавонанд ҳамчун маводи муолиҷаи бемориҳои даруна тавсия додан мумкин аст, балки ҳамчун маводи зидди молекулаи катехоламин ҳам тавсия дода мешавад.

Пайвастаҳои дар асоси катехоламинҳо ҳосилшуда, барои омӯзиши метаболизми катехоламинҳо дар организм ва барои паст намудани миқдори онҳо ҳангоми гиперкатехоланемия дар организм тавсия дода мешаванд [9-14].

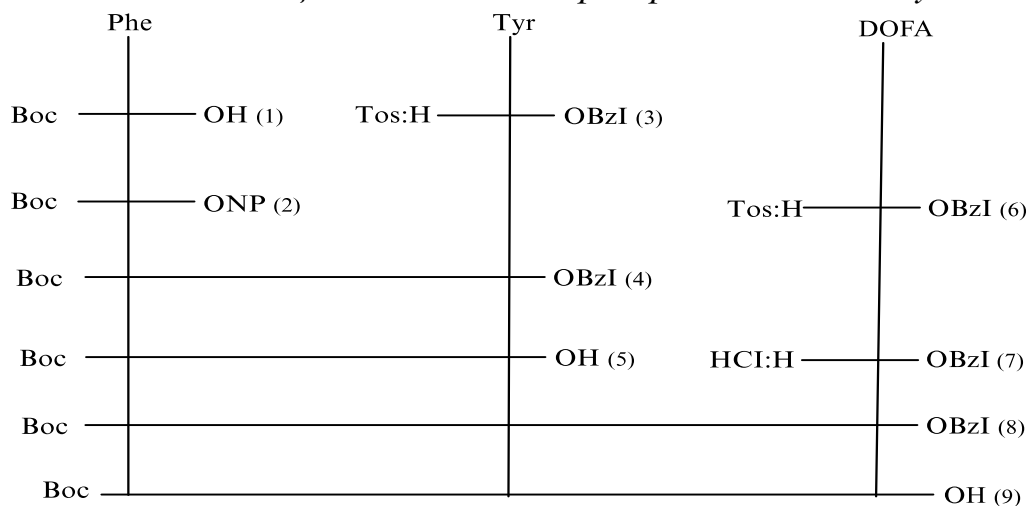
Дар мақола оид ба синтез ва модификасияи трипептиди L-фенилаланил-L-тирозил-3,4-диоксифенилаланин бо эпӣ-, α -моно- ва α,γ -дихлоргидрини глитсерол ва сипас дар бораи хосиятҳои физикӣ-химиявии он сухан мегуем. Барои ба ҳадаф расидан ҳамчун моддаи аввала, мо аз Woc-Phe-OH ва эфири бензилии Woc-Tyr-OH истифода намудем. Чи хеле, ки аз нақшаи реаксия дида мешавад, барои синтези дипептиди (4) усули эфирҳои фаъолгардонидашуда аз он ҷумла эфири p -нитрофенили интиҳоб карда

шуд. Дар аввал Вос-Phe-ONP (2) ҳосил кардем, ки дар натиҷаи таъсири он бо эфири бензили Tos-Tyr-OBzl эфири бензилии дипептиди Вос-Phe-Tyr-ОН-OBzl (4) ҳосил шуд. Баъдан ин дипептид (4) дар иштироки катализатори палладий гидрогенонида шуда дипептиди Вос-Phe-Tyr-ОН (5) ҳосил намудем. Ин дипептиди Ҳимояшуда бо усули карбодиимид синтез карда шуд. Ба сифати моддаи конденсатсиякунанда ДСС-дисиклокарбодиимид мавриди истифода қарор гирифт. Сипас ба мо зарур омад, ки реаксияи боҳамтаъсиркунии дипептиди (5) ва 3,4-диоксифенилаланинро омӯзем. Мо дар раванди реаксия якбора гурӯҳи аминӣ ва гурӯҳи карбоксилии Дорһа ба воситаи п-толуол кислотаи сулфонил ва спирти бензил Ҳимоя намуда, дар ҳарорати 80°C эфири бензили N-тозил-Дорһа (6) ҳосил кардем.

Барои озод кардани гурӯҳи тозилии пайваستاи 6 эфири бензили хлоргидрати он, пайваستاи 7-ро ҳосил намудем. Сипас бо усули ангидридҳои омехта ин эфир бо дипептиди Вос-Phe-Tyr-ОН (5) конденсатсия карда шуд. Дар натиҷа эфири бензилии Вос-Phe-Tyr-ДОФА-OBzl (8) ҳосил шуд. Баромади трипептиди (8) 70%-ро ташкил дод. Баъдан маҳсули реаксияи конденсатсияшударо мо бо мақсади озод кардани гурӯҳи карбоксилӣ мавриди омӯзиш қарор додем. Бинобар ин гурӯҳи бензилии пайваستاи 8-ро бо усули гидрогенолиз, дар иштирок катализатори палладий озод кардем. Дар натиҷа Вос-L-фенилаланил-L-тирозил-3,4-диоксифенилаланин (9) ҳосил намудем. Баромади маҳсули реаксия 75.7%-ро ташкил дод. Ҳарорати ғудозиши моддаи ҳосилшуда 104-105°C-ро ташкил дод. Барои ҳосил кардани намаки натригии трипептиди L-фенилаланил-L-тирозил-3,4-диоксифенилаланин мо дар давоми кор реаксияи боҳамтаъсиркунии NaOH-ро бо ин трипептид ба роҳ мондем. Реаксия дар ҳароратҳои 40-45°C, дар ҳалкунадаи 1,4-диоксан гузаронида шуд, ки давомнокии вақти реаксия 3-3,5 соатро дар бар мегирифт.

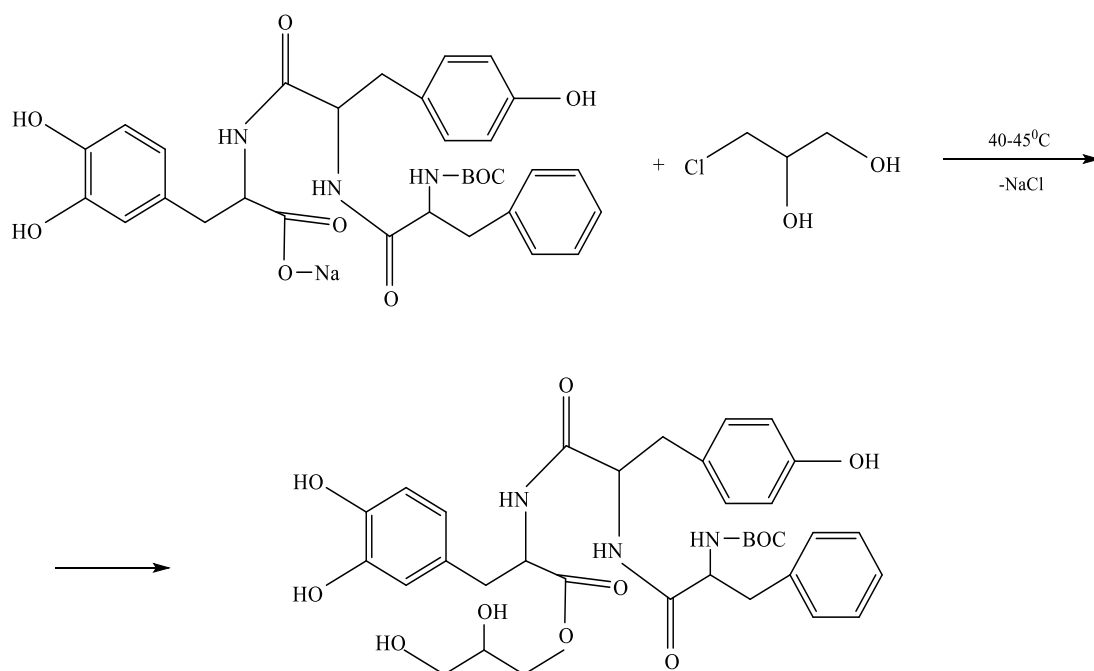
Баъд аз ин боҳамтаъсиркунии намаки натригии трипептиди L-фенилаланил-L-тирозил-3,4-диоксифенилаланинро бо α -моноклоргидрини глитсерол дар ҳалкунадаҳои органикӣ гузаронидем. Таҷриба нишон дод, ки реаксия дар ҳароратҳои 60-65°C дар ҳалкунадаи 1,4-диоксан нисбат ба дигар ҳалкунадаҳои органики беҳтар мегузарад. Давомнокии вақти реаксия 7 соатро дар бар гирифт. Баромади маҳсули реаксия, карбо-трет-бутилокси-фенилаланил-тирозил-3,4-диоксифенил-аланил-пропанол-1,2-диол 74.1 %. Ҳарорати ғудозишаш ба 129-130°C баробар аст. Ҳамин тариқ ошкор карда шуд, ки раванди гузариши реаксияи боҳамтаъсиркунии намаки натригии трипептиди L-фенилаланил-L-тирозил-3,4-диоксифенилаланин бо α -моноклоргидрини глитсерол аз интиҳоб намудани ҳалкунадаҳои органикӣ вобастагии калон дорад.

Расми 1. Нақшаи синтези хлоргидрати Boc-Phe-Tyr-DOFA



Ҷадвали 1. Собитаҳои муҳими физикӣ-химиявӣ пайвастаҳои синтезишуда

№ p/т	Номи моддаҳо	Бруто- формула	Тавлид бо %	X _{гудозиш}	R _f	R _f
					А	Б
1	Z-Ala-OPhCl ₃	C ₁₇ H ₁₄ O ₄ NCl ₃	84,9	94-95	0,30	0,39
2	HBr-Ala- OPhCl ₃	C ₉ H ₉ O ₂ NCl ₃ Br	92	184-186	0,58	0,73
3	Phth-Gly-Ala-PhCl ₃	C ₁₉ H ₁₃ O ₅ N ₂ Cl ₃	62,4	Равған	0,63	0,89
4	Phth-Gly-Ala-Дорфа	C ₂₁ H ₂₁ O ₆ N ₃	71,0	Равған	0,42	0,53
5	Phth-Gly-L-Ala-Дорфа-ЭПХ	C ₂₇ H ₃₃ O ₈ N ₃ Cl ₂	83,4	127-129	0,75	0,81
6	Phth-Gly-L-Ala-Дорфа-МХГ	C ₂₇ H ₃₅ O ₁₀ N ₃	84,1		0,73	0,90
7	Phth-Gly-L-Ala-Дорфа-ДХГ	C ₂₄ H ₂₉ O ₈ N ₃	84,8		0,82	0,85

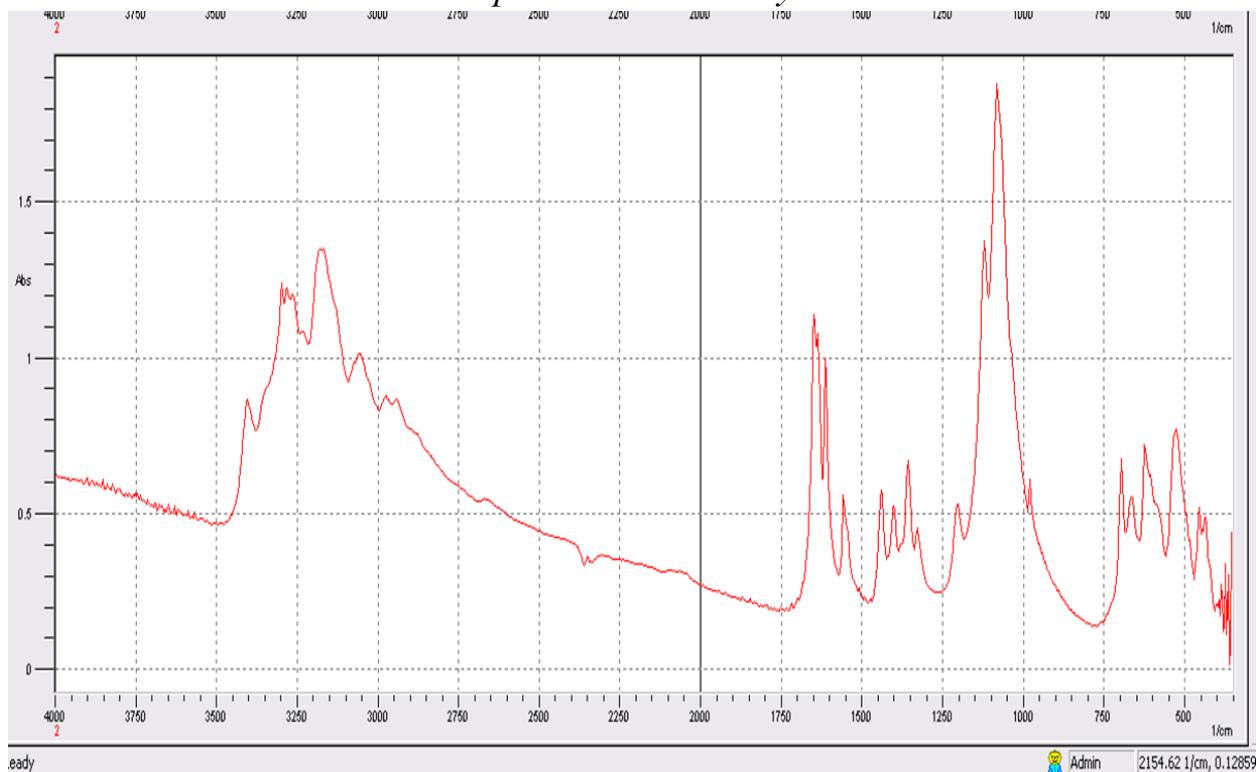


Таркиб ва тозагии моддаҳо бо ёрии спектрҳои ИС, Масс, хроматографияи маҳинқабат ва таҳлили элементӣ тасдиқ карда шуд.

Таҳқиқоти спектри инфрасурх омили гузаштани реаксияро тасдиқ карда, мавҷудияти банди пептидӣ ва дигар гурӯҳҳои функционалиро дар ди- ва трипептиди синтезшуда нишон дод, ки бо пайдо шудани рахҳо шиддатнокии фурӯбарӣ дар спектрҳои ҳамаи пайвастаҳо дар соҳаҳои 700 см^{-1} баробар буда, хати нурфурӯбарии ҳалқаи бензолиро ошкор менамояд. Дар соҳаҳои 1350 см^{-1} лаппиши валентии ҳалқаи бензолӣ мебошад, яъне бандҳои химиявии C-N ва CO-NH, $1400\text{-}1470\text{ см}^{-1}$ лаппишҳои банди мавҷҳои C=C ва C-H-и ҳалқаи бензолӣ мебошад. Дар соҳаҳои 1510 см^{-1} лаппишҳои деформатсионии NH дар CO-NH буда, 1630 см^{-1} лаппишҳои валенти CO дар -CO-NH аст, 1650 см^{-1} лаппиши валентии CO дар -O-C-NH; 2990 см^{-1} лаппиши деформатсионии CH₂, CH – гурӯҳҳо; 3370 см^{-1} лаппиши гурӯҳи OH озод, 3270 см^{-1} лаппишҳои валентии гурӯҳи гидроксيلي OH-и ҳалқаи бензолӣ ошкор карда шуданд.

Дар спектри инфрасурхи пайвастаҳо рахҳои васеи фурӯбарӣ дар соҳаҳои $750\text{-}720\text{ см}^{-1}$ мавҷуд будани гурӯҳи C-Cl дар молекулаҳои таҳқиқшаванда; $3250\text{-}3400\text{ см}^{-1}$, ки ба лаппишҳои валентии OH-гурӯҳ дохил мешаванд ошкор гаштанд. Дар спектри инфрасурхи пайвастаҳои ҳосилкардашуда нопадидшавии лаппиши валентии NH₂-гурӯҳ дар соҳаҳои $3500\text{-}3400\text{ см}^{-1}$ ва дар соҳаи 1185 см^{-1} пайдошавии рахҳои махсуси тағйирёбии лаппишҳои валентии CH₂- NH-гурӯҳ дар соҳаҳои $3280\text{-}3300\text{ см}^{-1}$ мавҷуд аст.

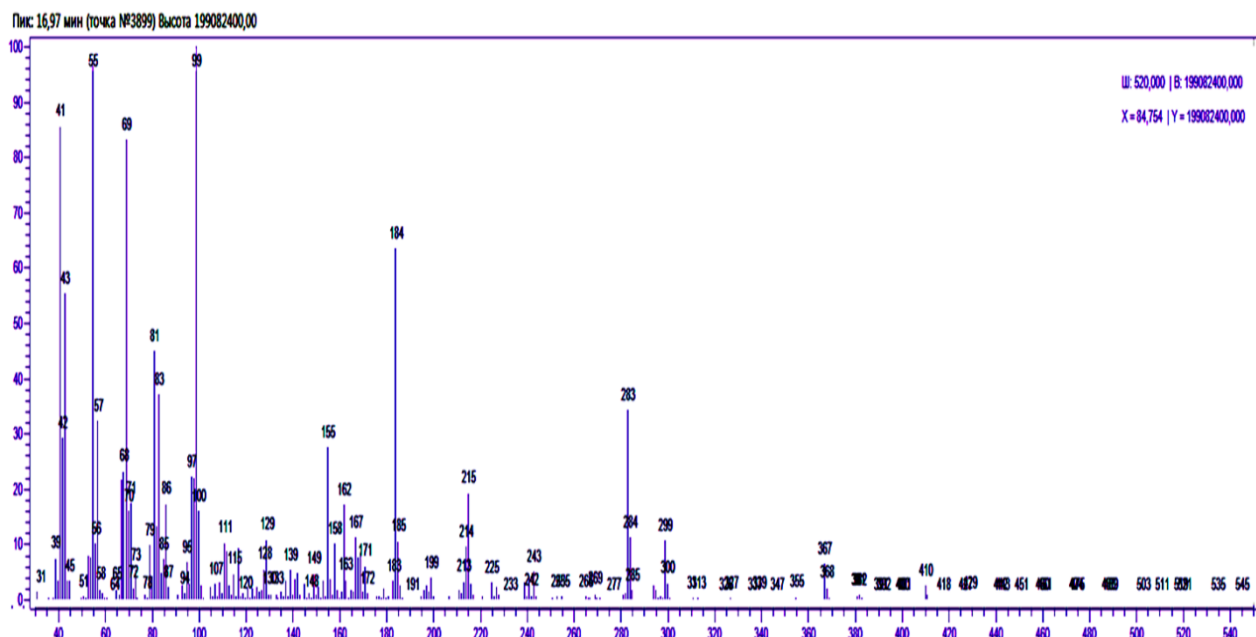
Расми 2. Спектри ИС Вос-Phe-Tyr-DOFA-MXГ



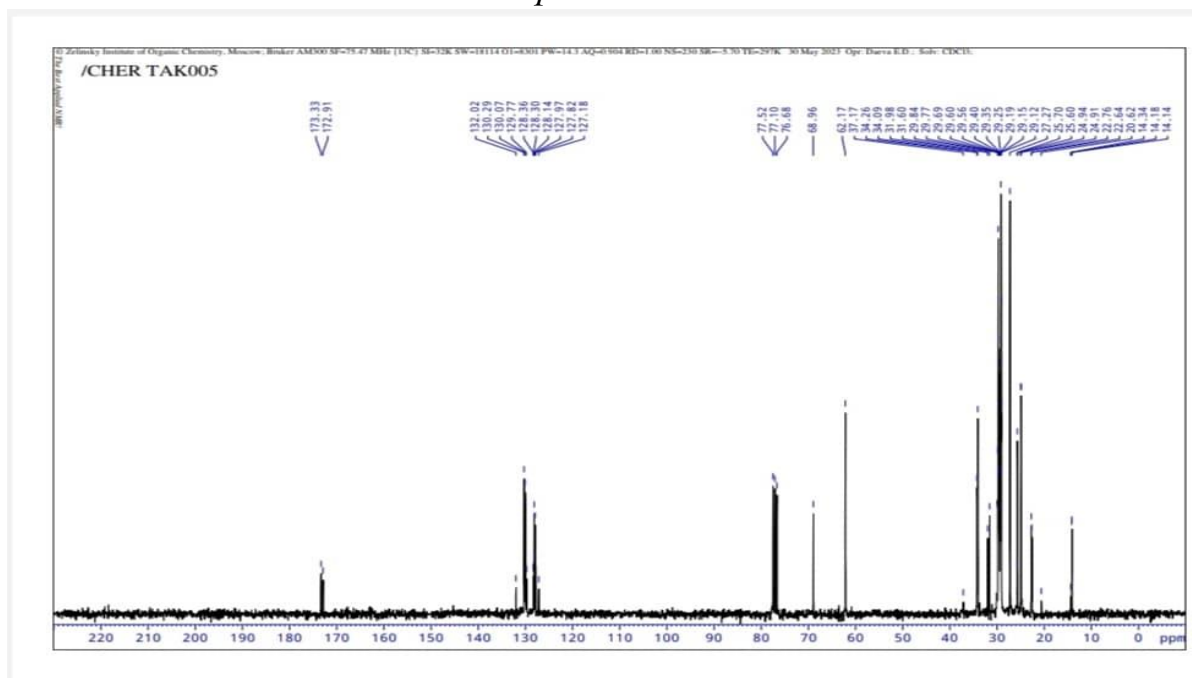
Ҳангоми таҳлили масс-спектри пайвастаи хлоргидрати L-фенилаланил-L-тирозил-3,4-диоксифенилаланин (10), ба ғайр аз массаи асосӣ ба миқдори каме массаи иловагӣ M^+ 367.8 m/z = (100 %), m/z = 283.8 (93.79 %), m/z = 184.8 (9.77 %), m/z = 156.8 (10.18 %) ва m/z = 81.8 (3.16 %) ошкор карда шуданд.

Ҳосиятҳои физикӣ-химиявӣ ва собитҳои муҳими пайвастаҳои синтезкарда шуда дар ҷадвали 1 нишон дода шудааст.

Расми 3. Масс-спектри Вос-Phe-Tyr-DOFA-MXГ

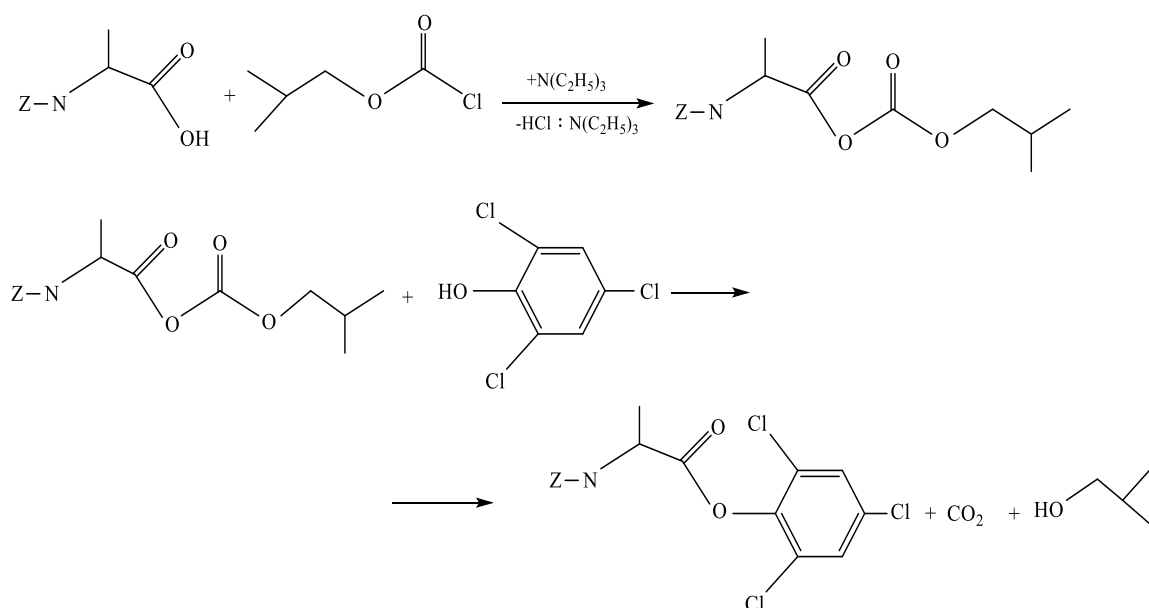


Расми 4. ПМР-спектри хлоргидрати L- фенилаланил-L-тирозил-3,4-диоксифенилаланин-эпх

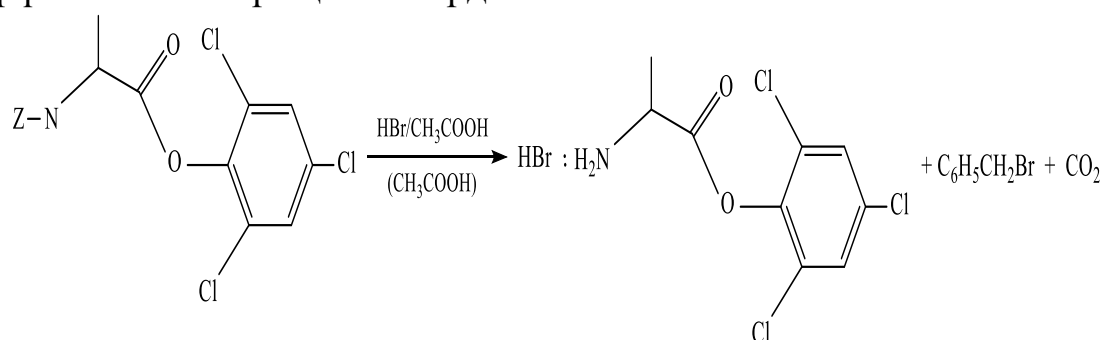


Ҳангоми таҳлили масс-спектри пайвастаи карбо-трет-бутилокси-фенилаланил-тирозил-3,4-диоксифенилаланил-пропанол-1,2-диол, ба ғайр аз массаи асосӣ ба миқдори каме массаи иловагӣ $M^+ 367.8 \text{ m/z} = (100 \%)$, $m/z = 283.8 (93.79 \%)$, $m/z = 184.8 (9.77 \%)$, $m/z = 156.8 (10.18 \%)$ ва $m/z = 81.8 (3.16 \%)$ ошкор карда шуд.

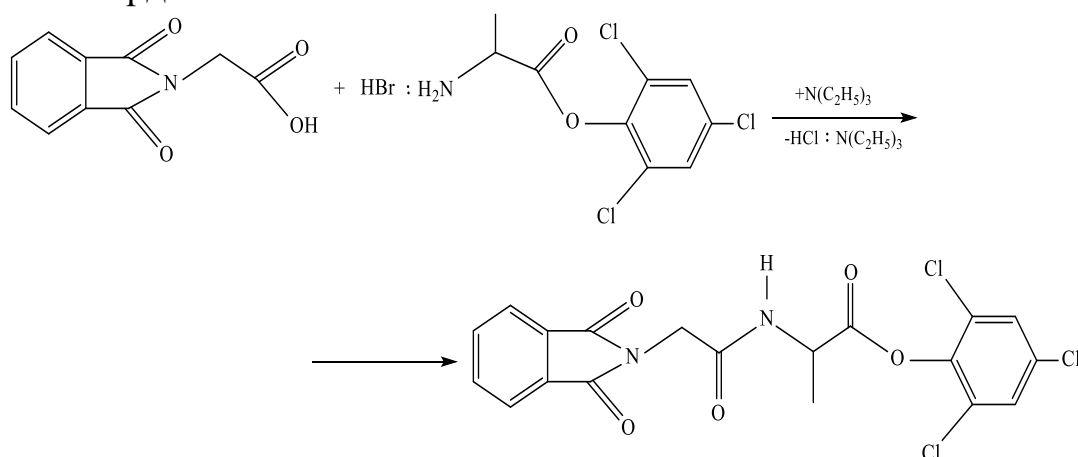
Дар давоми кор мо ба коркарди методикаи синтез ва омӯзиши трипептиди фталил-L-глитсил-L-аланил-дофамин бо эпи-, α -моно- ва α,γ -дихлоргидрини глитсерол таваҷҷуҳи хоса додем. Аз ин рӯ барои синтез ва омӯзиши ин реаксияҳо, мо аз Phth-Gly, Z-L-Ala ва дофамини озод истифода намудем. Барои ҳосил намудани трипепти Phth-L-Gly-L-Ala-Dopha, бояд дар аввал дипептиди Phth-L-Gly-L-Ala-OH ҳосил кунем. Бо ин мақсад эфири фаъолгардонидашуда бо усули ангидридҳои омехта аз Z-Ala-OH (2) ва 2,4,6-трихлорфенил ҳосил карда шуд. Ба сифати агенти конденсатсиякунанда изобутилхлорформиат истифода карда шуд:



Пайвастаи эфири 2,4,6-трихлорфенил-карбобензоксид-*L*-аланин бо баромади 81.9% ҳосил шуд. Баъдан бо мақсади озод намудани гурӯҳи аминии эфири мазкур усули гидроброминолиз, бо таъсири кислотаи атсетати яхин истифода шуд, ки пайвастаи (4) эфири бромгидрати трихлорфенил-аланинро ҳосил кардем.



Сипас пайвастаи 4 (эфири бромгидрати 2,4,6-трихлорфенил-*L*-аланин) бо усули ангидридҳои омехта бо фталилглутсин дар иштироки триэтиламин конденсатсия карда шуда, пайвастаи 5 (эфири 2,4,6-трихлорфенилии дипептиди фталил-*L*-глутсил-*L*-аланин)-ро бо баромади 62.4%, ҳосил кардем:



Расми 5. Нақшаи синтези Phth-*L*-Gly-*L*-Ala-Dopha-ЭПХ

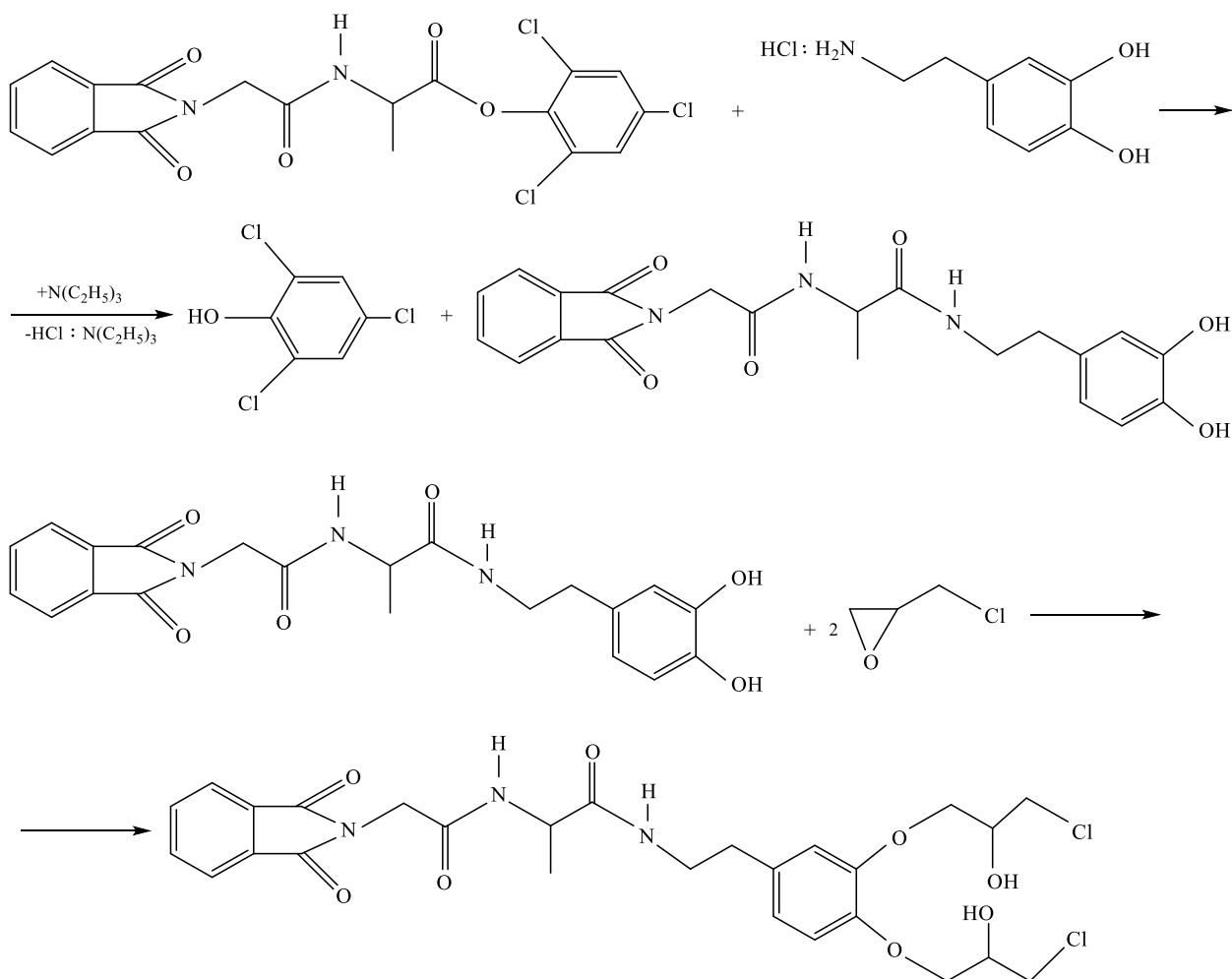
(МХГ; ДХГ)

Gly	Ala	Dopha
Phth — OH (1)	Z — OH (2)	
	Z — PhCl ₃ (2,4,6) (3)	
	HBr — PhCl ₃ (2,4,6) (4)	
Phth —	PhCl ₃ (2,4,6) (5)	
Phth —		(OH) (6)
Phth —		O-ЭПХ (7)
Phth —		O-МХГ (8)
Phth —		O-ДХГ (9)

Чи хеле ки аз нақшаи умумии синтез дида мешавад, зинаи асосии ин қисмати мақолаи мо, аз синтези трипептиди фталил-L-глитсил-L-аланил-дофамин иборат аст. Ин трипептидро бо усули эфирҳои фаъолгардонидашуда дар натиҷаи реаксияи боҳамтаъсиркунии эфири 2,4,6-трихлорфенилии фталил-L-глитсил-L-аланин ва дофамини озод ҳосил кардем. Вазифаи минбаъда аз ҷониби мо, омӯзиши реаксияи пайвастишавии 3-хлор-1,2-эпоксипропан (ЭПХ) бо трипептиди фталил-L-глитсил-L-аланил-дофамин буд. Реаксия дар ҳалқунандаи 1,4-диоксан дар ҳудуди ҳароратҳои 70-75 °C амалӣ карда шуд. Маҳсули асосии реаксия трипептиди фталил-L-глитсил-L-аланил-дофамин-3,4-ди(окси-хлор-пропанол-2) бо баромади 83.4% ҳосил шуд. Бо ҳамин нақша монанд, реаксияи боҳамтаъсиркунии трипептиди мазкур бо МХГ ва ДХГ гитсерол гузаронида шуд, ки ин реаксияҳо бо осонӣ ва раван дар ҳалқунандаи 1,4-диоксан мегузарад. Моддаҳои ба дастовардашуда ҳолати агрегатиашон дар намуди кристаллҳои сафед буда, муҳлати нигоҳдориашон дар равшанӣ ва торикӣ устувор мебошанд.

Ҷадвали 2. Моддаҳои синтезшуда ва константаҳои муҳими онҳо

№ р/т	Номи моддаҳо	Бруто- формула	Тавлид бо %	X _{гудозиш}	R _f	R _f
					А	Б
1	Z-Ala-OPhCl ₃	C ₁₇ H ₁₄ O ₄ NCl ₃	84,9	94-95	0,30	0,39
2	HBr-Ala- OPhCl ₃	C ₉ H ₉ O ₂ NCl ₃ Br	92	184-186	0,58	0,73
3	Phth-Gly-Ala-PhCl ₃	C ₁₉ H ₁₃ O ₅ N ₂ Cl ₃	62,4	Равған	0,63	0,89
4	Phth-Gly-Ala-Допһа	C ₂₁ H ₂₁ O ₆ N ₃	71,0	Равған	0,42	0,53
5	Phth-Gly-L-Ala-Допһа-ЭПХ	C ₂₇ H ₃₃ O ₈ N ₃ Cl ₂	83,4	127-129	0,75	0,81
6	Phth-Gly-L-Ala-Допһа-МХГ	C ₂₇ H ₃₅ O ₁₀ N ₃	84,1		0,73	0,90
7	Phth-Gly-L-Ala-Допһа-ДХГ	C ₂₄ H ₂₉ O ₈ N ₃	84,8		0,82	0,85



Хосиятҳои физикӣ-химиявӣ, омӯзиши қонуниятҳои таҷзияи онҳо дар зери зарбаи электронӣ ва тасдиқ намудани сохт, таркиб ва тозагии ин

моддаҳо бо ёрии спектрҳои ИС, РМП, хроматографияи маҳинкабат тасдиқ карда шуд. Дар спектри ИС чунин рахҳои хоси фурубарӣ мушоҳида карда шуд: 700 см^{-1} лапиши ҳалқай бензолии моноивазшуда; 720 см^{-1} лапиши валентии C-Cl; 1350 см^{-1} лапиши валентии C-N; $1420\text{--}1470\text{ см}^{-1}$ лапишҳои валентии C=C ва C-H дар ҳалқай бензолӣ; 1510 см^{-1} лапиши деформатсионии NH дар CO-NH; 1630 см^{-1} лапиши валентии CO дар CO-NH; 1650 см^{-1} лапиши O-C дар молекул. таҳкиқ.; 2990 см^{-1} лапиши деформатсионии CH₂, CH-гурӯҳҳо; 3370 см^{-1} лапиши гурӯҳи озоди OH.

Ҳамин тариқ дар мақола коркарди методикаи синтези ҳосилаҳои нави трипептиди L- фенилаланил-L-тирозил-3,4-диоксифенил-аланинро, ки дар асоси эпи-, α -моно- ва α,γ -дихлоргидрини глитсерол оварда шудааст, инчунин таҳқиқи хосиятҳои физикӣ-химиявӣ, омӯзиши қонуниятҳои таъзияи онҳо дар зери зарбаи электронӣ ва тасдиқ намудани сохт, таркиб ва тозагии ҳосилаҳои нави эпи-, α -моно- ва α,γ -дихлоргидрини глитсерол дар асоси катехоламинҳое, ки дар молекулашон аминокислотаҳою пептидҳо доранд, бо ёрии спектрҳои ИС, Масс, ПМР, хроматографияи маҳинкабат ва таҳлили элементӣ мавриди таҳқиқ қарор гирифта шудааст.

Адабиёт

1. *Anderson, G.W.* Reinvestigation of the mix carbonic anhydride method of peptide synthesis / *G.W. Anderson, J.E. Zimmeran, F.M. Gallahan* // *J. Am.Chem. Soc.* -1967, vol. 89. - P. 5012-5017.
2. *Кабирзода, З.О.* Синтез трипептида- Ala-Ala-Phe и его конденсация с 3,4-диоксифенилаланином /*О.З. Кабирзода., И.С. Раджабов*// Башкирский химический журнал. – Уфа, 2019. Том 34. №1 – С. 117-123.
3. *Кабирзода, З.О.* Синтез и исследование трипептида-l-фенилаланил-l-тирозил-3,4-диоксифенилаланина (Дорһа) /*О.З. Кабирзода, С.И. Раҷабов*// Башкирский химический журнал. – Уфа, 2019. Том 35. №2 – С. 177-183.
4. *Кабирзода, З.О.* Синтез и исследование продуктов взаимодействия эпихлоргидрина с некоторыми пептидами /*О.З. Кабирзода, С.И. Раҷабов*// Вестник Дангаринского государственного университета. (научный журнал) №4. -Дангара, 2019. - С. 19-22.
5. *Рубцов М.В., Байчиков А.Г.* Синтетические химиофармацевтические препараты.-М.: Медицина, 1971.-с.328.
6. *Doty I.* Dotyr readet // *Anal. Chem.* –Val. 20.-P.166.
7. *Никаниси К.* «Инфракрасные спектры и строение органических соединений», М.- «Мир».-1965. С.78-82.

8. *Verlander, M.S.* Some novel approaches to the design and synthesis of peptide-catecholamine conjugates. /*M.S. Verlander, A.K. Jacobson, R.P. Pazenkranz, K.L. Melmon, M. Coodman*// *Biopolymeris* 1983. Vol.22.- P.531-545.
9. *Miwa, A.* Preparation of a specific antibodies to catecholamins and L-3, 4-dihydroxyphenylalanine. Preparation of the conjugates /*A.Miwa, M.Yoshioka, A.Shirihata, Z.Tamuna* // *Chem Pharm Bull.*, 1997, vol 25. - P. 1904-1910.
10. *Anderson, G.W.* Reinvestigation of the mix carbonic anhydride method of peptide synthesis / *G.W. Anderson, J.E. Zimmeran, F.M. Gallahan*// *J. Am.Chem. Soc.* -1967, vol. 89.-P. 5012-5017.
11. J. E. Aho, P. M. Pihko and T. K. Rissa, *Chem. Rev.*, 2005, 105, 4406–4440
12. *Mistry, N., & Fletcher, S. P.* (2018). Catalytic asymmetric synthesis of geminal-dicarboxylates. *Chemical Science*, 9(29), 6307–6312. doi: 10.1039/c8sc01786g
13. *Sterckx, H., Morel, B. & Maes, B. U. W.* Catalytic aerobic oxidation of C (sp³) –H bonds. *Angew. Chem. Int. Ed.* 58, 7946–7970 (2019).
14. *Xiong, P., Zhao, H.-B., Fan, X.-T., Jie, L.-H., Long, H., Xu, P. Xu, H.-C.* (2020). Site-selective electrooxidation of methylarenes to aromatic acetals. *Nature Communications*, 11(1). Doi: 10.1038/s41467-020-16519-8.

СИНТЕЗИ ҲОСИЛАҲОИ НАВИ ЭПИ-, α -МОНО- ВА α,γ -ДИХЛОРГИДРИНИ ГЛИТСЕРОЛ ДАР АСОСИ ТРИПЕПТИДИ L-ФЕНИЛАЛАНИЛ-L-ТИРОЗИЛ-3,4-ДИОКСИФЕНИЛАЛАНИН

Ғишурда. Бо мақсади ҳосил намудани ҳосилаҳои нави эпи-, α -моно- ва α,γ -дихлоргидрини глитсерол дар асоси трипептиди L-фенилаланил-L-тирозил-3,4-диоксифенилаланин дар ин мақола, синтези ҳосилаҳои нофамин бо L-фенилаланил, L-тирозил ва 3,4-диоксифенилаланин ба роҳ монда шуд, ки сипас дар асоси ин пайвастаҳои ба дастомада реаксияи байни онҳо бо эпи-, α -моно- ва α,γ -дихлоргидрини глитсерол амалӣ карда шуд.

Дар мақола маълумотҳои бадастомада бо усулҳои замонавии физикӣ-химиявӣ, омӯзиши қонуниятҳои таъзияи онҳо дар зери зарбаи электронӣ ва тасдиқ намудани сохт, таркиб ва тозагии ин моддаҳо бо ёрии спектрҳои ИС, Масс, хроматографияи маҳинқабат ва таҳлили элементӣ коркарди статикӣ натиҷаҳо таъмин ва асоснок карда шуд.

Калидвожаҳо: эфир, фталил-L-глитсил-L-аланил-дофамин, пайваста, синтез, катехоламинҳо, дипептид, трипептид, эпихлоргидрин.

СИНТЕЗ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ЭПИ-, α -МОНО- И α,γ -ДИХЛОРГИДРИНА ГЛИЦЕРИНА НА ОСНОВЕ ТРИПЕПТИДА L-ФЕНИЛАЛАНИЛ-L-ТИРОЗИЛ-3,4-ДИОКСИФЕНИЛАЛАНИНА

Аннотация. С целью получения новых производных эпи-, α -моно- и α,γ -дихлоргидрина глицерина на основе трипептида L-фенилаланил-L-тирозил-3,4-диоксифенилаланина в данной статье был проведен синтез производных нопамина с L-фенилаланил, L-тирозил и 3,4-диоксифенилаланином, а затем на основе полученных соединений проведена их реакция с эпи-, α -моно- и α,γ -дихлоргидрином глицерина.

В статье приведены и обоснованы полученные данные с использованием современных физико-химических методов, изучения закономерностей их разложения под действием электронного удара и подтверждения структуры, состава и чистоты этих веществ с использованием ИК-, масс-спектров, тонкослойной хроматографии и элементного анализа. Приведена и обоснована статическая обработка результатов.

Ключевые слова: эфир, фталил-L-глицил-L-аланил-дофамин, соединение, синтез, катехоламины, дипептид, трипептид, эпихлоргидрин.

SYNTHESIS OF NEW DERIVATIVES OF EPI-, α -MONO- AND α,γ -DICHLOROHYDRIN GLYCEROL BASED ON THE TRIPEPTIDE L-PHENYLALANYL-L-TYROSYL-3,4-DIOXYPHENYLALANINE

Annotation. In order to obtain new derivatives of epi-, α -mono- and α,γ -dichlorohydrin of glycerol based on the tripeptide L-phenylalanyl-L-tyrosyl-3,4-dioxyphenylalanine, in this article, derivatives of nopamine with L-phenylalanyl, L-tyrosyl and 3,4-dioxyphenylalanine were synthesized, and then, based on the obtained compounds, their reaction with epi-, α -mono- and α,γ -dichlorohydrin of glycerol was carried out.

The article presents and substantiates the data obtained using modern physical and chemical methods, studying the patterns of their decomposition under the action of electron impact and confirming the structure, composition and purity of these substances using IR, mass spectra, thin-layer chromatography and elemental analysis. Statistical processing of the results is presented and substantiated.

Key words: ether, phthalyl-L-glycyl-L-alanyl-dopamine, compound, synthesis, catecholamines, dipeptide, tripeptide, epichlorohydrin.

Маълумот дар бораи муаллифон:

Кабирзода Зухро Одилзо - Институти илмию таҳқиқотии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Мутахассиси пешбар. **Сурға:** 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Рудақӣ 17; **E-mail:** Kabirzoda_z_o@mail.ru.

Исмоилзода Ситораи Содик - Институти илмию таҳқиқотии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Мудири озмоишгоҳ. **Телефон:** 918188394. **Сурға:** 734025, Ҷумҳурии

Тоҷикистон, ш. Душанбе, хибони Рудакӣ 17; **Телефон:** 985866106. **E-mail:** shkrona.2486@mail.ru.

Олимзода Раҳмонали Амонали – Донишгоҳи давлатии Данғара номзади илмҳои химия, дотсент. **Суроға:** 735520. Ҷумҳурии Тоҷикистон. н. Данғара, кӯчаи Марказӣ 25. Тел:900231573. **E-mail:** olimovr1976@mail.ru.

Раҷабзода Сирочиддин Икром - Доктори илмҳои химия, профессор, муовини ректор оид ба корҳои илмӣ Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи С. Айни 734003, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, х. Рӯдакӣ, 121. **E-mail:** ikromovich80@mail.ru.

Информация об авторах:

Кабирзода Зухро Одилшо - Научно-исследовательский институт Таджикского национального университета. Ведущий специалист. **Адрес:** 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудакӣ 17. **Телефон:** 985866106. **E-mail:** Kabirzoda_z_o@mail.ru.

Исмоилзода Ситораи Содик – Научно-исследовательский институт Национального университета Таджикистана. Заведующий лабораторией. Сурга: 734025, Республика Таджикистан, ш. Душанбе, пр. Рудакӣ, 17. **Телефон:** 918188394. **E-mail:** shkrona.2486@mail.ru

Олимзода Раҳмонали Амонали – Дангаринский государственный университет, кандидат химических наук, доцент. **Адрес:**735320. Республика Таджикистан. Данғара. улица Маркази 25. Тел.: 900 23 15 73. **E-mail:** olimovr1976@mail.ru,

Раджабзода Сироджиддин Икром – Доктор химических наук, профессор, проректор по научной работе Таджикский государственный педагогический университет имени С. Айни 734003, Республика Таджикистан, город Душанбе, пр. Рудакӣ, 121. **E-mail:** ikromovich80@mail.ru.

Information about the authors:

Kabirzoda Zuhro Odilsho - Research Institute of the Tajik National University. Leading specialist. **Address:** 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue 17. **Phone:** 985866106. **E-mail:** Kabirzoda_z_o@mail.ru.

Ismoilzoda Sitorai Sodik – Research Institute of the National University of Tajikistan. Head of the Laboratory. **Phone:** 918188394. **E-mail:** shkrona.2486@mail.ru **Addres:** 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe highway, Rudaki ave., 17. **E-mail:** shkrona.2486@mail.ru;

Olimzoda Rahmonali Amonali – Dangara State University, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor. **Address:** 735320. The Republic of Tajikistan. Dangara. 25 Markazi Street. **Tel.** 900 23 15 73. **E-mail:** olimovr1976@mail.ru.

Rajabzoda Sirojiddin Ikrom – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research Tajik State Pedagogical University named after S. Aini. **Addres:** 734003, RT, Dushanbe, Rudaki village, 121. **E-mail:** ikromovich80@mail.ru.

СИНТЕЗ, МОДИФИКАТСИЯИ КИСЛОТАИ ХОЛАН ВА ОМУЗИШИ ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКО-ХИМИЯВИИ ОНҲО

Самандарзода Н.Ю., Маҳмадализода Ф.М., Исмоилзода С.С.,
Мирзоева Н.М., Махкамова Б.Х., Ғафуров М.У.

Маркази ҷумҳуриявӣ илми-клиникӣ урологи, кафедраи ташҳиси
клини озмоишгоҳи ДДТТ ба номи Абуали ибни Сино Институти илми-
таҳқиқоти ДМТ

Муҳимияти кор. Маҷмуи доруҳое, ки дар тибби муосир дар асоси кислотаҳои холан таҳия ва истифода мешаванд, сол то сол васеътар мегардад. Ин раванд аз он шаҳодат медиҳад, ки кислотаҳои холан ва ҳосилаҳои онҳо на танҳо нақши биологӣ доранд, балки дорои аҳамияти клиникӣ муҳим низ мебошанд. Кислотаҳои холан ҷузъҳои асосии сафро буда, дар равандҳои ҳазм ва ҷаббида шудани ҷарбҳо ва витаминҳои ҳалшаванда дар ҷарб нақши калидӣ мебозанд [1-6].

Механизми амали кислотаҳои холан бисёрҷониба мебошад. Онҳо на танҳо ҳамчун детергентҳо дар равандҳои эмулсиякунии ҷарбҳо амал мекунанд, балки ҳамчун лигандаҳо ба ретсепторҳои хучайравӣ, аз ҷумла FXR (farnesoid X receptor) ва TGR5 (G-protein-coupled bile acid receptor), пайваст мешаванд. Ин фаъолшавии ретсепторҳо боиси тағйирот дар таҷлили генҳои марбут ба мубодилаи липидҳо, холестерин ва глюкоза мегардад, инчунин ба танзими равандҳои илтиҳобӣ ва ҳифзи гомеостази рӯда мусоидат мекунад [7-9].

Тадқиқотҳои клиникӣ нишон медиҳанд, ки кислотаҳои холан ва ҳосилаҳои онҳо дар табобати бемориҳои гуногуни системаи гепатобилиярӣ (масалан, холестаз, сиррози ҷигар, гепатити музмин) истифода мешаванд. Дар гастроэнтерология онҳо барои беҳтар намудани ҷараёни захра, паст кардани сатҳи холестерин ва муҳофизати гепатоситҳо васеъ тавсия дода мешаванд. Бо вучуди ин, механизми таъсири онҳо то ҳол пурра омӯхта нашудааст, ва бисёр ҷанбаҳои таъсири системавии онҳо, аз ҷумла таъсир ба микробиотаи рӯда ва системаи эндокринӣ, мавриди таҳқиқ қарор доранд.

Аз ин рӯ, омӯзиши минбаъдаи кислотаҳои холан ва дериватҳо хеле муҳим мебошад. Ин тадқиқотҳо метавонанд роҳро барои таҳияи доруҳои нав бо таъсири интиҳобӣ боз кунанд, ки на танҳо ба беҳбуди ҷараёни сафро, балки ба танзими мубодилаи моддаҳо, паст кардани раванди

илтиҳобӣ ва беҳтар намудани кори рӯда мусоидат кунанд. Ин самти тадқиқот дорои аҳамияти бузург барои рушди фармакологияи муосир ва пайдоиши стратегияҳои нави табобатӣ мебошад[10].

Таҳлили муфассали маълумоти адабиёт нишон медиҳад, ки синтези модификатсияшудаи кислотаҳои ҳолан яке аз самтҳои муҳими тадқиқоти муосир дар соҳаи химияи органикӣ ва фармакология мебошад. Молекулаи кислотаҳои ҳолан дорои як қатор гурӯҳҳои функционалӣ — аз ҷумла гурӯҳҳои гидроксилӣ, карбоксилӣ ва марказҳои реактивии стероидӣ мебошад, ки имкон медиҳанд бо истифода аз усулҳои гуногуни химиявӣ- аз ҷумла асетилизатсия, гидроксизатсия, амидсозӣ ва этерификатсия- ҳосилаҳои нави синтетикӣ бо хусусиятҳои фармакологии мушаххас ба даст оварда шаванд [11-12].

Таъсири ҷунин ҳосилаҳо метавонад ба таври назаррас фарқ кунад: онҳо метавонанд фаъолияти литолитикӣ, гипохолестеринемикӣ, антиоксидантӣ ё зиддиилтиҳобӣ дошта бошанд. Бо дарназардошти аҳамияти онҳо дар физиологияи инсон ва ҳайвонот, синтези ҳосилаҳои нави кислотаҳои ҳолан имконият медиҳад, ки доруҳои самаранок барои табобати бемориҳои гепатобилиярӣ, ихтилолҳои мубодилаи липидҳо ва бемориҳои системаи меъдаю рӯда таҳия карда шаванд.

Мақсади таҳқиқот. Вазифаи асосии таҳқиқоти мо таҳияи шароити оптималии синтези аналогҳои стероидҳои табиӣ мебошад, ки дорои хосиятҳои гипохолестеринӣ, гиполипидемӣ ва гепатопротективӣ мебошанд. Ин раванд на танҳо интиҳоби реагентҳо ва шароити ҳароратӣ ва катализаторҳои мувофиқро дар бар мегирад, балки инчунин таҳлили муфассали маҳсулоти синтезшударо тавассути усулҳои спектроскопӣ ва хроматографӣ дар бар мегирад, то ки тозагӣ ва сохтори кимиёвии онҳо тасдиқ карда шавад [13-15].

Натиҷаҳои ба дастмада на танҳо барои омӯзиши минбаъдаи хусусиятҳои биологии пайвастагиҳои нав, балки барои таҳияи заминаи илмӣ барои эҷоди доруҳои инноватсионӣ бо таъсири интиҳобӣ ба равандҳои биохимиявӣ аҳамияти калон доранд. Дар ниҳоят, ҷунин тадқиқот метавонанд ба эҷоди доруҳои оварда расонанд, ки на танҳо таъсири табобатӣ, балки таъсири профилактикиро низ дошта бошанд ва дар табобати бемориҳои музмин, аз ҷумла дислипидемия, стеатогепатит ва холестаз, истифода шаванд.

Аз ин рӯ, таҳияи эфирҳои нави кислотаҳои олии карбон ва омӯзиши муфассали хосиятҳои физикӣ-химиявии онҳо яке аз самтҳои муҳими тадқиқоти муосир дар соҳаи химияи органикӣ ва синтези доруворӣ ба

ҳисоб меравад. Омӯхтани чунин пайвастаҳо имкон медиҳад, ки на танҳо хосиятҳои реаксионии онҳо дар шароити гуногун муайян карда шаванд, балки роҳҳои нави истифодабарии амалии онҳо дар соҳаҳои гуногуни саноат ва тиб низ таҳия карда шаванд.

Мавод ва усули таҳқиқот Ҳадафи асосии ин кор таҳқиқи мунтазами рафтори $3\alpha,7\beta$ -дигидрокси- 5β -кислотаи ҳолан дар як қатор реаксияҳои гуногун мебошад, аз ҷумла реаксияҳои оксидшавӣ, гидрогенизатсия, этерификатсия ва амидсозӣ. Омӯзиши чунин реаксияҳо барои муайян кардани марказҳои реаксионӣ молекула, интихоби катализаторҳои мувофиқ ва таҳияи усулҳои селективии тағйири сохтори стероидҳо аҳамияти калидӣ дорад.

Муҳим будани омӯзиши хосиятҳои химиявии $3\alpha,7\beta$ -дигидрокси- 5β -кислотаи ҳолан дар он аст, ки он як моддаи асосӣ барои синтези як қатор пайвастаҳои стероидӣ мебошад, ки дорои фаъолияти баланди биологӣ аст, аз ҷумла пайвастаҳои бо таъсири гепатопротективӣ, гипохолестеринӣ ва зиддиинтиҳобӣ. Ин гуна пайвастагӣҳоро метавон тавассути кам кардани $3\alpha,7\alpha$ -дигидрокси-12-кето- 5β -метилхолат ба даст овард, ки мувофиқи маълумотҳои адабиёт [14-16] яке аз роҳҳои муассири синтези ин ҳосилаҳо мебошад.

Илова бар ин, омӯзиши пурраи хосиятҳои физикӣ-химиявӣ — аз ҷумла нуқтаи обшавӣ, ҳалшавандагӣ, устувории термикӣ ва спектрҳои СИ ва РМП — имкон медиҳад, ки сохтор ва покии маҳсулоти синтезшуда бо дақиқ муайян карда шавад. Ин маълумот барои пешгӯии фаъолияти биологӣ ва таҳияи доруҳои нав бо таъсири интиҳобӣ ба равандҳои мубодилаи моддаҳо аҳамияти калон дорад.

Дар маҷмӯъ, натиҷаҳои интизоршавандаи чунин тадқиқот метавонанд на танҳо ба фаҳмиши амиқтари реаксионӣ ва имкониятҳои синтетикии $3\alpha,7\beta$ -дигидрокси- 5β -кислотаи ҳолан мусоидат кунанд, балки ба рушди технологияҳои нави саноатӣ ва фармакологӣ барои истеҳсоли пайвастаҳои фаъоли биологӣ низ замина гузоранд.

Дар солҳои охир таваҷҷуҳ ба трансформатсияҳои химиявии кислотаи ҳолан ва ҳосилаҳои он босуръат афзуда истодааст, зеро чунин тадқиқот имконият медиҳанд, ки пайвастаҳои нав бо хосиятҳои фармакологӣ ва биологӣ муайян синтез карда шаванд. Дар адабиёт як қатор корҳо оид ба тағйирёбии сохтори кислотаи ҳолан, аз ҷумла тавлиди намакҳо ва ҳосилаҳои гуногуни эфирӣ, нашр шудаанд, ки ба рушди синтези органикӣ ва кимиёи дорусозӣ такони назаррас медиҳанд.

Бо така ба ин маълумот, мо реаксияи синтези намакҳои холавро дубора такрор кардем ва намаки мувофиқи натрийро аз 3 α ,7 β -дигидрокси-5 β -холан ҷудо намудем. Гирифтани намаки натрий маводӣ калидӣ мебошад, зеро он ҳамчун моддаи мобайнӣ (интермедиат) барои тавлиди пайвастаҳои нав истифода мешавад ва ҳолати реаксионӣ баланд нишон медиҳад.

Сипас, бо истифода аз ин намаки натрий, мо ба синтези эфири глитсидии кислотаи мувофиқ гузаштем. Барои ин реаксия эпихлоргидрин истифода шуд, ки яке аз реагентҳои стандартӣ барои тавлиди ҳалқаи эпоксидӣ ба ҳисоб меравад. Реаксия дар муҳити метанол гузаронида шуд, ки ҳамчун ҳалкунанда ва ҳам ҳамчун муҳити реаксионӣ хизмат мекунад. Ҳарорати реаксия дар ҳудуди 60–70 °C нигоҳ дошта шуд, ки барои таъмини раванди комили алкилсозӣ ва пешгирии вокунишҳои номатлуб муҳим аст. Муддати гузариши реаксия 6 соат интихоб гардид, ки ба даст овардани ҳосили максималии маҳсулоти ниҳой мусоидат кард.

Ин шароити оптималӣ имкон дод, ки эфири глитсидии 3 α ,7 β -дигидрокси кислотаи холан бо ҳосили хуб ва тозагии баланд ҳосил карда шавад. Омӯзиши минбаъдаи хосиятҳои физикӣ-химиявӣ (нуқтаи обшавӣ, ҳалшавандагӣ, спектрҳои СИ ва РМП) ва хосиятҳои биологӣ (фаъолияти эҳтимолии зиддиилтиҳобӣ ё гипохолестеринӣ) барои муайян кардани самтҳои истифодаи амалии ин пайваста аҳамияти калон дорад.

Ғайр аз синтези намаки натрий ва эфири глитсидӣ, дар доираи тадқиқот инчунин кӯшиши гузаронидани реаксияи асетилизатсия анҷом дода шуд. Ин марҳила дорои аҳамияти махсус мебошад, зеро асетилизатсия яке аз усулҳои маъмултарини муҳофизати гурӯҳҳои гидроксилӣ ба шумор меравад, ки дар навбати худ имконият медиҳад молекула барои вокунишҳои минбаъда омода карда шавад. Муҳофизати гурӯҳҳои функционалӣ аҳамияти калидӣ дорад, зеро он ба кам кардани вокунишҳои номатлуб ва баланд бардоштани ихтиёрияти равандҳои минбаъда мусоидат мекунад. Реаксия дар муҳити бензол гузаронида шуд, ки ҳамчун ҳалкунандаи инертӣ шароити устувор фароҳам овард ва ба пешгирии оксидшавӣ ва ё таъсири иловагии номатлуб мусоидат намуд. Барои ба даст овардани натиҷаи баланд, миқдори дукаратаи ангидриди сирко истифода шуд, ки ҳамчун донори гурӯҳҳои асетилӣ амал карда, эҳтимолияти пурра ба амал омадани реаксияро таъмин намуд. Давомнокии раванди реаксия 24 соат буд, ки барои ташаккули мукаммали маҳсулоти ниҳой ва пурра ба анҷом расидани асетилизатсия зарур мебошад.

Пиридин дар ин раванд нақши калидӣ дошт: аз як тараф ҳамчун катализатор, ки суръати реаксияро зиёд мекунад, ва аз тарафи дигар ҳамчун аксептори протонҳо, ки таъсири иловагии кислотаҳои органикиро безарар мегардонад. Истифодаи пиридин дар чунин реаксияҳо ба баланд шудани самаранокӣ ва паст шудани эҳтимоли реаксияҳои тарафӣ мусоидат мекунад.

Ҳосили реаксия хеле баланд буд ба 93% расид, ки нишон медиҳад методикаи интихобшуда самаранок аст, метавонад барои синтезҳои миқёсан калон низ истифода гардад. Эфирҳои глитсидии 3 α ,7 β -дигидрокси-5 β -кислотаи холан, ки ҳосил гардиданд, бо усулҳои муосири таҳлили спектроскопӣ, аз ҷумла СИ-спектроскопия, РМП¹H ва РМП¹³C мавриди таҳқиқ қарор гирифтанд. Таҳлили спектрҳо имконият доданд, ки сохтори молекула тасдиқ карда шавад, мавҷудияти гурӯҳҳои асетилӣ ва устувории химиявии онҳо муайян гардад.

Натиҷаҳои таҳқиқот нишон доданд, ки ҳосилаҳои ба дастмада дорои хусусиятҳои физикӣ-химиявии устувор буда, дар ҳалкунандаҳои органикӣ хуб ҳал мешаванд. Ин хусусиятҳо онҳоро барои таҳқиқи минбаъдаи фаъолиятҳои биологӣ, аз ҷумла таъсири гипохолестеринӣ, антиоксидантӣ ва эҳтимолан зиддиилтиҳобӣ, мувофиқ месозад. Ҳамзамон, чунин пайвастҳо метавонанд ҳамчун як қисми синтези пайвастаҳои мураккабтар, ки дар тиб ва фармасевтика аҳамияти калон доранд, истифода шаванд.

Ин натиҷаҳо аҳамияти амалии бузург доранд, зеро онҳо самаранокии синтези пешниҳодшударо собит намуда, заминаи муҳими таҷрибавӣ барои сохтани як қатор пайвастаҳои нави стероидӣ фароҳам меоранд. Омӯзиши минбаъдаи таъсири биологӣ ва фармакологӣ, инчунин таҳқиқи имконияти истифодаи онҳо дар саноати дорусозӣ ва тибби муосир, барои муайян кардани самтҳои татбиқи амалии ин ҳосилаҳо аҳамияти калидӣ дорад.

Таҳқиқоти минбаъдаи мо ба омӯзиши амиқи гидролиз ва аминсозии таркиб 3 α ,7 β -дигидрокси кислотаи холан равона шудааст, ки қадами муҳиме дар самти таҳияи ҳосилаҳои нави дорои фаъолияти биологӣ ба ҳисоб меравад. Хусусиятҳои химиявии ҳосилаҳои глитсиди кислотаҳои холан то ҳол пурра омӯзиш наёфтаанд, ки ин мавзӯро ҷолиб ва умедбахш мегардонад. Гидролиз имкон медиҳад, ки ҳалқаи эпоксидӣ кушода шавад ва гурӯҳҳои гидроксилӣ ё аминӣ ворид карда шаванд, ки ин ба афзоиши гуногунии кимиёвии молекула ва имконияти идоракунии фаъолияти биологӣ он мусоидат мекунад. Аминсозӣ бошад, яке аз самтҳои асосии тағйир додани молекула ба шумор меравад, зеро ворид

намудани гурӯҳҳои амин метавонад таъсири фармакологиро ба таври назаррас тағйир диҳад – аз беҳтар шудани ҳалшавандагӣ то зиёд шудани ихтиёрияти таъсир ба ҳадафҳои биологӣ.

Таҳлили корҳои солҳои охир нишон медиҳад, ки ҳосилаҳои кислотаҳои холан, махсусан пайвастагиҳои асетил ва глитсидӣ, дорои доираи васеи фаъолияти биологӣ мебошанд. Бисёр тадқиқотҳо қайд мекунанд, ки чунин ҳосилаҳо метавонанд таъсири гипохолестеринӣ, антиоксидантӣ, зиддиилтиҳобӣ ва ҳатто таъсири зидди микробӣ нишон диҳанд. Ин хусусиятҳо имконият медиҳанд, ки чунин пайвастагиҳо ҳамчун асос барои офаридани доруҳои нав дар табобати бемориҳои системаи гепатобилиярӣ, дислипидемияҳо ва бемориҳои илтиҳобии рӯда истифода шаванд.

Бо мақсади муайян кардани имкониятҳои воқеии татбиқи баъзе аз ин ҳосилаҳои бисёрфункционалӣ, санҷишҳои пешакии фармакологӣ ба роҳ монда шудаанд. Дар ин марҳилаи тадқиқот махсусан фаъолияти литолитикии пайвастагиҳо мавриди таваҷҷуҳ қарор дорад, зеро таъсири онҳо ба раванди ҳал шудани сангҳои захра метавонад аҳамияти амалӣ дошта бошад. Омӯзиши фаъолияти литолитикӣ дар моделҳои таҷрибавии ҳайвонот гузаронида мешавад ва параметрҳо, аз қабili динамикаи консентратсияи холестерин дар захра, таркиби кислотаҳои талхаро ва суръати ташаккули комплексҳои ҳалшаванда бо ионҳои калсий ба назар гирифта мешаванд.

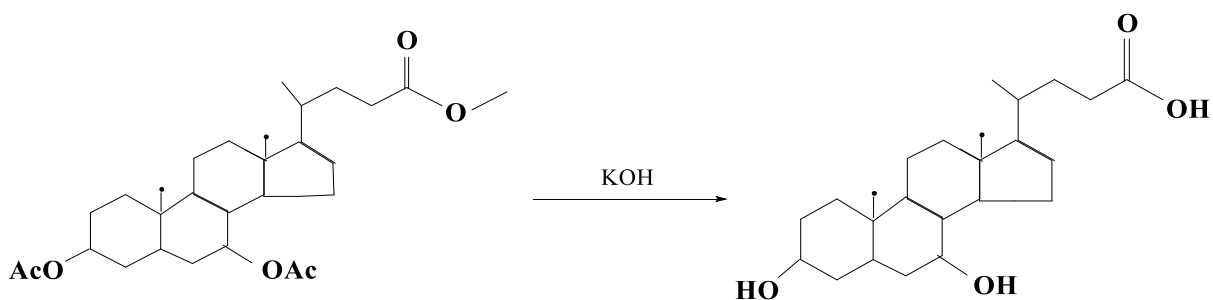
Илова бар ин, дар доираи тадқиқоти минбаъда, нақша гирифта шудааст, ки таъсири гидролизатҳо ва аминокислотаҳои ҳосилшуда ба равандҳои гуногуни метаболикӣ, аз ҷумла синтези липидҳо, мубодилаи холестерин ва фаъолияти ферментҳои асосии ҷигар, таҳлил карда шавад. Ин таҳқиқот имкон медиҳад, ки робитаи сохтор–фаъолият дар молекулаҳои глитсидӣ ва атсетилшудаи кислотаҳои холан амиқтар фаҳмида шавад, ки барои интиҳоби ҳосилаҳои бо самаранокии баланди биологӣ ва заҳролудии паст муҳим аст. Муайян намудани таъсири ин молекулаҳо ба ферментҳо, ки дар мубодилаи липидӣ ва талхаронӣ иштирок мекунанд, метавонад асоси таҳияи пайвастагиҳои дорои таъсири гиполлипидемикӣ ва гепатопротективӣ гардад.

Ҳамин тавр, марҳилаҳои минбаъдаи кор на танҳо ба омӯзиши амиқи реаксияҳои гидролиз ва аминсозӣ равона карда мешаванд, балки инчунин таҳлили фармакологӣ ва биологиро фаро мегиранд. Дар ин раванд, санҷишҳои лабораторӣ ва таҷрибаҳои таҷрибавӣ дар ҳайвонот барои муайян кардани фаъолияти литолитикӣ, гипохолестеринӣ, зиддиилтиҳобӣ

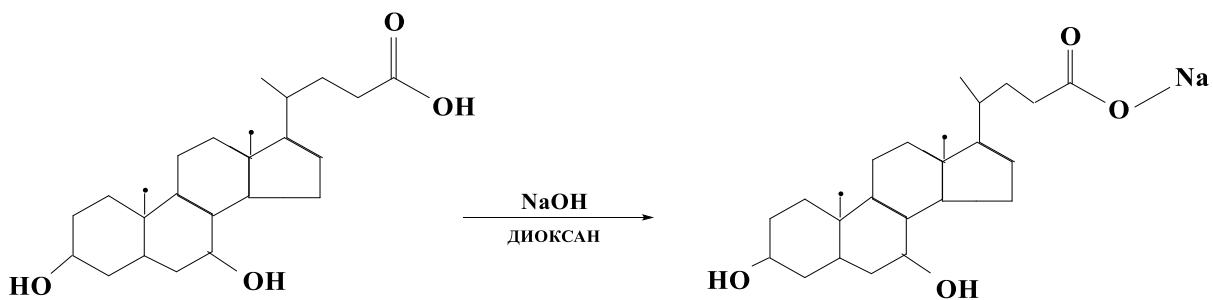
ва эҳтимолан зиддиоксидантии ҳосилаҳо гузаронида мешаванд. Таҳлили ин хосиятҳо имконият медиҳад, ки самтҳои эҳтимолии истифодаи амалии пайвастагиҳо дар тибби муосир ва фармасевтика мушаххас карда шаванд.

Идома додани ин тадқиқот метавонад ба таҳияи насли нави доруҳо асосёфта ба кислотаҳои холан бо доираи васеи таъсири биологӣ мусоидат намояд. Пайвастагиҳои ҳосилшуда, ки хосиятҳои баланди фармакологӣ доранд ва заҳролудии онҳо кам аст, метавонанд ҳамчун моддаҳои ибтидоӣ барои эҷоди табobati инноватсионӣ барои бемориҳои ҷигар, системаи гепатобилиярӣ, дислипидемия ва дигар ҳолатҳои метаболикӣ хизмат намоянд. Инчунин, таҳқиқоти минбаъда метавонад ба муайян кардани механизмҳои молекулярӣ ва фармакокинетикӣ, ки ба фаъолияти биологӣ таъсир мерасонанд, мусоидат кунад ва заминаи илмӣ барои татбиқи амалӣ дар тибби клиникӣ ва истеҳсоли фармасевтикаи замонавӣ фароҳам орад.

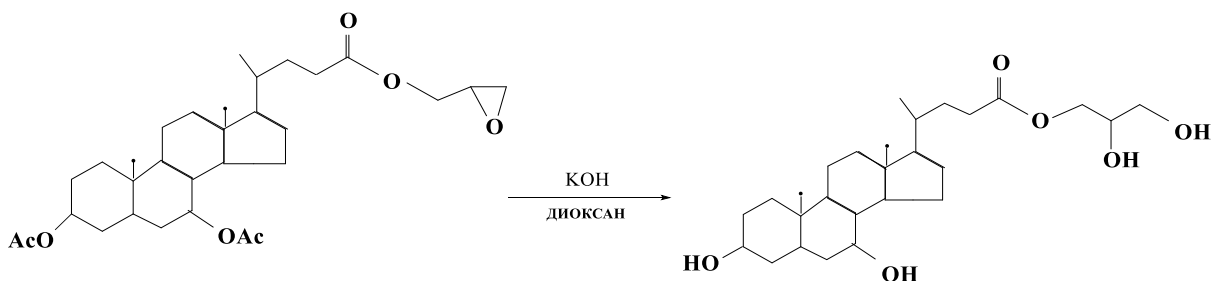
1.



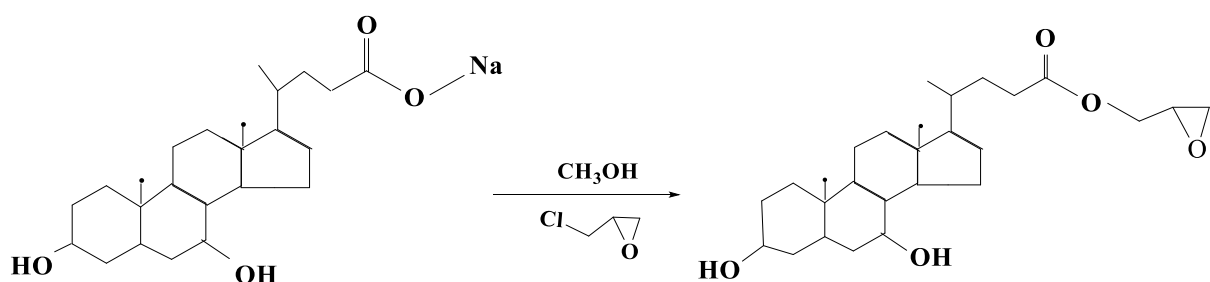
2.



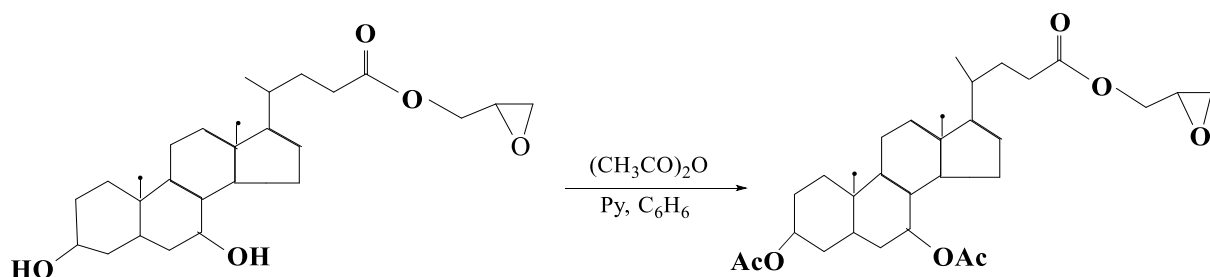
3.



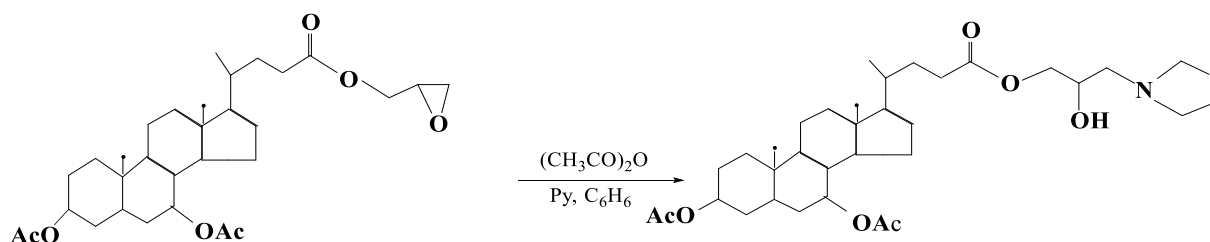
4.



5.



6.



Дар робита ба ин, мо имкони синтез ва омӯхтани эфири гидроксиси 3 α ,7 β -дигидроксии 5 β -холан аз пайваст шавии ибтидоӣ оғоз кардем. Ин марҳила аҳамияти калидӣ дошт, зеро он натанҳо заминаи таҷрибавӣ барои омӯзиши реаксияҳои минбаъда, аз ҷумла гидролиз ва амин созиро фароҳам овард, балки мкониат дод, ки таъсири омилҳои гуногун ба сохти молекулаи кислотаи холанро низ таҳлил намоем. Омӯзиши ҳосилаҳои глитсидӣ ва ацетилӣ дар ин контекст имкон медиҳад, ки равандҳои реаксиониро бо назар дошти таъсири функционалӣ ва фармакологӣ беҳтар фаҳмем ва самтҳои татбиқи амалии пайвастагӣҳоро муайян намоем.

Барои гузаронидани реаксияи гидролиз, бомаҳлули 30%-и гидроксидикалий дар 1,4-диоксан омехта шуд ва реаксия дар ҳарорати ҷӯшиши ҳал кунанда идома ёфт. Ин шароитҳо имкон доданд, ки се гурӯҳи функционалӣ ба таври ҳамзамон гидролизшаванд: гидроксилҳои 3 α ва 7 β ва инчунин гурӯҳи эфири глитсидӣ. Гидролиз ба тадриҷӣ ва бо назорат анҷом дода шуд, то ки аз таъсири шадиди реаксионӣ ё ҳарорат муҳофизати молекула таъмин гардад.

Натиҷаи реаксия омехтаи ҳамвор ва хуб ҳалшаванда ба вуҷуд овард, ки пас аз равандҳои ҷудо кунии стандартӣ, аз ҷумла сардшавӣ ва филтратсия, дар шакли кристаллии сафед ҷудо карда шуд. Ҳосилаҳои кристаллӣ дорои устувории физикӣ-химиявӣ ва ҳалшавандагии хуб дар

муҳитҳои органикӣ мебошанд, ки онҳоро барои таҳлили спектроскопӣ ва омӯхтани хосиятҳои биологӣ мувофиқ месозад.

Ин натиҷа на танҳо самаранокии методикаи интиҳоб шударо исбот мекунад, балки заминаи муҳими таҷрибавӣ барои таҳияи як қатор пайвастаҳои нав бо хусусиятҳои мушаххаси биологӣ фароҳам меорад. Омӯзиши минбаъдаи таъсири биологӣ, аз ҷумла фаъолияти литолитикӣ, гипохолестеринӣ ва эҳтимолан зиддиилтиҳобӣ, метавонад самтҳои татбиқи амалии инҳосилаҳоро дар тибби муосир муайян намояд ва имкониятҳои инноватсионӣ барои таҳияи доруҳои нави асосёфта ба кислотаҳои ҳоланро фароҳам оварад.

Таҳлили спектроскопӣ, аз ҷумла СИ-спектроскопия, РМП¹H ва РМП¹³C, нишон дод, ки сохтори молекулаи маҳсулоти гидролизшуда бо интизорӣ мувофиқ аст ва ҳамаи гурӯҳҳои функционалӣ дуруст ҷифз шудаанд. ИҚ-спектроскопия нишон дод, ки шиддатҳои характери гурӯҳҳои гидроксилӣ ва эфири глитсидӣ ҳанӯз дар мавқеи дуруст мавҷуданд ва аломатҳои тағйирёбии номатлуб, ки метавонанд нишонгари вайроншавӣ ё трансформацияи ғайриистифодашуда бошанд, мушоҳида нашуданд. РМП¹H ва РМП¹³C таҳлили муфассали муҳити протонӣ ва карбонӣ дар молекулаҳо фароҳам овард, ки нишон дод, ки ҳамаи протонҳо ва атомҳои карбон дар мавқеи интизорӣ қарор доранд ва ягон изофа ё камшавии сигналҳо вуҷуд надорад.

Ҳосил шудани кристалҳои сафед ва устувории физикӣ-химиявии онҳо нишон медиҳад, ки реаксия бо самаранокӣ анҷом ёфтааст ва маҳсулот барои таҳлилҳои минбаъда ва омӯзиши хосиятҳои биологӣ, аз ҷумла фармакологӣ ва биохимиявӣ, мувофиқ мебошад. Маҳсулоти ба дастмада дорои ҳалшавандагии хуб дар ҳалқунандаҳои органикӣ ва устувории нисбатан баланд мебошад, ки имконият медиҳад онҳоро барои таҳқиқи таъсири литолитикӣ, гиполипидемӣ ва зиддиилтиҳобӣ ба таври назоратшуда ва бехатар истифода бурд.

Ин натиҷа на танҳо самаранокии методикаи истифодаи гидроксиди калий дар 1,4-диоксанро тасдиқ мекунад, балки ба мо имкон медиҳад, ки марҳилаҳои минбаъдаи таҳқиқот, аз ҷумла аминсозӣ, асетилизатсия ва синтези пайвастагиҳои нави стероидӣ, бо эътимод ва дақиқӣ гузаронида шаванд. Омӯзиши минбаъда метавонад робитаи сохтор-фаъолиятро бо назардошти гурӯҳҳои функционалӣ ва конформасияи молекула муайян кунад, ки барои интиҳоби ҳосилаҳое, ки дорои самаранокии баланд ва захролудии паст мебошанд, аҳамияти калидӣ дорад.

Ҳамзамон, таҳқиқи биологӣ ва фармакологӣ метавонад имконият диҳад, ки таъсири ин пайвастагиҳоро дар моделҳои ҳуҷайравӣ ва ҳайвонот арзёбӣ намоем, ки ин барои татбиқи амалии онҳо дар тибби муосир ва рушди доруҳои асосёфта ба кислотаҳои холан муҳим аст. Инчунин, таҳлили минбаъда метавонад барои эҷоди насли нави доруҳо бо хусусиятҳои васеъ ва таъсири биологӣ мусоидат намояд ва роҳро барои таҳияи стратегияҳои нав дар самти табobati бемориҳои чигар, системаи гепатобилиярӣ ва метаболизми липидҳо боз мекунад.

Дар ин таҳқиқот, марҳилаи аминсозии пайвастагиҳои кислотаи $3\alpha,7\beta$ -дигидрокси 5β -холан на танҳо ҳамчун қадами калидӣ барои тағйир додани гурӯҳҳои функционалии гидроксилӣ амал мекунад, балки имконият фароҳам меорад, ки молекула барои таҳлилҳои минбаъда ва санҷишҳои биологӣ омода гардад. Истифодаи диэтиламин дар муҳити 1,4-диоксан шароити мусоид барои ворид кардани гурӯҳи диетилгидроксиамино ба пайвастагӣ фароҳам овард ва реаксия дар назорати ҳарорат ва муҳити ҳалкунандаи органикӣ гузаронида шуд, то ки самаранокии баланд ва ҳосили мӯътадил ба даст оварда шавад.

Дар натиҷа, маҳсулоти синтезшуда — пропили эфир $3\alpha,7\beta$ -дигидрокси 5β -кислотаи холан — дорои сохтори химиявии устувор ва гурӯҳҳои функционалии ҳифзшуда мебошад. Ин пайвастагӣ имконият медиҳад, ки таъсирҳои минбаъдаи биологӣ ва фармакологиро, аз қабili таъсири литолитикӣ, гиполипидемӣ ва зиддиилтиҳобӣ, ба таври дақиқ омӯзем.

Ҳамзамон, марҳилаи аминсозӣ заминаи муҳими таҳлили спектроскопӣ ва санҷишҳои фармакокинетикӣ фароҳам меорад. Бо таҳлили инфрасурх, $\text{РМП}^1\text{Н}$ ва $\text{РМП}^{13}\text{С}$ сохтори молекула тасдиқ карда мешавад, ки ин барои муайян кардани робитаи сохтор–фаъолият ва оптимизатсияи синтез дар сохтани пайвастагиҳои нави стероидӣ бо хусусиятҳои биологӣ баланд аҳамият дорад.

Илова бар ин, аминсозӣ метавонад самтҳои нави ҳосилшавии пайвастагиҳоро ба вуҷуд орад, ки имконият медиҳад аналогҳои гуногуни функционалии $3\alpha,7\alpha$ -дигидрокси 5β -холан барои тадқиқоти фармакологӣ ва татбиқи тиббӣ омода гарданд. Инчунин, таҳлилҳои минбаъдаи гидролиз ва асетилизатсия метавонанд нишон диҳанд, ки чӣ гуна гурӯҳҳои $-\text{ОН}$ ва $-\text{NH}-$ дар молекула фаъолият мекунанд ва чӣ гуна онҳоро барои таҳияи доруҳои дорои самаранокии баланд ва захролудии паст истифода бурдан мумкин аст.

Ҳамин тавр, аминсозии пайвастагии на танҳо қадами муҳим дар синтези пайвастагиҳои функционалӣ мебошад, балки заминаи муҳими таҷрибавӣ барои омӯзиши фаъолияти биологӣ ва фармакологӣ, инчунин рушди насли нави пайвастагиҳои стероидӣ бо самтҳои амалии васеъро фароҳам меорад.

Ҳамаи ҳосилаҳои синтезшуда, аз ҷумла кислотаи $3\alpha,7\beta$ -дигидрокси 5β -холан ва эфири глитсидӣ, тавассути таҳлили элементӣ, спектроскопияи инфрасурх ва $\text{РМЯ}^1\text{Н}$ ва $\text{РМЯ}^{13}\text{С}$ муайян карда шуданд. Таҳлили элементӣ ва спектри инфрасурх нишон дод, ки дар соҳаҳои $1330\text{--}1360\text{ см}^{-1}$ гурӯҳҳои асетил ($\text{C}(\text{O})\text{OCH}_3$) ва дар $1285\text{--}1240\text{ см}^{-1}$ гурӯҳҳои эфир ($-\text{C}(\text{O})\text{OCH}_3$) мавҷуданд. Ин нишон медиҳад, ки пайвастагиҳо бо самаранокӣ ҳифз шудаанд ва сохтори молекулаи ибтидоӣ вайрон нашудааст.

Дар спектри СИ-и дар соҳаҳои $1670\text{--}1715\text{ см}^{-1}$ мушоҳидашаванда, тасмаҳои азхудкунии хос ба вучуд омадаанд, ки ба мавҷудияти гурӯҳи карбонил ($\text{C}=\text{O}$) дар атоми С-12 ишора мекунанд. Ин нишон медиҳад, ки карбонил дар молекула дуруст ҳифз шудааст ва сохтори молекула мувофиқ бо интизориҳои синтез мебошад.

Ғайр аз ин, гурӯҳҳои гидроксил дар маҳсулот тавассути спектри инфрасурх ба таври возеҳ ошкор карда шуданд. Дар ҳудуди $3125\text{--}3430\text{ см}^{-1}$ тасмаҳои шадиди азхудкунии нур мушоҳида мешавад, ки ҳузури гурӯҳҳои ОН-ро дар молекула нишон медиҳад. Тасмаҳои шадид ва васеъ дар ин минтақаи спектрӣ таъкид мекунанд, ки гурӯҳҳои гидроксил дар мавқеъҳои С-3 ва С-7 устувор ҳастанд ва барои реаксияҳои минбаъдаи химиявӣ ё таҳлилҳои биологӣ мувофиқанд.

Ин маълумот дар якҷоягӣ бо дигар таҳлилҳои спектроскопӣ, аз қабили $\text{РМП}^1\text{Н}$ ва $\text{РМП}^{13}\text{С}$, имкон медиҳад, ки сохтори молекулаи маҳсулот бо боварии баланд тасдиқ карда шавад ва омилҳои физикӣ-химиявӣ ва функционалиҳои он барои таҳқиқоти минбаъда дар самтҳои фармакологӣ ва биологӣ таҳлил шаванд.

Тафсири спектри $\text{РМП}^1\text{Н}$ эфири глитсидии $3\alpha,7\beta$ -дигидрокси 5β -холан имкон дод, ки сохтори молекула бо эътимод муайян гардад ва ҳама гурӯҳҳои функционалӣ дуруст ҳифз шудаанд. Дар спектри $\text{РМП}^1\text{Н}$ сигналҳои синглети $-\text{CH}_3$, ки ба карбонҳои С-18 ва С-19 мансубанд, дар ҳудуди $0,60\text{--}1,08\text{ ҳ.м.}$ мушоҳида мешаванд. Ин сигналҳо нишон медиҳанд, ки гурӯҳҳои метилӣ дар молекула бо муҳити химиявӣ мувофиқ ҷойгир шудаанд ва таҳлили онҳо имкон медиҳад, ки стереохимия ва сохтори асосии скелети стероидӣ бо эътимод тасдиқ карда шавад.

Сигналҳои гурӯҳҳои метини ва метилени ($-\text{CH}-$, $-\text{CH}_2-$) эндосикли ва экзосикли дар диапазони 1,10–2,40 ҳ.м. ба намуди дукарата ва чоркарата (д, м, кв, дд, дм, ддд, дддд) дида мешаванд. Тафсири ин сигналҳо нишон медиҳад, ки молекула сохтори пурраи стероидӣ ва глитсидӣ дошта, гурӯҳҳои $-\text{CH}-$ ва $-\text{CH}_2-$ дар мавқеъҳои муайян устувор ҳастанд. Намуди сигналҳо ва ҷуфтшавии онҳо имконият медиҳанд, ки ҷойгиршавии атомҳои дар скелети молекула аниқ карда шавад, ки барои барқарор кардани сохтори стереохимиявӣ аҳамияти калон дорад.

Ҳузури гурӯҳҳои гидроксил дар ҷойгоҳҳои С-3 ва С-7 стероид ва инчунин $-\text{OH}$ эфири глитсидӣ бо намуди синглети васеъ дар ҳудуди 3,5–4,0 ҳ.м. ошкор гардид. Тавсеаи сигналҳо ва ҷойгиршавии онҳо нишон медиҳад, ки гурӯҳҳои гидроксилӣ бо муҳити химиявӣ комилан ҳамоҳанг шудаанд ва барои вокунишҳои минбаъда, аз ҷумла ацетилизатсия, аминсозӣ ё гидролиз, мувофиқанд.

Илова бар ин, таҳлили $\text{РМП}^1\text{H}$ дар якҷоягӣ бо маълумоти СИ-спектроскопӣ ва $\text{РМП}^{13}\text{C}$ имкон дод, ки сохтори пурраи молекула бо дақиқии баланд тасдиқ карда шавад. Ҳамин тавр, спектроскопияи $\text{РМП}^1\text{H}$ на танҳо мавҷудияти гурӯҳҳои функционалӣ ва метил/метиленро ошкор кард, балки инчунин хусусиятҳои стереохимиявии молекула ва омилҳои конформационӣ ва электронӣ дар муҳити реактивҳоро муайян намуд. Ин маълумот барои таҳлили минбаъдаи биологӣ, фармакологӣ ва татбиқи эҳтимолии амалии пайвастагиҳо аҳамияти калидӣ дорад.

Ҳангоми таҳлили гурӯҳҳои гидроксил дар молекулаҳои пайвастагиҳо мушоҳида карда шуд, ки онҳо дар соҳаҳои $3150\text{--}3480\text{ см}^{-1}$ ҷойгир шудаанд, ки тасмаҳои кашиши гурӯҳҳои OH -ро нишон медиҳанд. Ин нишон медиҳад, ки гурӯҳҳои функционалӣ ҳифз шудаанд ва барои гузаронидани реаксияҳои минбаъда, аз қабili асетилизатсия, гидролиз ва аминсозӣ, мувофиқанд.

Аз таҳқиқоти омӯхташуда бармеояд, ки шароити оптималӣ барои синтези кислотаи $3\alpha,7\beta$ -дигидрокси 5β -холан, эфири глитсидӣ, эфири диасетоксӣ ва пропан-1,2-диоли эфири $3\alpha,7\beta$ -дигидрокси 5β -холан муайян карда шуданд. Ин натиҷаҳо заминаи муҳими таҷрибавӣ барои омӯзиши фаъолияти биологӣ ва фармакологӣ, аз ҷумла таъсири литолитикӣ, гиполипидемӣ ва зиддиилтиҳобӣ, фароҳам меоранд ва ба таҳияи пайвастагиҳои нави стероидӣ бо самаранокӣ баланд ва захролудии паст имкон медиҳанд.

Адабиётҳо:

1. Самандаров, Н.Ю. Получение некоторых сложных эфиров 3 α ,7 β -дигидроксихолановой кислоты./ Н.Ю. Самандаров, А.Х. Кадыров, С.И. Раджабов // Вестник ТНУ, №1/1 (102),2013г. Душанбе. С. 142-144.
2. Самандаров, Н.Ю. Разработка состава и фармако-биохимические исследования холеритических свойства настойки из растительных экстрактов / Самандаров Н.Ю. //Науки и инновация 2021 №4 стр 64-69.
3. Tu, N. Bile acid conjugates of a nonsteroidal glucocorticoid receptor modulator./ N. Tu [et al]. //Bioorg. Med. Chem. Lett.-2004. –vol.14. –p.4179-4183.
4. Paschke, R. New organotropic compounds. Synthesis characterization and reactivity of Pt (II) and Au (III) complexes with bile acids: DNA interactions and «in vitro» anticancer activity. / R. Paschke [et al] //J. Inorg. Biochem. -2003. –vol. 94.–p. 311-320.
5. Кадыров, А.Х. Синтез, свойства веществ растворяющие холестериновые камни желчного пузыря на основе некоторых стероидов и доугих кислот. /А.Х. Кадыров, К.Х. Хайдаров, З.Д. Назарова //Вестник Авиценны, Душанбе, 2006, т. 1-2, -с. 339-345.
6. Samandarov, N. Yu. Synthesis and study of the structure of 1-beta-d-ribofuranosyl-1h-1,2,4-triazole-3-carboxamide in combination wttth cholic acid. /N.Yu.Samandarov, I.Alimov, F.Makhamadiev, Sh.Olimova//“Путь науки” №10 (104) 2022 стр16-19.
7. Кадыров, А.Х. Синтез сложных эфиров 3 α ,12 α – дигидроксихолановой кислоты и их продуктов ацилирования. / А. Х. Кадыров, З. Д. Назарова, М. П. Султонмамадова. // Журнал научных публикации аспирантов и докторантов JSSN, 1991-3087, №7 2012. с. 107-110.
8. Муродова, М.М. Модификационный синтез некоторых производных холановых кислот. /М.М. Муродова, А.Х. Кадыров, З.Д. Назарова, Хайдаров К.Х.// Докл. АН РТ, 2006, т.49, № 10-12. с.933- 938
9. Самандаров, Н.Ю., Синтез исследование изопропиловых эфиров холановых кислот. /Н.Ю. Самандаров, С.М. Абдуллозода, А.Х. Кодиров, Х.С. Рахимова// “Наука и мир”№3 2020г. г. Волгоград. РФ.
10. Патент РТ № TJ 583. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан от 2013г. А.Х. Кадыров, Г.К.Мироджов, Б. Х. Махкамова Н.Ю. Самандаров, М, П. Султонмамадова, М.К. Абдурахимова, М.П. Султонмамадова Пропан-

1,2- -диолвый эфир 3 α ,7 β –дигидроксихолановой кислоты в качестве холелитической и гипохолестеринимическое средства.

11. *Кадыров, А.Х.* Синтез, свойства пропан -1,2-диоловых эфиров холановых кислот / *А.Х.Кадыров, Н.Ю.Самандаров, Ш.А. Кодиров* //Материалы республиканской конференции: «Состояние химической науки её преподавание в образовательных учреждениях республики Таджикистан» Душанбе-2015. Стр.99-104.
12. *Кодиров, А.Х.*, Синтез пропан-1,2 диоловых эфиров холановых кислот / *А.Х. Кодиров, И.В. Заварзин, Н.Ю. Самандаров, Ш.А. Кодиров,* //Вестник ТНУ JSSN 2413-452// ¼ (216) 2016 с. 231-234.
13. *Самандаров, Н.Ю.* Синтез и некоторые холитиические свойства нового аналогов урсодезоксихолеваия кислоты «Пропан -1,2-диолового эфира» / *Н.Ю.Самандаров* // Международный научный журнал «Вестник науки» №4 (49) Т.1
14. *Parry, G.J.* Safety, tolerability and cerebrospinal fluid penetration of ursodeoxycholic acid in patients with amyotrophic lateral sclerosis // *G.J. Parry, C.M. Rodriguez M.M. Aranha et.al.* //Cein // Neuropharmacol 2010, Vol. 33, # 1. P.-17-21.
15. *Самандаров, Н.Ю.* Синтез ва омўзиши сохтори рибоверин бо кислотаи холан. / *Н.Ю. Самандаров* // Илм ва фановарӣ 2022 №3 стр 176-182.
16. *Samandarov, N.Yu.* Synthesis and study of the structure of 1-beta-d-ribofuranosyl-1h-1,2,4-triazole-3-carboxamide in combination with cholic acid. /*N.Yu.Samandarov, I.Alimov, F.Makhamadiev, Sh.Olimova*//“Путь науки” №10 (104) 2022 стр16-19.
17. *Rainar P.P. Et.al,* Bile acids induce arrhythmias in human atrial myocardium – implications for serum bile acid composition in patients with atrial fibrillation / *P.P. Rainar U. Primessing, S.Harenkamp*// Heart – 2013-Vol. 99, N.22-P. 1685-1692.
18. *Taylor D.R. et.al.* Urine bile acids relate to glucose control in patients with type 2 diabetes mellitus and body mass index below 30kg/m² / *D.R. Taylor J. Zadeh, G.F.Cross* //Plos One -2014-Vol. 9, N4. P. 93-540.
19. *Fischer B., Et,al,* Cholestatic liver disease in adults may be due to an inherited defect in bile acid biosynthesis / *B.Fischer, K.Bodin, H.Stjerman,*// J.Intern. Med. -2007-Vol. 262 P.254-262.
20. *Samandarov, N.Yu.* Influence of ursofalc and ursoslit on changes in the content of bile acids in patients with metobolic syndrome /*Z.J. Nazarova, I.V. Shcheglova, B.Sh. Gafurova, N.Yu. Samandarov, I.Z. Alimov.*SCIENCE AND WORLD International scientific journal. Наукиииновация 2022 №12 стр10-12.

21. Самандаров Н.Ю. Синтез и свойства некоторых производных холановых кислот. / Самандаров Н.Ю., Муродова М.М. Кадиров А.Х. Кадиров Ш.А. Вестник Таджикского национального Университета. – Душанбе: Сино, 2021. – №1/2. – С. 168-171.

СИНТЕЗ ВА МОДИФИКАТСИЯИ КИСЛОТАИ ХОЛАН ВА ОМУЗИШИ ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКО ХИМИЯВИИ ОНҲО

Фишурда. Дар мақолаи мазкур тадқиқоти ҳамаҷониба ба омӯзиши хосиятҳои химиявии кислотаҳои холан ва пайвастагиҳои стероидии таҳти таъсири онҳо равона шудааст. Ин таҳқиқот аҳамияти калидӣ дорад, зеро кислотаҳои холан ҳамчун платформаи асосӣ барои синтез кардани моддаҳои биологӣ ғаёб хизмат мекунамд. Ҳадафи асосии кор ин таҳияи методикаҳои синтези пайвастагиҳои нави стероидӣ бо гурӯҳҳои функционалии ғаёб, аз ҷумла карбоксилӣ ва гидроксилӣ, ва омӯзиши рафтори онҳо дар шароити гуногуни химиявӣ мебошад.

Дар доираи тадқиқот реаксияҳо дар қисматҳои карбоксилӣ ва гидроксилӣ молекулаи кислотаи холан мавриди омӯзиш қарор гирифтанд. Омӯзиши фарогирӣ ва реаксионӣ гурӯҳҳои функционалӣ имкон дод, ки пайвастагиҳои нави эфири, ацетил ва аминсозишавандаро синтез намоем. Ин пайвастагиҳо, аз рӯи сохтори молекулавӣ ва хусусиятҳои физикӣ-химиявӣ, барои истифодаи минбаъда ҳамчун молекулаҳои ибтидоӣ дар таҳияи агентҳои литолитикӣ, зиддиилтиҳобӣ, зиддимикробӣ ва дигар воситаҳои биологӣ мувофиқанд.

Ҳамзамон, дар тадқиқот истифодаи усулҳои спектроскопӣ, аз қабили СИ-спектроскопия, РМП ^1H ва РМП ^{13}C ва усулҳои хроматографӣ имкон дод, ки сохтори молекулаҳо бо дақиқӣ муайян карда шуда, дараҷаи тозагии онҳо арзёбӣ гардад. Таҳлили спектроскопӣ нишон дод, ки гурӯҳҳои карбоксилӣ ва гидроксилӣ дар ҷойгоҳҳои муайян ҳифз шудаанд ва сохтори стереохимиявӣ устувор аст. Ин маълумот барои омӯхтани робитаи сохтор–ғаёбият ва пешгуи хосиятҳои биологӣ аҳамияти калон дорад.

Илова бар ин, натиҷаҳои ба дастмада нишон медиҳанд, ки пайвастагиҳои синтезшуда метавонанд ҳамчун молекулаҳои ибтидоӣ барои таҳияи маводи доруворӣ бо таъсири фармакологӣ махсус истифода шаванд. Масалан, имконият барои таҳия кардани моддаҳои литолитикӣ барои тадқиқи таъсири онҳо ба системаи гепатобилиярӣ, пайвастагиҳои зиддиилтиҳобӣ барои истифодаи клиникӣ ва агентҳои зиддимикробӣ мавҷуд аст. Ҳамин тавр, тадқиқот ҳам барои таҳқиқоти фундаменталӣ дар

соҳаи химияи стероидҳо ва ҳам барои татбиқи амалии онҳо дар тиб ва биотехнология заминаи устувор фароҳам меорад.

Дар маҷмӯъ, ин мақола на танҳо методикаҳои синтез ва таҳлили пайвастагиҳои кислотаҳои холанро пешниҳод мекунад, балки самтҳои эҳтимолии татбиқи биологӣ ва фармакологии онҳоро низ нишон медиҳад. Омӯзиши минбаъда метавонад ба рушди насли нави моддаҳои дорувории асосёфта ба кислотаҳои холан бо доираи васеи таъсири биологӣ мусоидат намояд.

Калидвожаҳо: синтез, эфирҳо, стероидҳо, кислотаҳои холанӣ, таркиби кислотаҳои $3\alpha,7\beta$ -дигидрокси- 5β -холанӣ, доруҳо, равандҳои биохимиявӣ, стероидҳои синтезшуда, ҳосилаҳои нави кислотаҳои холанӣ.

СИНТЕЗ И МОДИФИКАЦИЯ ХОЛАНОВОЙ КИСЛОТЫ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Аннотация. В данной статье проводится комплексное исследование химических свойств $3\alpha,7\alpha$ -дигидрокси- 5β -холановой кислоты, которая выступает важной исходной молекулой для синтеза стероидных соединений с высокой биологической активностью. Основная цель работы заключалась в разработке методов синтеза соединений с функциональными группами 2-оксо-4-амино в комбинации с холановой кислотой, а также в детальном анализе реакций, протекающих в карбоксильной и гидроксильной частях молекулы.

В процессе исследования были изучены различные подходы к модификации молекулы холановой кислоты, включая ацетилирование, эфирификацию и аминирование, что позволило получить ряд новых соединений с потенциальной фармакологической ценностью. Каждое из синтезированных соединений было подвергнуто тщательному спектроскопическому анализу, включающему инфракрасную спектроскопию (ИК), ЯМР¹H и ЯМР¹³C, что позволило подтвердить структуру молекулы, наличие карбонильных и гидроксильных групп, а также оценить стереохимическую устойчивость. Хроматографические методы обеспечили определение степени чистоты веществ и выявление побочных продуктов реакции, что является критически важным для дальнейшего биологического тестирования.

Результаты исследования показали, что синтезированные соединения могут служить в качестве исходных молекул для создания литолитических агентов, противовоспалительных и противомикробных препаратов, а также других биологически активных соединений. Особое внимание уделялось влиянию модификаций на функциональные группы — гидроксильные и карбоксильные, что позволяет предсказывать их реакционную способность и потенциальную биологическую активность.

Таким образом, данная работа не только расширяет знания о химических свойствах 3 α ,7 β -дигидрокси-5 β -холановой кислоты и её реакционной способности, но и формирует основу для целенаправленного синтеза стероидных соединений с возможностью точной модификации функциональных групп. Это открывает перспективы разработки новых фармакологически ценных соединений с высокоспецифическими биологическими эффектами и потенциальным применением в медицине, биотехнологии и фармакологии.

Ключевые слова: Синтез, сложные эфиры, стероиды, холановые кислоты, 3 α , 7 β -дигидрокси-5 β -холановые кислоты, лекарственные средства, биохимические процессы, синтезированные стероиды, различные производные холановых кислот.

SYNTHESIS AND MODIFICATION OF CHOLANIC ACID AND STUDY OF THEIR PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES

Annotation. This article presents a comprehensive study of the chemical properties of 3 α ,7 α -dihydroxy-5 β -cholanolic acid, which serves as an important starting molecule for the synthesis of steroid compounds with high biological activity. The main objective of the work was to develop methods for synthesizing compounds with 2-oxo-4-amino functional groups in combination with cholanolic acid, as well as to perform a detailed analysis of the reactions occurring in the carboxyl and hydroxyl regions of the molecule.

During the study, various approaches to the modification of the cholanolic acid molecule were explored, including acetylation, etherification, and amination, which made it possible to obtain a series of new compounds with potential pharmacological value. Each synthesized compound underwent thorough spectroscopic analysis, including infrared spectroscopy (IR), ^1H NMR, and ^{13}C NMR, which allowed for the confirmation of molecular structure, the identification of carbonyl and hydroxyl groups, as well as the evaluation of stereochemical stability. Chromatographic methods were employed to determine the purity of the substances and to detect by-products of the reactions, which is critically important for further biological testing.

The results of the study demonstrated that the synthesized compounds can serve as starting molecules for the development of litholytic agents, anti-inflammatory and antimicrobial drugs, as well as other biologically active compounds. Special attention was given to the influence of modifications on functional groups — hydroxyl and carboxyl — which makes it possible to predict their reactivity and potential biological activity.

Thus, this work not only expands our understanding of the chemical properties of 3 α ,7 α -dihydroxy-5 β -cholanolic acid and its reactivity but also lays the foundation

for the targeted synthesis of steroid compounds with precisely modifiable functional groups. This opens up prospects for the development of new pharmacologically valuable compounds with highly specific biological effects and potential applications in medicine, biotechnology, and pharmacology.

Key words: Synthesis, esters, steroids, cholanic acids, esterification reaction, 3α , 7β -dihydroxy- 5β -cholanic acids, drugs, biochemical processes, synthesized steroids, various derivatives of cholanic acids.

Сведения об авторах:

Самандарзода Насрулло Юсуф – д.х.н., Республиканский научно-клинический центр урологии и кафедры ЛД ТГМУ им. Абуали ибн Сино. **Адрес:** 734025, Республика Таджикистан. Душанбе, проспект Рудаки, 139. **Телефон:** (+992) 937-30-33-50. **E-mail:** nasrullo.samandarov@mail.ru.

Маҳмадализода Фозилджон Махмадалиевич - соискатель кафедры ЛД ТГМУ им. Абуали ибн Сино. **Адрес:** 734025, Республика Таджикистан. Душанбе, проспект Рудаки, 139. **Телефон:** (+992) 937-30-33-50;

Махкамова Бихамида Хусеновна дотсент кафедры ЛД, НИИ фундаментальной медицины ТГМУ им. Абуали ибн Сино. **Адрес:** 734025, Республика Таджикистан. Душанбе, проспект Рудаки, 139. **Телефон:** (+992) 937-30-33-50;

Мирзоева Наргис Махмадалиевна – ассистент кафедры ЛД ТГМУ им. Абуали ибн Сино. **Адрес:** 734025, Республика Таджикистан. Душанбе, проспект Рудаки, 139. **Телефон:** (+992) 937-30-33-55;

Гафуров Мирзо Устоевич – к.м.н., дотсент кафедры урологии ЛД ТГМУ имени Абуали ибни Сино. **Адрес:** 734025, Республика Таджикистан, проспект Рудаки, 139. **Телефон:** (+992) 937-30-33-50;

Исмоилзода Ситораи Содик к.х.н., заведующая лаборатории НИИ ТНУ. **Адрес:** 734025, Республика Таджикистан. Душанбе, проспект Рудаки, 17. **Телефон:** (+992) 937-30-33-50. **E-mail:** sitoraismailzade@gmail.com.

Маълумот дар бораи муаллифон:

Самандарзода Насрулло Юсуф – д.и.х. – Маркази ҷумҳуриявӣ илми-клиникӣ урологӣ, ва кафедраи ТКО ДДТТ ба номи Абуали ибни Сино. **Суроға:** 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 139. **Телефон:** (+992) 937-30-33-50. **E-mail:** nasrullo.samandarov@mail.ru

Маҳмадализода Фозилҷон Маҳмадалиевич – унвонҷуӣ кафедраи ТКО ДДТТ ба номи Абуали ибни Сино. **Суроға:** 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 139. **Телефон:** (+992) 937-30-33-50.

Махкамова Бихамида Хусеновна – н.и.х., дотсенти кафедраи ТКО, Пажӯишгоҳи тиббӣ бунёди ДДТТ ба номи Абуали ибни Сино ИИТ ДМТ. **Суроға:** 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 139. **Телефон:** (+992) 068979799

Мирзоева Наргис Маҳмадалиевна – ассистенти кафедраи ТКО ДДТТ ба номи Абуали ибни Сино, ММПУ ва БИ **Суроға:** 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 139. **Телефон:** (+992) 989191941.

Ғафуров Мирзо Устоевич – н.и.т., дотсенти кафедраи урологияи Донишгоҳи давлатии тиббии Тоҷикистон ба номи Абӯалӣ ибни Сино. **Суроға:** 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 139. **Телефон:** (+992) 937-30-33-50

Исмоилзода Ситораи Содик - н.и.х., мудири озмоишгоҳи ИИТ ДМТ. **Суроға:** 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон. Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17. **E-mail:** sitoraismailzade@gmail.com. **Телефон:** (+992) 918-18-83-94.

Information about the authors:

Samandarzoda Nasrullo Yusuf – Doctor of Chemical Sciences, Republican Scientific and Clinical Center of Urology and Department of LD, Avicenna Tajik State Medical University. **Address:** 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 139. **Phone:** (+992) 937-30-33-50. **E-mail:** nasrullo.samandarov@mail.ru.

Mahmadalizoda Foziljon Mahmadalievich – Applicant of the Department of LD, Avicenna Tajik State Medical University. **Address:** 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 139. **Phone:** (+992) 937-30-33-50

Makhkamova Bikhmidia Khusenovna – Associate Professor of the Department of LD, Research Institute of Fundamental Medicine, Avicenna Tajik State Medical University. **Address:** 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 139. **Phone:** (+992) 937-30-33-50

Mirzoeva Nargis Mahmadalievna – Assistant of the Department of LD, Avicenna Tajik State Medical University. **Address:** 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 139. **Phone:** (+992) 937-30-33-55

Gafurov Mirzo Ustoevich – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Urology, LD Faculty, Avicenna Tajik State Medical University. **Address:** 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 139. **Phone:** (+992) 937-30-33-50

Ismoilzoda Sitara Sodik – Candidate of Chemical Sciences, Head of the Laboratory, Research Institute of TNU. **Address:** 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 17. **Phone:** (+992) 937-30-33-50. **E-mail:** sitoraismailzade@gmail.com

Муқарриз: Раҷабзода С.И. – д.и.х., профессор,
директори Институти илмию таҳқиқотии ДМТ

**СИНТЕЗ И РЕНТГЕНОФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ПРОДУКТОВ
ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА
AlV0.1 С ГАЛЛИЕМ, ИНДИЕМ И ТАЛЛИЕМ**

Рахмонзода М. Ф., *Ганиев И.Н., *Окилов Ш.Ш.,

***Джайлоев Дж.Х., **Сафаров Б.С.**

Дангаринский государственный университет

***Институт химии им. В.И. Никитина НАНТ**

****Таджикский технический университет им. М.С. Осими**

Введение

Алюминий и сплавы на его основе являются конструкционными и проводниковыми материалами и нашли широкое применение в электротехнике. Для алюминия, как проводникового материала, характерны такие характеристики, как тепло- и электропроводность, так как он является вторым наиболее широко технически применяемым металлом (на первом месте находится медь). Кроме того, известно, что у алюминия низкая плотность, высокая коррозионностойкость в атмосферных условиях, а также ему характерна высокая стойкость к воздействию агрессивных химических элементов и химических веществ [1-3].

Использование алюминия и его сплавов в качестве материала для коммутационных аппаратов, мачт линий электропередач, корпусов электродвигателей, выключателей и т.д. регламентируется особыми предписаниями или общими правилами конструирования. Использование алюминия, как проводникового материала является экономически целесообразным, так как его цена на рынке значительно уступает цене меди. Кроме того, цена алюминия практически не меняется на протяжении многих лет, то есть остаётся стабильной [4,5].

Ванадий вводят в сплавы с помощью лигатур, которые получают двумя основными способами: сплавлением чистых компонентов и восстановлением легирующего металла из его соединений [6].

В литературе имеются сведения о влиянии добавки ванадия на различные свойства алюминия. В справочнике [7] сообщается, что увеличение удельного электросопротивления в пределах области растворимости ванадия в алюминий причем прирост составляет $0,4 \div 0,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ от каждого вводимого 0,1%V. Описана температурная зависимость электросопротивления. Магнитная восприимчивость при добавке в сплав алюминия 1,0% V уменьшается на 15%. Добавка ванадия существенно не повышает механические свойства наблюдается небольшой прирост прочности от малых присадок ванадия вероятно, вследствие измельчения зерна. Повышение жаропрочности объясняется, по-видимому, присутствием тонкодисперсной окиси. Каждый

вводимый 1% V увеличивает модуль упругости на 2250 Мн/м². Ванадий способствует повышению температуры рекристаллизации алюминия. Упрочняющие старение пересыщенных сплавов Al-V (полученных методом закалки из жидкого состояния) происходит только при повышенных температурах [7].

Галлий –обычная примесь бокситов; технические алюминий содержит до 0.01 мас. % Ga. Полагают, что влияние галлия в таком количестве на свойства алюминия незначительно, так что сплавы даже не проверяют на содержании галлия. Представляют интерес полупроводящие свойства соединения As (GaAl), а сплавы системы Ga-In-Sn применяют в качестве смазки при механической обработке алюминия. В соответствии с большинством сообщений галлий и алюминий образуют простую эвтектическую систему с эвтектической точки, близкой к стороне галлия на диаграмму состояния, при 98% Ga и 26,5⁰C. Растворимость галлия в твердом алюминии составляет примерно 15-10% при эвтектической температуре; растворимость алюминия в галлии незначительно. В неравновесных условиях, полученных результате быстрого охлаждения, растворимость галлия повышается до 75% и образуются метастабильные фазы. Изучены термодинамические свойства сплавов, структура сплавов. Электросопротивление повышается линейно до значения $2,87 \cdot 10^{-8}$ Ом·м при концентрации 2,27% Ga и достигает максимума при 85% Ga. Расчётные значения электросопротивления расплавов недостаточно точны. Магнитная восприимчивость несколько уменьшается. Поверхностное натяжение алюминия при введении добавок галлия уменьшается [7].

Алюминий и индий ограниченно растворяются в жидком состоянии, монотектическая точка наблюдается при ~637⁰C и область несмешиваемости простирается от 12-21% до 88-94% In при монотектической температуре. Критическая точка расположена приблизительно при 68,8% In и 947⁰C. Эвтектическая точка со стороны индия отвечает концентрации 99,95% при 155⁰C. Растворимость индия в алюминии в твёрдом состоянии понижается с 0,17% при монотектической температуре до 0,07% при 527⁰C [7].

При увеличении содержания индия электросопротивление повышается и достигает значения 2,7-10~8 Ом-м; при 4% In повышение электропроводности расплавов также невелико. Магнитная восприимчивость практически не меняется при введении индия в количествах, не превышающих предел растворимости. Предел текучести закалённых и состаренных сплавов увеличивается вплоть до концентрации 0,10% In. Поверхностное натяжение жидкого индия на твёрдом поликристаллическом алюминии составляет 0,6-0,7 Н/м, двугранный угол между твёрдым алюминием и жидким индием составляет 90⁰ в интервале температур 327-627⁰C. Индий незначительно влияет на коррозионную стойкость алюминия.

Добавки таллия существенно не влияют на поверхностное натяжение и жидкотекучесть алюминия [7].

Рентгенофазовый анализ – это метод, применяемый для определения фазового состава веществ, включая продукты окисления металлов, таких как алюминий. При окислении алюминия основным продуктом является оксид алюминия, но его структура и фазовый состав могут варьироваться в зависимости от условий окисления.

Целью настоящей работы является исследование влияния добавок галлия, индия и таллия на продуктах окисления алюминиевого проводникового сплава AlV0.1.

Исследования фазового состава продуктов окисления сплавов

Для определения вида и состава кристаллических фаз, присутствующих в природных и синтезированных материалах, широкое распространение находят рентгеновские методы исследования. С помощью рентгенофазового анализа (РФА) исследуется качественный и количественный состав материалов, определяются параметры элементарной ячейки кристаллических веществ, рассматриваются твёрдые растворы и превращения, которые происходят в материалах под влиянием температуры и давления. Фазовый рентгеновский анализ осуществлялся при помощи дифрактометра ДРОН-3, оснащенного компьютером. Качественный фазовый состав определялся сопоставлением штрих-кодов, соответствующих им межплоскостным расстоянием d_{hkl} подобных характеристик известных веществ. Съёмка проводилась в излучении $\text{CoK}\alpha$ ($\lambda=1,7902\text{\AA}$), при напряжении анода 30кВ, силе тока 30мА и интервале углов 2θ от 5 до 150°. Исследование фазового состава продуктов окислений сплава AlV0.1 с галлием, индием и таллием проводилось на установке, схема которой представлена на рис. 1.

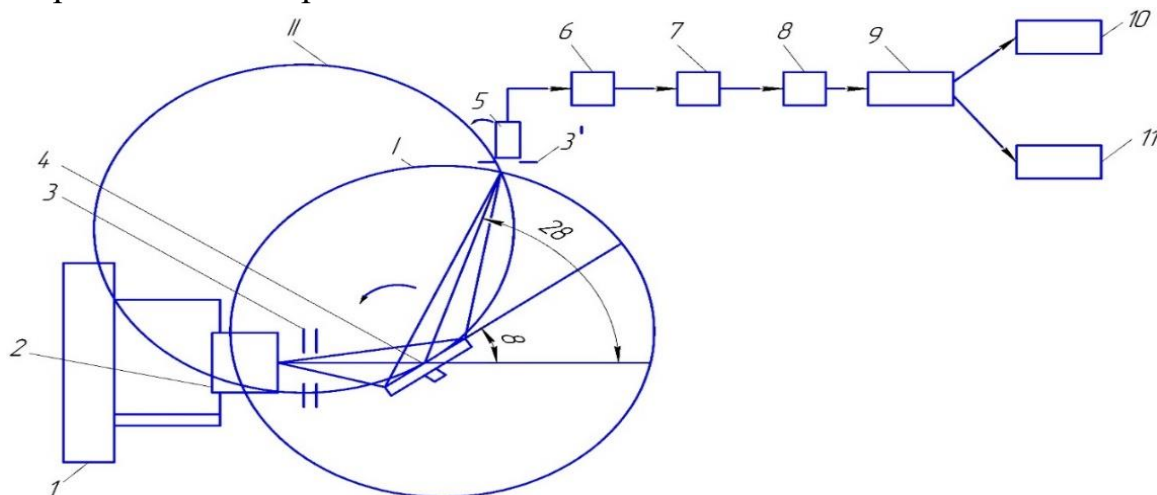


Рис. 1. Принципиальная схема дифрактометра ДРОН-3

Образец 4 находится в центре окружности I, по которой движется счетчик 5 и на которой также находится рентгеновская трубка. Он вращается одновременно со счетчиком таким образом, чтобы его поверхность все время

была касательной к окружности фокусировки II, на которой находится фокус рентгеновской трубки, центр образца и входная щель счетчика [8-10].

Разность потенциалов между электродами рентгеновской трубки 2 создается с помощью генераторного устройства 1. Рентгеновское излучение, пройдя через две диафрагмы 3 и 3* и отразившись от образца 4, попадает в счетчик 5, где преобразуется в излучение видимой области. После преобразования светового сигнала в электрический и его усиления, осуществляемых с помощью фотоэлектронного умножителя 6 и усилителя 7, в дискриминаторе 8 отделяются импульсы, не отвечающие характеристическому излучению. Прошедшие дискриминатор импульсы регистрируются пересчетной схемой 9 и записываются с помощью АЦП и компьютера 10 (самописца на диаграммную ленту). С помощью интенсиметра 11 показывается также значение интенсивности отраженного рентгеновского излучения, пропорциональное количеству его квантов.

Целью метода является получение дифракционной картины путем изменения ориентировки кристалла или падающего пучка, или же с помощью сплошного спектра.

Исследуемые порошкообразные образцы готовились в агатовой ступке. Далее для снятия дифрактограммы исследуемый порошок засыпали на поверхность каретки тонким равномерным слоем. Фазовый состав продуктов окисления определялся на основе сопоставления экспериментальных значений межслоевого расстояния, а также интенсивности и Береговских углов с теоретически рассчитанными.

Тройные сплавы, т.е. алюминиевый проводниковый сплав AlV0.1 с галлием, индием и таллием получали в шахтной лабораторной печи сопротивление типа СШОЛ при температуре 750-800 °С. Содержание галлия, индия и таллия в сплавах варьировалось в пределах 0.01-1.0 мас.%. Металлический ванадий вводился в алюминиевый расплав с помощью лигатуры Al+1.0 мас. %V полученного из алюминия марки А5 99,5% (ГОСТ 11069), ванадия марки 99,9% ВнМ-1 (26473.13-85), Гл-0 99,99% (ТУ 95-824-88), Ин0000 99,9999% (ГОСТ 10297-94) и Тл0000 99,9999% (ГОСТ 18337-80). Полученные сплавы, подвергались химическому анализу в Центральной заводской лаборатории Таджикской алюминиевой компании ОАО «ТАЛКо» (г. Турсунзаде, Респ. Таджикистан). В качестве примера на рис. 2 представлен фотография образца алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с 1.0 мас. % галлием, индием и таллием.

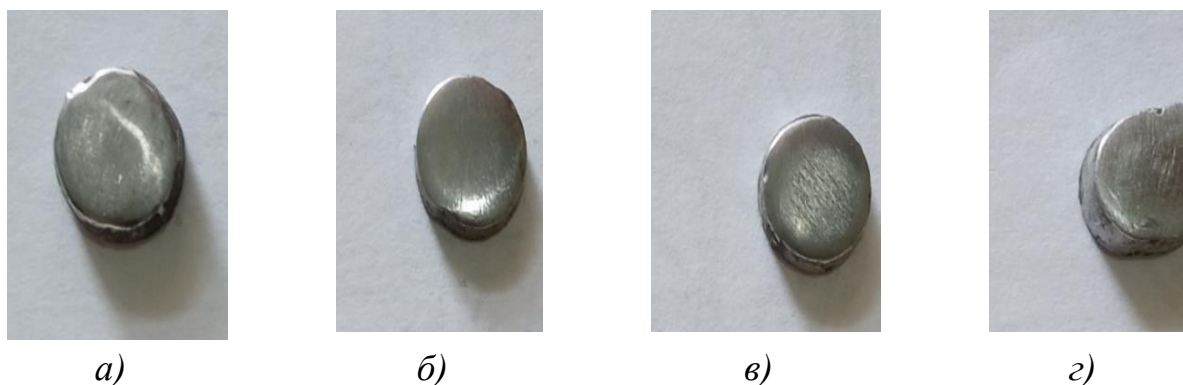
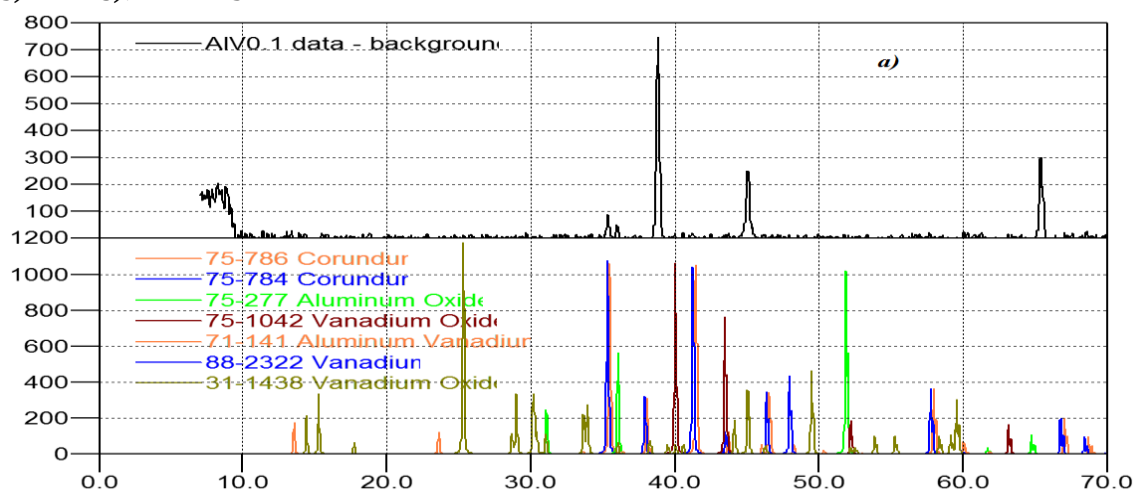


Рис. 2. Образы из алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с 1.0 мас. % галлием, индием и таллием для рентгенофазового анализ

Дифрактограммы продуктов окисления, образующиеся при окислении алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с галлием, индием и таллием, исследованы методом рентгенофазового анализа и представлены на рис. 3. По результатам рентгенофазового анализа продуктов окисления сплавов установлено, что при окислении образуются оксиды следующих составов:

- для исходного алюминиевого проводникового сплава AlV0.1- Al_2O_3 ; Al_2O_3 ; $\text{VO}_{0.532}$; V_5Al_8 ; VO_2 .
- для алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с галлием – $\text{V}_{51.61}\text{O}_{64}$; Ga_2O_3 ; VO_2 .
- для алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с индием – In_2O_3 ; VO_2 ; Al_2O_3 .
- для алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с таллием – VO_2 ; $\text{Tl}((\text{VO}_3)\text{V}_2\text{O}_5)$; TlVO_3 .



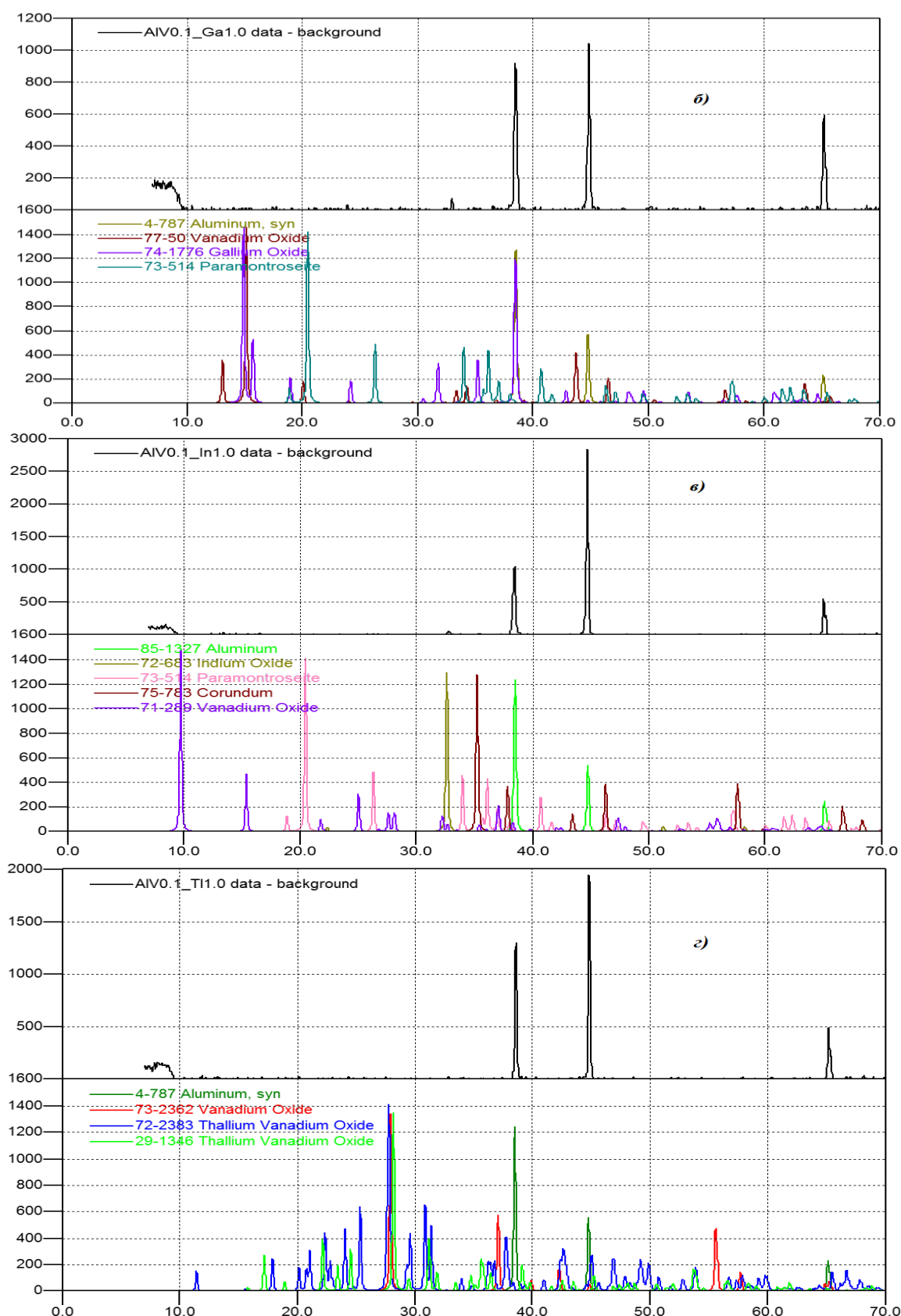


Рис. 3. Дифрактограммы продуктов окисления алюминиевого проводникового AlV0.1 (а) с галлием (б), индием (в) и таллием (г)

Как известно, легирующие элементы и примеси существенно влияют на кинетику окисления сплавов, состав оксидной пленки, что определяется

физико-химическими свойствами элементов и их концентрацией в сплаве. Окисляемость сплавов увеличивают элементы с соотношением Пиллинга и Бедворса: $V_{\text{ок}}/V_{\text{ме}} < 1$, где $V_{\text{ок}}$ - молекулярный объем оксида; $V_{\text{ме}}$ - объем металла, затраченного на образование оксида.

Особенно это заметно проявляется, если элемент является поверхностно-активным, обладает высоким давлением пара и большим сродством к кислороду. На состав оксидной пленки сильно влияют металлы с свободной энергией образования оксидов, большей соответствующей энергии оксида сплавообразующего элемента отнесенной к молю кислорода. К таким металлам относятся щелочные металлы, которые имеют соотношение Пиллинга-Бедворса меньше 1 и являются поверхностно-активными.

В нашем случае оксиды галлия, индия и таллия входя в состав продуктов окисления алюминиевого проводникового AlV0.1 нарушают сплошность оксидной плёнки основного металла – алюминия.

Выводы

Рентгенофазовый анализ представляет собой важный метод в области материаловедения и химии, направленный на изучение кристаллических структур. Рентгенофазовым методом показано, что продукты окисления алюминиевого проводникового AlV0.1 с галлием, индием и таллием состоят из оксидов: Al_2O_3 ; Al_2O ; V_5Al_8 ; VO_2 ; $\text{V}_{51.61}\text{O}_{64}$; Ga_2O_3 ; VO ; $\text{Tl}((\text{VO}_3)\text{V}_2\text{O}_5)$; TlVO_3 . In_2O_3 . Исследуя продукты окисления сплавов, в частности оксидную плёнку, которая формируется при нагреве на поверхности образцов, можно получить важную информацию об механизме их окисления. Оксидная плёнка – продукт взаимодействия металла с кислородом воздуха образуется на поверхности сплава, снижая его химическую активность.

Литература

1. Усов В.В., Займовский А.С. Проводниковые, реостатные и контактные материалы. Материалы и сплавы в электротехнике Том II. -М.: Госэнергоиздат, 1957-184 с.
2. Луц А.Р., Суслина А.А. Алюминий и его сплавы. Самара: Самарск. гос. тех. универ. 2013-81 с.
3. Белецкий В.М., Кривов Г.А. Алюминиевые сплавы (Состав, свойства, технология, применение). - Под ред. И.Н. Фридляндера. К.: Комитех. 2005-365с.
4. Алюминиевые сплавы: свойства, обработка, применение / Отв. ред. Л.Х. Райтбарг. - Изд. 13-е, перераб. и доп. -М.: Металлургия, 1979. - 679 с.
5. Промышленные алюминиевые сплавы. отв. ред. М.Б. Альтман. М: Металлургия, 1984. -528 с.
6. Васильев Е.Б., Ленская Е.В. Тенденции развития кабельной промышленности в странах Юго-Восточной Азии (Заседание

Генеральной Ассамблеи AWCCA 2020) // Кабели и провода. 2021. № 1 (387). С. 35-43.

7. *Мондольфо Л.Ф.* Структура и свойства алюминиевых сплавов / Пер. с англ. – М. Металлургия. 1979. – 640 с.
8. *Васильев Е.К.* Качественный рентгенофазовый анализ / Под ред. С. Б. Брандта. – Новосибирск: Наука, 1986. – 195с.
9. *Недома И.* Расшифровка рентгенограмм порошков / Под ред. Л.Н. Расторгуева. – М.: Металлургия, 1975. – 423с.
10. *Миркин Л.И.* Рентгеноструктурный анализ: Индицирование рентгенограмм: Справочное руководство / Л. И. Миркин. – М.: Наука, 1981. – 495с.

СИНТЕЗ И РЕНТГЕНОФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ПРОДУКТОВ ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА $AlV0.1$ С ГАЛЛИЕМ, ИНДИЕМ И ТАЛЛИЕМ

Аннотация. Решение многих задач современной техники связано с использованием материалов, обладающих высоким сопротивлением окислению. В создании новых коррозионностойких материалов и улучшении коррозионных характеристик имеющихся материалов существенную роль играют процессы легирования. В связи с исключительной важностью сведений о поведении металлов и сплавов в окислительных средах необходимость в достаточно полной систематизации таких данных очевидна. Методом рентгенофазового анализа установлен фазовый состав продуктов окислений алюминиевого проводникового сплава $AlV0.1$ с галлием, индием и таллием и их роль в механизме процесса окисления. Во всех этих процессах определяющим фактором использования наноразмерных материалов является их химический и фазовый состав. По результатам РФА установлено, что при окислении сплава $AlV0.1$ с галлием, индием и таллием образуются следующие оксиды: Al_2O_3 ; Al_2O ; V_5Al_8 ; VO_2 ; $V_{51.61}O_{64}$; Ga_2O_3 ; VO ; $Tl((VO_3) V_2 O_5)$; $TlVO_3$. In_2O_3 .

Ключевые слова: алюминиевый проводниковый сплав $AlV0.1$, галлий, индий, таллий, рентгенофазового анализа, продукт окисления.

СИНТЕЗ ВА ТАҲЛИЛИ РЕНТГЕНОФАЗАИ ОКСИДШАВИИ ХҶЛАИ НОҶИЛИИ АЛЮМИНИИ $AlV0.1$ БО ГАЛЛИЙ, ИНДИЙ ВА ТАЛЛИЙ

Аннотатсия. Ҳалли бисер вазифаҳои техникаи муосир бо истифодаи маводҳои, ки муқовимати баланди оксидшавӣ доранд, алоқаманд аст. Дар маводи нави ба зангзанӣ тобовар ва беҳтар кардани хусусиятҳои зангзании маводи мавҷуда равандро ба ҳисоб гирифта, ба мақсади муқимати баланди оксидшавӣ ва таҳлили рентгенофазаи таркиби фазаи маҳсулоти оксидшавии ҳулаи алюминии ноқилии $AlV0.1$ бо иловаи галлий,

индий ва таллий ва нақши онҳо дар механизми раванди оксидшавӣ муайян карда шудааст. Аз рӯи натиҷаҳои ТРФ муайян карда шудааст, ки ҳангоми оксидшавии ҳӯлаи AlV0.1 бо галлий, индий ва таллий оксидҳои зерин ба вуҷуд меоянд: Al_2O_3 ; Al_2O ; V_5Al_8 ; VO_2 ; $\text{V}_{51.61}\text{O}_{64}$; Ga_2O_3 ; VO ; $\text{Tl}((\text{VO}_3)\text{V}_2\text{O}_5)$; TlVO_3 . In_2O_3 .

Калимаҳои калидӣ: ҳӯлаи алюминийи ноқили AlV0.1, галлий, индий, таллий, таҳлили рентгенофаза, маҳсули оксидшавӣ.

SYNTHESIS AND X-RAY PHASE ANALYSIS OF OXIDATION PRODUCTS OF ALUMINUM CONDUCTOR ALLOY AlV0.1 WITH GALLIUM, INDIUM AND THALLIUM

Annotation. The solution of many problems of modern technology is associated with the use of materials with high oxidation resistance. Alloying processes play an essential role in creating new corrosion-resistant materials and improving the corrosion characteristics of existing materials. Due to the exceptional importance of information on the behavior of metals and alloys in oxidizing environments, the need for a fairly complete systematization of such data is obvious. The X-ray phase analysis method has established the phase composition of the oxidation products of aluminum conductor alloy AlV0.1 with gallium, indium and thallium and their role in the mechanism of the oxidation process. In all these processes, the determining factor in the use of nanoscale materials is their chemical and phase composition. According to the results of X-ray diffraction, it was found that the oxidation of an Al V 0.1 alloy with gallium, indium, and thallium produces the following oxides: Al_2O_3 ; Al_2O ; V_5Al_8 ; VO_2 ; $\text{V}_{51.61}\text{O}_{64}$; Ga_2O_3 ; VO ; $\text{Tl}((\text{VO}_3)\text{V}_2\text{O}_5)$; TlVO_3 . In_2O_3 .

Keywords: aluminum conductor alloy AlV0.1, gallium, indium, thallium, X-ray phase analysis, oxidation product.

Сведения об авторах:

Раҳмонзода Махмадулло Файзулло - соискатель кафедры строительства и архитектуры Дангаринского государственного университета.

Ганиев Изатулло Наврузович – д.х.н., профессор, академик Национальной академии наук Таджикистана, заведующий лабораторией «Коррозионностойкие материалы» ГНУ Института химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана. **E-mail:** ganiev48@mail.ru.

Окилов Шахром Шукурбоевич – старший научный сотрудник Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана. **E-mail:** Okilov70070@mail.ru.

Джайлоев Джамшед Хусейнович – к.т.н., старший научный сотрудник Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана. **E-mail:** husenzod85@mail.ru.

Сафаров Бахриддин Саидович – к.т.н., и.о. доцента кафедры технологии машиностроения, металлорежущие станки и инструменты Таджикского технического университета им. М.С. Осими. **E-mail:** Baha_1985@mail.ru.

Маълумот дар бораи муаллифон:

Раҳмонзода Махмадулло Файзулло – унвонҷӯи кафедраи сохтмони меъмории Донишгоҳи давлатии Данғара.

Ғаниев Изатулло Наврузович – доктори илмҳои химия, профессор, академики Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, мудири озмоишгоҳи “Маводҳои ба коррозия устувор”-и Институти химияи ба номи В.И.Никитини АМИТ. **E-mail:** ganiev48@mail.ru.

Окилов Шаҳром Шукурбоевич -ҳодими калони илмии Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, **E-mail:** Okilov70070@mail.ru.

Ҷайлоев Ҷамшед Ҳусейнович – н.и.т., ҳодими пешбари илмии Институти химияи ба номи В.И. Никитини Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, **E-mail:** husenzod85@mail.ru.

Сафаров Баҳриддин Саидович – н.и.т, и.в. дотсент кафедраи технологияи мошинсозӣ, дастгоҳҳо ва асбобҳои металлбурии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осими. **E-mail:** Baha_1985@mail.ru.

About the authors:

Rahmonzoda Mahmaddullo Fayzullo - is a candidate for the Department of Construction Architecture, Faculty of Engineering and Architecture, Dangara State University.

Ganiev Izatullo Navruzovich – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Head of the Laboratory "Corrosion-resistant Materials" of the V.I. Nikitin Institute of Chemistry of the National Academy of Sciences of Tajikistan. **E-mail:** ganiev48@mail.ru.

Okilov Shahrom Shukurboevich - is a Senior Researcher at the V.I. Nikitin Institute of Chemistry of the National Academy of Sciences of Tajikistan, **E-mail:** Okilov70070@mail.ru.

Dzhayloev Jamshed Huseynovich – Candidate of Technical Sciences Senior Researcher at the V.I. Nikitin Institute of Chemistry of the National Academy of Sciences of Tajikistan, **E-mail:** husenzod85@mail.ru.

Safarov Bahriddin Saidovich - Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering, Metal-Cutting Machines and Tools of the Tajik Technical University named after M.S. Osimi, **E-mail:** Baha_1985@mail.ru.

УДК 536.7:504.064.4+504.064.4

ББК: 26.233

ГЕОСТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ О СОДЕРЖАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ I И II КЛАССОВ ОПАСНОСТИ В ПОЧВАХ СЕВЕРО- ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КУРАМИНСКИХ ГОР (ЧАСТЬ II)

*Рахматзода М.Н., *Нурматзода Д.Х., *Иброхимов П.Р.*

НОУ «Институт промышленности и сервиса»

***Худжандский государственный университет имени академика Б. Гафурова**

В настоящее время загрязнение почвенного покрова является одним из основных последствий негативного техногенного воздействия на окружающую среду. Основным видом антропогенного загрязнения почв является загрязнение тяжёлыми металлами, источникам чего являются промышленные предприятия, автотранспорт, жилищно-коммунальное хозяйство и т.д. [1-4].

Тяжёлые металлы являются основными неорганическими веществами, вызывающими загрязнение почвы. В целом, тяжёлые металлы в почву поступают из естественных источников, таких, как исходный материал почв, а также из-за антропогенного воздействия и их вклада в загрязнение почвы тяжёлыми металлами (ТМ), которое намного выше, чем воздействие природных ресурсов [5-8]. С быстрым ростом сельского хозяйства и промышленности во всём мире загрязнение тяжёлыми металлами увеличилось из-за промышленных сточных вод, бытовых отходов, чрезмерного количества удобрений и пестицидов и выбросов автомобильных выхлопных газов [9-12]. Количественная оценка содержания тяжёлых металлов в почвах выбранных участков является важным аспектом и представляет интерес для эколого-геохимических исследований.

В пределах Зарнисора в течении всего года преобладает ветер западного и северо-восточного направлений. Скорость ветра на исследуемой территории может достигать 15-20 м/с, иногда его порывы регистрируются на уровне 30-35 м/с, что в сочетании с интенсивным испарением с поверхности разных отвалов пустых пород, содержащего тяжёлые металлы является причиной загрязнений атмосферного воздуха тяжёлыми металлами.

Статистическая обработка результатов

Использование методов статистического анализа позволяет идентифицировать неоднородность концентрации изучаемых тяжёлых металлов в пределах территории по одному или нескольким параметрам. Статистическая обработка данных включала расчёт $\langle C \rangle$ – среднего арифметического значения, σ – стандартного отклонения, коэффициент

вариации, $C_{\min}$ – минимальное значение содержание ТМ в пробе, $C_{\max}$ – максимальное значение содержание ТМ в пробе, асимметрию, коэффициент эксцесса, медианы; $S_n = \sigma/\sqrt{n}$ – среднеквадратичная погрешность среднего арифметического (n – количество проб элемента), $D = C_{\max}/C_{\min}$ – отношение максимальной концентрации к фоновой (в качестве фонового значения принято минимальное содержание ТМ). Кроме того, были рассчитаны коэффициенты парной корреляции r (квадратная матрица), критический уровень значимости принимали $p < 0,05$. Изменчивость или однородность содержания ТМ в почвах изучаемой территории можно решить путём вычисления коэффициента вариации (CV). При оценке статистических показателей вариация содержания тяжёлых металлов в пробах почв определяет коэффициент варьирования, показатели асимметрии и эксцесса.

Коэффициент вариации (CV) является мерой относительной дисперсии и рассчитывается по следующей формуле:

$$CV = \frac{\sigma}{\langle C \rangle} \cdot 100\%,$$

где σ – среднеквадратичное отклонение ТМ, а $\langle C \rangle$ – среднее содержание ТМ в почвах.

В табл. 1 представлены результаты статистической обработки данных элементного анализа, полученных при изучении почв северо-западной части Кураминских гор в пределах Зарнисора на содержание анализируемых тяжёлых металлов. Анализ данных (табл. 1) позволяет заключить, что элементный состав почвенного покрова Зарнисора существенно различается.

Средние значения элементов 1-го класса опасности в почве можно расположить в следующей последовательности: $Zn_{274.53} > Pb_{176.38} > As_{21.37} > Cd_{3.19} > Be_{2.11} > Se_{1.4} > Tl_{0.56}$, элементов 2-го класса опасности $Ba_{883.67} > Rb_{110.48} > Cr_{50.92} > Li_{32.96} > Ni_{29.89} > Co_{11.72} > Sb_{2.33} > Mo_{1.89} > Bi_{0.75}$.

По сравнению с минимальными значениями ТМ в пробах почвы, среднее содержание тяжёлых металлов в пробах почвы в нашем исследовании было относительно высоким. Можно предположить, что высокое содержание элементов 1-го класса опасности в почве Зарнисора связано с их содержанием в породах Кураминского хребта.

Результаты исследования показывают, что в почвах Зарнисора с ростом превышения ПДК увеличивается CV в следующем ряду: $Mo_{69.55} > Cd_{68.99} > Zn_{57.64} > Pb_{54.14} > As_{50.96} > Se_{34.19} > Cr_{26.68} > Ni_{38.12} > Co_{17.05}$. Самые высокие CV в пробах почвы отмечены для Mo, Cd, Zn и Pb, что указывает на относительно большую варьирование этих элементов.

Для большинства изученных тяжёлых металлов (Se, Be, Co, Cr, Rb, Li, Sb и Ba) в целом характерны низкие значения коэффициента вариации ($CV < 34\%$),

что указывает на гомогенность выборок и слабую пространственную вариабельность металлов в поверхностном горизонте почв.

В почвах величины CV умеренно варьируют Ni (38,12 %), Tl (44,14 %), As (50,96 %) и Bi (54,37 %) характеризуют как однородную степень рассеяния, не дифференцированную распределением для Zn (57,64 %) и Pb (54,14 %), а относительно сильно неоднородную для Mo и Cd, колеблющуюся в пределах 69,55 – 68,99%. Такое неоднородное распределение в отношении цинка, свинца, мышьяка, молибдена и кадмия в верхнем слое изучаемых почв может указывать на техногенную природу происхождения этих металлов.

Данные результаты показывают, что распределение Se, Be, Co, Ni, Cr, Li, Rb, Sb и Ba на территории исследования является более гомогенным, чем распределение Pb, As, Zn, Cd, Mo, Bi. Принято, считать что металлы, имеющие природное происхождение, обычно обладают низкими коэффициентами вариации, а металлы, связанные с антропогенными источниками, характеризуются высокими CV и отражают неоднородное распределение концентраций. Из этого следует, что на содержание Pb, As, Zn, Cd, Mo, Bi могут влиять как эндогенные, так и экзогенные факторы. Наряду с высокими CV, составившими от 50 до 69,55 % (табл. 1), для распределений исследованных элементов (Pb, As, Zn, Cd, Mo, Bi) зафиксированы положительные коэффициенты асимметрии и эксцесса.

Коэффициенты опасности ($K_o = C_i / \text{ПДК}$) вычислялись для Pb, As, Zn, Cd, Se, Co, Ni, Cr, Mo и Sb у которых существуют утверждённые предельно допустимые (ПДК) в почвах [12].

Сравнение содержания элементов 1-го класса опасности в почвах с ПДК показало, что для всей территории Зарнисора характерна высокая степень опасности загрязнения. Наибольшую опасность представляют Pb, As, Cd, превышение норматива которых доходит до 5,51, 10,68 и 6,39 раза. Для Zn, ПДК превышено в 2,75 раза. По результатам установлено, что K_o в почвах северо-западной части Кураминских гор в пределах Зарнисора зафиксирован по молибдену ($K_o = 94,65$). Загрязнение почв Se, Co, Ni, Cr и Sb отсутствует.

Ряд тяжёлых металлов по убыванию K_o загрязнения почв, расположенных в северо-западной части Кураминских гор в пределах Зарнисора, выглядит следующим образом: $Mo_{94.65} > As_{10.68} > Cd_{6.39} > Pb_{5.51} > Zn_{2.75} > Sb_{0.52} > Cr_{0.51} > Co_{0.47} > Ni_{0.35} > Se_{0.14}$.

Таблица 1. Вариационно-статистические показатели содержания тяжелых металлов в почвенном покрове

Показатели	<C>	σ	CV	C _{min}	C _{max}	Асимметрия	Экспесс	Медиана	S _n	D	K _o
Элементы 1-го класса опасности											
Pb	176,38	95,49	54,14	21,05	445,07	0,64	0,77	174,68	3,54	21,1 ₄	5,51
As	21,37	10,89	50,96	11,08	53,28	1,76	2,30	17,59	0,40	4,81	10,6 ₈
Zn	274,53	158,24	57,64	71,10	891,26	2,36	7,37	227,00	5,86	12,5 ₄	2,75
Cd	3,19	2,20	68,99	0,28	10,98	1,89	4,68	2,65	0,08	38,7 ₈	6,39
Se	1,4	0,48	34,19	0,42	2,25	-0,34	-0,49	1,420	0,018	5,34 ₅	0,14
Be	2,11	0,44	21,02	1,48	3,32	0,629	0,28	2,124	0,016	2,24 ₆	-
Tl	0,56	0,25	44,14	0,32	1,62	2,72	10,41	0,51	0,01	5,01	-
Элементы 2-го класса опасности											
Co	11,72	2,00	17,05	8,68	16,50	0,96	0,63	11,43	0,07	1,90	0,47
Ni	29,89	11,39	38,12	8,15	46,89	-0,66	0,15	30,89	0,42	5,75	0,35
Cr	50,927	13,589	26,68	19,84	77,8	-0,562	-0,069	52,680	0,503	3,92 ₂	0,51
Rb	110,48	21,66	19,61	79,08	166,12	0,80	0,60	107,26	0,80	2,10	-
Mo	1,89	1,32	69,55	0,78	7,25	3,12	10,32	1,58	0,05	9,25	94,6 ₅
Li	32,96	3,68	11,17	21,07	37,96	-1,37	2,53	33,71	0,14	1,80	-
Bi	0,75	0,41	54,37	0,24	1,87	1,25	1,35	0,63	0,02	7,70	-
Sb	2,33	0,75	32, 12	1,16	3,69	0,21	-1,35	2,21	0,03	3,18	0,52
Ba	883,67	334,12	38,8	537,25	1791,6	1,20	0,67	787,09	12,37	3,33	-

В табл. 2 представлены рассчитанные коэффициенты корреляции между концентрациями исследованных тяжелых металлов и мышьяка в пробах почв. Для более глубокого понимания характера и две группы взаимосвязанных между содержанием в почве тяжелых металлов и мышьяка, поступающих от единых источников и влиянием различных факторов между данными параметрами был рассчитан коэффициент корреляции. Анализ результатов расчета коэффициента корреляции позволяет заключить, что рассматриваемые факторы в разные точки отбора проб не всегда оказывают одинаковый эффект на накопление металлов. Обнаружена значимая корреляционная связь между концентрациями Pb и Zn ($r = 0,84$), Pb и Cd ($r = 0,88$), Pb и Bi ($r = 0,89$), Zn и Cd ($r = 0,98$), Ni и Cr ($r = 0,98$), Ni и Li ($r = 0,83$), Cr и Li ($r = 0,82$), что, указывает их литогенное и техногенное происхождение. В тоже время определена высокая корреляция между концентрациями Rb и Ba ($r = 0,74$). Связь содержания Pb, Zn, Cd, Ni, Cr и Li с содержанием других элементов отсутствует, что предположительно может свидетельствовать о множественности источников поступления данных металлов.

По результатам корреляционного анализа содержания тяжелых металлов и мышьяка в изученных пробах почв можно судить о природе загрязнения территории и его источнике. В нашем случае наибольшая корреляция в пробах почв оказалась между Zn и Cd ($r = 0,98$), Ni и Cr ($r = 0,98$), то есть с вероятностью 98 % можно говорить о том, что путь, источник и время поступления этих веществ одинаковы.

Корреляционный анализ концентраций исследуемых веществ в пробах почв (табл. 2) показывает (на примере Pb и Zn), что с изменением концентрации одного элемента по местам отбора происходит изменение концентрации другого в близких пропорциях. Исходя из этого можно предположить, что такие элементы, как Pb и Zn, поступают в почву региона из одного источника.

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между концентрациями исследуемых веществ в пробах почв

TM/HM	Pb	As	Zn	Cd	Se	Be	Tl	Co	Ni	Cr	Rb	Mo	Li	Bi	Sb	Ba
Pb	1	0,25	0,84	0,85	-0,26	-0,03	0,30	-0,09	-0,26	-0,31	0,08	-0,01	-0,53	0,89	0,12	-0,17
As		1	0,18	0,16	0,12	0,27	0,54	0,41	0,03	-0,10	0,12	0,15	0,02	0,39	0,49	0,10
Zn			1	0,98	-0,31	0,34	0,37	-0,11	-0,51	-0,52	0,48	0,04	-0,65	0,75	0,25	0,14
Cd				1	-0,27	0,28	0,31	-0,10	-0,47	-0,48	0,43	0,01	-0,62	0,72	0,27	0,10
Se					1	-0,07	0,14	-0,09	0,19	0,17	-0,30	0,23	0,41	-0,24	0,30	-0,28
Be						1	0,51	-0,08	-0,58	-0,58	0,87	-0,07	-0,31	-0,03	0,57	0,61
Tl							1	-0,12	-0,43	-0,51	0,44	0,42	-0,33	0,47	0,63	0,31
Co								1	0,72	0,69	-0,01	-0,03	0,54	0,02	-0,03	-0,06
Ni									1	0,98	-0,59	-0,02	0,83	-0,19	-0,27	-0,51
Cr										1	-0,54	-0,03	0,82	-0,26	-0,35	-0,44
Rb											1	-0,09	-0,45	0,05	0,46	0,74
Mo												1	0,11	0,17	0,06	-0,10
Li													1	-0,45	-0,03	-0,32
Bi														1	0,13	-0,15
Sb															1	0,23
Ba																1

П р и м е ч а н и е. Полужирным выделены значимые по уровню ($r_{xy} > 0,74$) коэффициенты корреляции.

Заключение

Представленные в данной работе результаты мониторингового исследования, основанные на фактическом материале, впервые стали информационной базой по элементному составу почв для комплексной экологической оценки качества почв в северо-западной части Кураминских гор, в пределах территории Зарнисора.

В результате установлено, что среднее содержание тяжёлых металлов в исследованных почвенных образцах оказалось относительно высоким по сравнению с минимальными значениями. Вероятной причиной такого уровня накопления элементов I класса опасности в почвах района Зарнисора является их природное присутствие в породах Кураминского хребта. Результаты исследования показывают, что в почвах Зарнисора с ростом превышения ПДК увеличивается CV в следующем ряду: $Mo_{69.55} > Cd_{68.99} > Zn_{57.64} > Pb_{54.14} > As_{50.96} > Se_{34.19} > Cr_{26.68} > Ni_{38.12} > Co_{17.05}$. Самые высокие CV в пробах почвы отмечены для Mo, Cd, Zn и Pb, что указывает на относительно большую варьирование этих элементов.

Для большинства изученных тяжёлых металлов (Se, Be, Co, Cr, Rb, Li, Sb и Ba) в целом характерны низкие значения коэффициента вариации ($CV < 34\%$), что указывает на гомогенность выборок и слабую пространственную вариабельность металлов в поверхностном горизонте почв.

Данные результаты показывают, что распределение Se, Be, Co, Ni, Cr, Li, Rb, Sb и Ba на территории исследования является более гомогенным по сравнению с распределением Pb, As, Zn, Cd, Mo и Bi. Известно, что элементы природного происхождения, как правило, обладают низкими коэффициентами вариации, тогда как металлы, связанные с антропогенными источниками, характеризуются высокими значениями CV и отражают неоднородное распределение концентраций. Следовательно, на содержание Pb, As, Zn, Cd, Mo и Bi могут оказывать влияние как эндогенные, так и экзогенные факторы. Кроме того, для распределения этих элементов зафиксированы не только высокие коэффициенты вариации (50-69,55 %), но и положительные значения коэффициентов асимметрии и эксцесса, что дополнительно подтверждает их сложный характер пространственного распределения.

Анализ результатов расчета коэффициента корреляции позволяет заключить, что рассматриваемые факторы в разные точки отбора проб не всегда оказывают одинаковый эффект на накопление металлов. Обнаружена значимая корреляционная связь между концентрациями Pb и Zn ($r = 0,84$), Pb и Cd ($r = 0,88$), Pb и Bi ($r = 0,89$), Zn и Cd ($r = 0,98$), Ni и Cr ($r = 0,98$), Ni и Li ($r = 0,83$), Cr и Li ($r = 0,82$), что, указывает их литогенное и техногенное происхождение. В тоже время определена высокая корреляции между концентрациями Rb и Ba ($r = 0,74$). Связь содержания Pb, Zn, Cd, Ni, Cr и Li с содержанием других элементов отсутствует, что предположительно может

свидетельствовать о множественности источников поступления данных металлов.

По результатам корреляционного анализа содержания тяжелых металлов и мышьяка в изученных пробах почв можно судить о природе загрязнения территории и его источнике. В нашем случае наибольшая корреляция в пробах почв оказалась между Zn и Cd ($r = 0,98$), Ni и Cr ($r = 0,98$), то есть с вероятностью 98 % можно говорить о том, что путь, источник и время поступления этих веществ одинаковы.

Литература

1. Бямбасурэн Ц., Шабанова Е. В., Корольков А. Т., Васильева И. Е. Очирбат Г., Хуухэнхуу Б. Распределение микроэлементов в почвах г. Улан-Батора // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». – 2018. – Т.26. – С.31-45.
2. Скугорева С.Г., Ашихмина Т.Я., Фокина А.И., Лялина Е.И. Химические основы токсического действия тяжёлых металлов (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. – 2016. – №1. – С.4-13.
3. Рахматов М.Н., Абдуллаев С.Ф. Содержание тяжелых металлов в пылевом аэрозоле и почвах Северного Таджикистана // Оптика атмосферы и океана. – 2021. – №3. – С.212-221
4. Слуковский З. И., Гузева А. В., Дауваальтер В. А., Удачин В. Н., Денисов Д. Б. Урановые аномалии в современных донных отложениях озер северной части Мурманской области, Арктика // Геохимия. – 2020. № 12. – С.1231–1236.
5. Пунышев А., Суриков В. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Образование ионов. Изд-во LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. – 396 с.
6. Dirisu C.E., Biose E., Aighewi I.T. Heavy metal contamination of Ewhare dumpsite environment in Nigeria's Niger Delta // SCIREA Journal of Environment. – 2019.V.191.– № 2. – P. 30-45.
7. Ge X., Khan Z. I., Chen F., Akhtar M., Ahmad K., Ejaz A., Ashraf M.A., Nadeem M., Akhtar Sh., Alkahtani J., Dwiningsih Yh., Elshikh M. S. A study on the contamination assessment, health risk and mobility of two heavy metals in the soil-plants-ruminants system of a typical agricultural region in the semi arid environment //Environmental Science and Pollution Research. – 2022. №29. – P. 1-11.
8. Barbieri M. The importance of enrichment factor (EF) and geoaccumulation index (Igeo) to evaluate the soil contamination //Journal of Geology & Geophysics. – 2016. – V. 5. – №.1. – P. 1-4.
9. Синцов А.В., Бармин А.Н., Зимовец П.А., Валов М.В., Синцова Н.В. Современное содержание тяжелых металлов в почве

урбанизированных территорий Юга России // Геология, география и глобальная энергия. – 2022. – №2. – С.103-109.

10. *Adedeji O.H., Olayinka O.O., Tope-Ajayi O.O.* Spatial distribution and health risk assessment of soil pollution by heavy metals in Ijebu-Ode, Nigeria // *Journal of Health & Pollution*. – June 2019.–Vol. 9.– No. 22. – pp.1-14.
11. *Adimalla N., Qian H., Wang H.* Assessment of heavy metal (HM) contamination in agricultural soil lands in northern Telangana, India: an approach of spatial distribution and multivariate statistical analysis // *Environmental monitoring and assessment*, 2019, Vol.191.– no. 126.–pp.1-15.
12. *Trifonova T. A., Podolets A. A., Selivanov O. G., Martsev A. A., Podolets A. A.* Assessment of soil contamination in the recreational areas of the city by the industrial compounds of heavy metals and arsenic. *Theoretical and Applied Ecology*, 2018. no.2, pp. 94-101. In Rus.

ГЕОСТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ О СОДЕРЖАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ I И II КЛАССОВ ОПАСНОСТИ В ПОЧВАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КУРАМИНСКИХ ГОР (ЧАСТЬ II)

Аннотация. В последние десятилетия усиливающееся антропогенное воздействие на окружающую среду привело к формированию серьёзных экологических проблем в северных регионах Таджикистана. Одной из наиболее актуальных проблем является загрязнение почв и других компонентов экосистем тяжёлыми металлами. Эти элементы отличаются высокой устойчивостью, не разрушаются в природной среде, склонны к биоаккумуляции и способны проникать в трофические цепи. В результате они оказывают негативное влияние на физиологические процессы живых организмов, снижают плодородие почв, дестабилизируют экосистемы и создают дополнительные риски для здоровья населения. Несмотря на актуальность и потенциальную опасность данной проблемы, на территории Зарнисора отсутствуют систематические данные экологического мониторинга содержания тяжёлых металлов в почвах. Этот пробел в знаниях обусловил необходимость проведения комплексного исследования и определил выбор темы настоящей научной работы.

Ключевые слова: элементный состав, тяжелые металлы, коэффициент вариация, почва, Кларк элемента, предельно допустимая концентрация, коэффициент загрязнения, индекс геоаккумуляции, индекс загрязнения окружающей среды.

ГЕОСТАТИСТИКИИ ОМУЗИШИ МИҚДОРИ ЭЛЕМЕНТҲОИ СИНФҲОИ I ВА II - И ХАТАРНОК ДАР ХОҚҲОИ ШИМОЛУ ҒАРБИ КЎҲҲОИ КУРАМА (ҚИСМИ II)

Фиишурда. Дар даҳсолаҳои охир афзоиши босуръати таъсири антропогенӣ ба муҳити зист барои шимолӣ Тоҷикистон ба мушкилоти

қиддӣи экологӣ оварда расонидааст. Яке аз масъалаҳои асосӣ ифлосшавии хок ва дигар объектҳои муҳити атроф бо металлҳои вазнин мебошад. Металлҳои вазнин хусусияти пойдорӣ доранд, дар муҳит ба осонӣ таҷзия намешаванд, қобилияти ҷамъшавӣ доранд ва тавассути занҷираи ғизоӣ метавонанд ба организми инсон ва ҳайвонот интиқол ёбанд. Ин равандҳо боиси ҳалалдоршавии фаъолияти системаҳои биологӣ, коҳиши ҳосилхезии хок, осебпазирии экосистемаҳо ва афзоиши хавфҳои саломатии аҳоли мегарданд. Бо вучуди аҳамияти баланди масъала, маълумоти мунтазам оид ба мониторинги экологии металлҳои вазнин дар хокҳои минтақаи Заранисор вучуд надорад. Ин камбудӣ зарурати омӯзиши ҳамаҷонибаи масъала ва асоснок кардани тадқиқоти илмиро муайян намуд, ки интиҳоби мавзӯи таҳқиқоти мазкурро пурра асоснок месозад.

Вожаҳои калидӣ: таркиби элементӣ, металлҳои вазнин, коэффиенти вариатсия, хок, кларки элемент, меъёри ҳадди ниҳонии иҷозатдодашуда (ПДК), коэффиенти ифлосшавӣ, индекси геоаккумулятсия, индекси ифлосшавии муҳити зист.

GEOSTATISTICAL STUDY OF THE CONTENT OF HAZARDOUS ELEMENTS OF CLASSES I AND II IN SOILS OF THE NORTHWESTERN KURAMIN MOUNTAINS (PART II)

Annotation. In recent decades, the intensification of anthropogenic impact on the environment has led to the emergence of serious ecological problems in the northern regions of Tajikistan. One of the most pressing issues is the contamination of soils and other environmental components with heavy metals. Heavy metals are characterized by their persistence, resistance to degradation, and ability to bioaccumulate, as well as their potential to enter food chains. These processes disrupt biological systems, reduce soil fertility, destabilize ecosystems, and pose significant risks to human health. Despite the importance and potential threat of this issue, systematic environmental monitoring data on the concentrations of heavy metals in the soils of the Zarnisor area remain unavailable. This gap in knowledge has determined the necessity of a comprehensive scientific investigation and served as the rationale for selecting the topic of the present study.

Key words: elemental composition, heavy metals, coefficient of variation, soil, element Clarke value, maximum permissible concentration (MPC), contamination coefficient, geoaccumulation index, environmental pollution index.

Сведения об авторах:

Раҳматзода Мухаммади Нуриддин – к.физ.-мат.наук, доцент кафедри профилъных предметов НОУ «Институт промышленности и сервиса» (по совместительству). Телефон: (+992) 929-43-19-92. E-mail: muhamadi.rahmatov@yandex.com

Нурматзода Давлат Хамрали – ассистент кафедри теоретической физики ГОУ «ХГУ имени академика Б. Гафурова», (Республика Таджикистан, г. Худжанд), e-mail: dima_nurmatov98@mail.ru

Иброҳимов Пайрав Рустамович – кандидат технических наук, доцент кафедры методики преподавания физики ГОУ “Худжандского государственного университета имени академика Бабаджана Гафурова”, (Республика Таджикистан, г. Худжанд,) E-mail: Payrav5565@mail.ru

Маълумот дар бораи муаллифон:

Раҳматзода Муҳаммади Нуридин - н.и.физ.-мат., дотсенти кафедраи фанҳои таҳассусӣ МҒД «Донишқадаи саноат ва хизматрасонӣ» (муштарақ). Телефон: (+992) 929-43-19-92. E-mail: muhamadi.rahmatov@yandex.com.

Нурматзода Давлат Ҳамрали – ассистент кафедраи назарияи физика МДТ «ДДХ ба номи академик Б. Гафуров» (Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хуҷанд), E-mail: dima_nurmatov98@mail.ru.

Иброҳимов Пайрав Рустамович – номзади илмҳои техникӣ, дотсенти кафедраи методикаи таълими физикаи МДТ “Донишгоҳи давлатии Хуҷанд ба номи академик Бобочон Гафуров” (Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш.Хуҷанд. E-mail: Payrav5565@mail.ru.

Information about the authors:

Rakhmatzoda Muhammadi Nuridin - Cand. Of Physical and Mathem. Sciences, Senior Lecturer of the of the Department of Core Subjects at NSEI «Institute of Industry and Services» (part-time)e-mail: muhamadi.rahmatov@yandex.ru.

Nurmatzoda Davlat Khamrali – assistant of the Department of Theoretical Physics SEI “Khujand State University by named aftor academician B.Gafurov” (Republic of Tajikistan, Khujand), e-mail: dima_nurmatov98@mail.ru.

Ibrohimov Payrav Rustamovich - candidate of technical sciences, associate Professor, Department of Physics Teaching Methodology, Khujand State University named after Academician B. Gafurov, (Khujand, Tajikistan) E-mail: Payrav5565@mail.ru.

Рецензент: Отаджонов С.Э. - доктор философии (PhD), доцент ГОУ ХГУ имени ак. Б.Гафурова

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ КРИОЛИТ-ГЛИНОЗЕМНОГО КОНЦЕНТРАТА С ФЛЮОРИТОМ

Раджабов Ш.Х. *Хусейнзода А., *Нурматзода А.

Таджикский национальный университет
*Дангаринский государственный университет

Объём производства алюминия является наибольшим среди цветных металлов, и в развитие мировой экономики требует постоянного увеличения производства оксида алюминия для его получения.

Ежегодно во всех заводах по производству алюминия образуются миллионы тонн отходов, которые нарушая экологическую обстановку создают глобальную экологическую проблему. Поэтому нами было исследовано получение криолит-глиноземного концентрата (КГК) из шламовых отходов производства алюминия со спеканием углерода в его составе и получении вторичного КГК. В состав шламового отхода согласно химическим анализам содержится (мас%): Al_2O_3 – 10-18; С – 16-30; Na_3AlF_6 – 15-26; Na_2SO_4 – 5-14; Na_2CO_3 и NaHCO_3 – 0,8-1,2; Fe_2O_3 – 3-4; SiO_2 – 0,8-1,5; CaF_2 и MgF_2 – 0.6-0,8. Однако при производстве вторичного КГК иногда нарушается технологическое линия и образуется огромное количества отходов, которое богат фтором [1, с. 35].

Частичная замена флюоритового концентрата на фторсодержащие отходы не только снизит себестоимость производимой продукции, но и позволит улучшить экологическую обстановку в регионе. Ввиду недостаточного количества фторида кальция, необходимого для производства HF , представляется целесообразным осуществлять сернокислотное разложение фтор-, глиноземсодержащих отходов, (отмытый шлам – соли сульфаты и карбонаты натрия) алюминиевого завода ГУП «ТалКо» в смеси с флюоритовым концентратом ООО «ТалКо Флюорит», химический состав которых представлен в табл.2 (результаты химическим методом анализа).

Таблица 1.

Химический состав используемых шихтовых материалов

Наименование	Наименование компонентов, мас.%				
	Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	CaF_2	CaCO_3
Флюоритовый концентрат ООО «ТалКо Флюорит»	0,25	0,25	0,5	97,0	2,0

Исходя из этого нами было постановлено задача проведение опытов по кислотному разложению отходов некондиционного КГК совместно со флюоритом с целью получения плавиковой (фтористоводородной) кислоты. Проведение опыты показали, что наиболее благоприятное условие для получения плавиковой кислоты из смеси шихты некондиционного КГК со флюоритом является: соотношение смеси шихты некондиционного КГК со флюорит по проценту 70-30; соотношение пробы со кислотой 1:1,5; время процесса $\tau=20$ мин; температура $t=260-280$ °С; которое при этом степень извлечения фтора достигается до 93,2%. А в дальнейшем изучается процесс водной обработки твердого остатка, образующегося после сернокислотного разложения с целью извлечения глинозема и в давнейшем его применения в цементной промышленности и других отраслей [2, с. 114].

А также было исследовано получение глинозема водной обработкой твердого остатка после сернокислотного разложения. В твердом остатке, согласно протеканию химической реакции сернокислотного разложения, содержится (мас%): $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; и $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ [2, с. 201].

Поэтому для установления оптимальных условий извлечения солей сульфата алюминия из проб этих отходов было проведено цикл исследований по изучению зависимости степени извлечения водорастворимых солей от различных факторов: температуры, продолжительности процесса и отношения твердой фазы к жидкой. По водорастворимому сульфату алюминия рассчитывалась на степень извлечения глинозема. Результат проведенных опытов показал, что наиболее благоприятное условия при водной обработке тв., остатка являются: соотношении Т:Ж = 1:7, температуры $t=95$ °С и продолжительности времени $\tau=30$ мин; которое при этой степени извлечения водорастворимых сульфатных солей достигается до 93,8% [3, с. 98].

Таблица 2.

Сводная таблица изучения процесса водной обработки твердого остатка, образующегося после сернокислотного разложения с целью извлечения глинозема

Пробы	Условия водной обработки				Анализ основных компонентов			
	Температура $t, ^\circ\text{C}$	Время τ , мин.	Соотношения Т:Ж	В/ч в, %	Al_2O_3 в, г/л	Fe_2O_3 в, г/л	Na_2SO_4 в, г/л	Степень извлечения $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ в, %
1.	25	20	1:5	4,00	0,14	0,05	11,4	14,0
2.	75	20	1:5	25,5	0,89	0,15	7,80	87,0
3.	95	20	1:5	36,5	0,91	0,45	5,51	88,9
4.	95	30	1:5	36,0	0,74	0,16	10,1	72,3
5.	95	40	1:5	19,0	0,96	0,21	8,90	93,8
6.	95	60	1:5	36,5	0,95	0,39	5,12	93,4
7.	95	30	1:6	34,5	0,58	0,23	5,17	57,0
8.	95	30	1:7	32,0	0,96	0,11	5,47	93,8
9.	95	30	1:8	28,4	0,63	0,20	6,19	61,5
10.	95	30	1:7	36,6	0,96	0,32	5,47	93,8

Таблица 3.

Степень осаждения гидроксидов алюминия и железа при обработке раствора сульфата алюминия различными концентрациями р-р кальцинированной соды (объем раствора 100 мл)

№	Количество израсходованного гидроксида натрия, мл	Концентрация, кальцинированной соды, г/экв	Масса выпав. смесь осадков алюминия и железа в г.	Степень осаждения гидроксида алюминия, %	Степень осаждения гидроксида железа, %
1	30	1	0,21	0,53	0,72
2	40	1	0,27	1,23	1,45
3	50	1	0,43	3,04	3,32
4	60	1	0,49	14,28	14,09
5	70	1	0,58	47,96	52,51
6	80	1	0,80	60,20	67,86
7	90	1	1,26	73,99	80,42
8	100	1	1,34	91,56	98,8
9	110	1	1,20	90,71	97,9
10	120	1	1,12	88,89	93,80
11	100	0,8	0,93	85,75	83,90
12	100	1,5	1,22	90,14	98,6

При увеличении расхода соды от 30 до 100 мл степени осаждения гидроксид железа изменяется от 0,72 до 98,8%, а гидроксид алюминия - от 0,53 до 91,56% при расходе раствора кальцинированной соды концентрацией 1 г/экв (табл.3, п.1-8). [4, с. 6].

В результате проведенных исследований установлено, что с увеличением концентрации соды степень осаждения гидроксидов железа достигает максимума, а содержание гидроксида алюминия снижается вследствие образования алюмината натрия.

Полученное смесь осадков гидроксида алюминия и железа высушивались при температуре 100-120°C до постоянной массы и подвергался выщелачиванию раствором гидроксида натрия различной концентрации и объемов с целью разделения алюминия от железа в виде алюминатного раствора [5, с. 846].

А также было изучено условия извлечения алюминия в виде алюмината натрия из смеси осадков в зависимости от продолжительности процесса, температуры, объема и концентрации раствора щелочи результат, которое приведено в таблице 4. [5, с. 848].



Проведенные анализы доказывают, что рациональным условием степени перехода алюминия в раствор в виде алюмината натрия происходит при следующих условиях: расход раствора щелочи – 30мл, концентрация NaOH 100г/л, температура 40°C и продолжительность 5минут, при этом степень извлечения алюминия из осадка в раствор составляет в пересчете на глинозем 96,1% (Табл.4).

Таблица 4.

*Степень разделения глинозема из смеси осадков гидрооксид алюминия и железа
обработкой гидрооксидом натрия*

№ Опытов	Исходная масса смесь осадков	Объем израсходован. раств. NaOH, мл	Конц. NaOH, г/л	Темпера тура, °C	Время, мин.	Извлечения Al ₂ O ₃ %
1	1,3	10	100	ком	15	63,4
2	1,3	20	100	20	15	81,0
3	1,3	30	100	20	15	96,9
4	1,3	40	100	20	15	84,5
5	1,3	30	80	20	15	82,1
6	1,3	30	120	20	15	91,5
7	1,3	30	100	30	15	97,0
8	1,3	30	100	40	15	97,6
9	1,3	30	100	60	15	97,1
10	1,3	30	100	40	10	96,1
11	1,3	30	100	40	5	97,6

А также было изучено получения криолита из алюминатного раствора с концентрацией Al₂O₃ 21 г/л. Для проведения опытов брали по 100 мл алюминатного раствора. Результаты проведенных исследований приведено в нижеследующем таблице.

Таблица 5.

Варка криолита из алюминатного раствора

№ опытов	Время, мин	Температура, °C	Масса осадка, г	Примечание
1	5	20	0,8	Из-за отсутствия кислотоупорного газорасходомера количественное определение HF невозможно
2	10	20	1,7	
3	15	20	2,6	
4	20	20	3,5	
5	25	20	3,3	
6	20	40	3,2	
7	20	60	2,5	

Результаты исследований позволят последовательно высвобождать шламовые поля предприятий алюминиевого производства, уменьшить расход ценного сырья, снизить себестоимость производимого алюминия и улучшить экологическую обстановку [6, с. 134].

Литература

1. *Фатъянов А.В.* Состояние обогащения флюоритовых руд. / *Фатъянов А.В., Леонов С.Б., Каташин Л.В.* – М.: Цветметинформация, 1972. - 65 с.
2. *Черепанов К.А.* Утилизация вторичных материальных ресурсов в металлургии. / *Черепанов К.А., Черныш Г.И., Динельт В.М., Сухарев Ю.И.* - М.: Металлургия, 1994. - 224 с.
3. *Зайцев В.А.* Производство фтористых соединений при переработке фосфатного сырья. / *Зайцев В.А., Новиков А.А., Родин В.И.* – М.: Химия, 1982. - 248 с.
4. *Раджабов Ш.Х.* Способ комплексной переработки твердых фторсодержащих отходов производства алюминия. / *Ш.О. Кабиров, Х.С. Сафиев, Н.М. Сирочов, Б.С.Азизов, Х.А. Мирпочаев, Д.Р. Рузиев, Н.П. Мухамедиев, Х.Э. Бобоев, Ш.Х. Раджабова* // Малый патент на изобретение №515 РТ. – Душанбе, 2012.
5. *Раджабов Ш.Х.* Технология получения криолита и фторида алюминия из глинозема-, фторсодержащих отходов производства алюминия. / *Х.Сафиев, Ш.О.Кабиров, Б.С.Азизов, Х.А. Мирпочаев, Д.Р. Рузиев, Х.Э. Бобоев, Ш.Х. Раджабов* // ДАН РТ. Т.54. - 2011. - №10.- С.845-850.
6. *Раджабов, Ш.Х.* Термодинамический анализ процесса сернокислотного разложения фтор- и глиноземсодержащих отходов производства алюминия. / *Ш.Х. Раджабов, Дж.Р. Рузиев, Х.Э. Бобоев, Б.С.Азизов, Х.Сафиев* // Вестник национального университета. Серия естественных наук. – г. Душанбе, 2012, №1/2(81), с.131-134.

ТЕХНОЛОГИЯҲОИ ИННОВАТСИОНИИ КОРКАРДИ ПАРТОВҲОИ КОНСЕНТРАТИ КРИОЛИТУ ГИЛҲОҚДОР ЯКҶОЯ БО ФЛЮОРИТ

Фишурда. Дар истеҳсолоти кислотаи фториди техникӣ оддатан аз маъдани флюорит (шпати саҳроӣ бо таркиби химиявии CaF_2 на кам аз 92%) истифода мебаранд. Дар вақтҳои охир бо сабаби афзоиши талабот ба намакҳои фтордор захираҳои маъдани флюорит кам гашта истодааст. Ғайр аз он зимни истеҳсоли алюминий дар корхонаи истеҳсоли партовҳои зиёди фтордор ба монанди – шлами сеҳи газтозакуни, бутабандҳои истифодашудаи электролизёрҳо ва дигарҳо., пайдо гашта истодааст, ки коркарду безарарсозии онҳо афзоиши таъсиротро ба муҳити атроф паст намуда, самаранокии истеҳсолоти алюминийро бошад аз ҳисоби партохти ҷуброн барои патовҳо меафзояд.

Натиҷаи таҳқиқоти мо имкон медиҳад, ки пай дар пай майдонҳои шлами партовгоҳҳои корхонаи истеҳсоли алюминий аз партов озод карда

шуда, харчи ашёи хоми қиммат кам гашта, арзиши аслии истеҳсоли маҳсулот кам гашта, мавқеи экологӣ устувор мегардад.

Калимаҳои калидӣ: истеҳсоли алюминий, флюорит, партовҳои фтордор, таҷзияи кислотагӣ, кислотаи фторид, концентрати криолит-гилхокӣ (ККГ), истеҳсоли криолит ва фториди алюминий.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ КРИОЛИТ-ГЛИНОЗЕМНОГО КОНЦЕНТРАТА С ФЛЮОРИТОМ

Аннотация. Для производства технической плавиковой кислоты обычно используют минерала флюорит (плавиковый шпат с содержанием CaF_2 не менее 92%). В последнее время в связи с увеличением спроса на фтористые соли заметно истощаются запасы флюоритовой руды. Кроме того, при производстве алюминия накапливается ценное фторсодержащее отходы – шлам газоочистки, отработанная футеровка электролизеров и др., переработка которых позволит снизить нагрузку на окружающую среду и увеличить эффективность производства алюминия за счет снижения платы за выбросы.

Результаты исследований позволят последовательно высвобождать шламовые поля предприятий алюминиевого производства, уменьшить расход ценного сырья, снизить себестоимость производимого алюминия и улучшить экологическую обстановку.

Ключевые слова: производства алюминия, флюорит, фторсодержащие отходы, кислотное разложение, плавиковая кислота, криолит-глиноземного концентрата (КГК), производства криолита и фторида алюминия.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR PROCESSING WASTE CRYOLITE-ALUMINA CONCENTRATE WITH FLUORITE

Annotation. For the production of technical hydrofluoric acid, fluorite mineral (fluorspar with a CaF_2 content of at least 92%) is usually used. Recently, due to the increased demand for fluoride salts, fluorite ore reserves have been noticeably depleted. In addition, valuable fluorine-containing waste accumulates during aluminum production - gas cleaning sludge, spent lining of electrolyzers, etc., the processing of which will reduce the burden on the environment and increase the efficiency of aluminum production by reducing emissions fees.

The research results will allow for the consistent release of sludge fields at aluminum production enterprises, reduce the consumption of valuable raw materials, reduce the cost of aluminum production and improve the environmental situation.

Key words: aluminum production, fluorite, fluorine-containing waste, acid decomposition, hydrofluoric acid, cryolite-alumina concentrate (CAC), cryolite and aluminum fluoride production.

Маълумот дар бораи муаллифон:

Раҷабов Шухрат Холмуродович - н.и.т., дотсенти кафедраи технологияи истеҳсолоти химиявии ДМТ. Суроға: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Душанбе, хиёбони Рӯдакӣ, 17. Тел.: 555-22-11-85, **E-mail:** R.Shuhrat.Kh@mail.ru

Ҳусайнзода Алишер - ассистенти кафедраи химияи умумии Донишгоҳи давлатии Данғара. Тел.: 988.60.61.16, **E-mail:** khusaynzoda91@bk.ru

Нурматзода Амирхон Амрохон - ассистенти кафедраи химияи умумии Донишгоҳи давлатии Данғара. Суроға: Ҷумҳурии Тоҷикистон. 735320. Данғара Кӯчаи Совет 30, . Тел.: 206-54-02-02; , **E-mail:** amirhonnurmadvoda@mail.com.

Сведения об авторах:

Раджабов Шухрат Холмуродович - кандидат технических наук, доцент кафедры технологии химического производства ТНУ. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, город Душанбе, проспект Рудаки, 17. Телефон: 555-22-11-85, **E-mail:** R.Shuhrat.Kh@mail.ru

Алишер Хусайнзода – ассистент кафедры общей химии Дангаринского государственного университета. Тел.: 988.60.61.16, **E-mail:** khusaynzoda91@bk.ru

Нурматзода Амирхон Амрохон – ассистент кафедры общей химии Дангаринского государственного университета. Адрес: Республика Таджикистан. 735320. Дангара ул. Совети – 30, Тел.: 206-54-02-02; **E-mail:** amirhonnurmadvoda@mail.com.

Information about authors:

Rajabov Shuhrat Kholmurodovich - candidate of technical sciences, associate professor of the department of chemical production technology TNU. Address: 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 17. Tel.:555-22-11-85, **E-mail:** R.Shuhrat.Kh@mail.ru

Hysaunzoda Alisher -Assistant of the Department of General Chemistry, Dangara State University. Address: Republic of Tajikistan. 735320. Tel.:988.60.61.16; **E-mail:** khusaynzoda91@bk.ru

Nurmatzoda Amirkhon Amrokhon –Assistant of the Department of General Chemistry, Dangara State University. Address: Republic of Tajikistan. 735320. Dangara st. Sovety – 30. Tel.: 206-54-02-02; **E-mail:** amirhonnurmadvoda@mail.com.

Рецензент: Олимзода А.Р. – к.х.н., доцент
Дангаринского государственного
университета

ВЛИЯНИЕ ГАЛЛИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА AlV0.1

Рахмонзода М. Ф., *Ганиев И.Н., *Окилов Ш.Ш., **Сафаров Б.С.

Дангаринский государственный университет

*Институт химии им. В.И. Никитина НАНТ

**Таджикский технический университет имени М.С.Осими

Введение

Алюминий для проводников находит широкое применение в обмотках, монтаже, при прокладке электролиний, а также в качестве жил кабелей, где главное достоинство алюминия – его малый вес: при эквивалентном сопротивлении алюминиевый провод вдвое легче, чем медный, хотя его площадь поперечного сечения примерно в 1,6 раза больше. Алюминиевые провода могут использоваться без изоляции благодаря наличию на поверхности металла тонкой, но устойчивой пленки оксида Al_2O_3 , предохраняющей от коррозии и обладающей высоким электрическим сопротивлением.

Микроструктура сплавов на основе алюминия критически важна для формирования их механических характеристик, включая прочность, деформируемость и устойчивость к износу. Она определяется химическим составом сплава, технологиями обработки и режимами охлаждения. Галлий существенно влияет на микроструктуру алюминия, особенно в контексте его активации и модификации поверхностных свойств. Реакция галлия с алюминием способна приводить к формированию жидкометаллических фаз, что оказывает влияние на механические параметры материала. Галлий способен изменять прочность алюминия за счет поверхностных эффектов, что может быть полезно в технологических процессах обработки [1].

В металловедении значительная роль отведена микроскопическому анализу строения металлов и сплавов. Суть данного метода, отраженная в его наименовании, заключается в визуальном исследовании металлической структуры с использованием микроскопа, как правило, с увеличением в диапазоне от 50 до 2000 крат. Проведение микроскопического анализа структуры металлов и сплавов осуществляется на предварительно подготовленных микрошлифах, представляющих собой плоско отшлифованную поверхность исследуемого фрагмента образца. [2].

Для улучшения механической прочности проводов из алюминия часто прибегают к процессу легирования, где важнейшим критерием при этом

является сохранение высокой электропроводности. Добавки, как правило, укрепляют алюминий, но одновременно ухудшают его проводящие свойства.

Для этого решением может стать подбор таких легирующих элементов, которые, эффективно повышая прочность, оказывают минимальное негативное влияние на электропроводность, и их добавление позволяет достичь желаемого увеличения прочности алюминиевых проводов без существенной потери их электротехнических характеристик. [3].

Алюминий и его сплавы, благодаря своим свойствам, активно используются в электротехнике как конструкционные и проводниковые компоненты, и как проводник, алюминий выделяется высокой электро- и теплопроводностью, уступая по распространенности лишь меди.

Этот металл также примечателен своей небольшой плотностью, отличной устойчивостью к коррозии при атмосферном воздействии и способностью противостоять агрессивным химическим веществам и элементам, и конечно же, эти качества обеспечивают его востребованность в различных областях применения. [4, 5].

Применение алюминия и сплавов на его основе в производстве электрооборудования, такого как распределительные устройства, опоры ЛЭП, корпуса электромоторов, автоматические выключатели и прочее, регулируется специализированными стандартами или общепринятыми конструкторскими нормами. Использование алюминия в роли проводника тока экономически оправдано, поскольку стоимость этого металла на рынке существенно ниже стоимости меди. Более того, цена алюминия характеризуется относительной стабильностью в течение длительного времени [4, 5].

Ванадий вводят в сплавы с помощью лигатур, которые получают двумя основными способами: сплавлением чистых компонентов и восстановлением легирующего металла из его соединений [6].

В научных публикациях можно найти информацию о воздействии ванадия на характеристики алюминиевых сплавов. В частности, в источнике [7] указывается, что добавление ванадия влечет за собой рост удельного электросопротивления в пределах его растворимости в алюминии. При этом, увеличение составляет примерно $0,4 \div 0,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ на каждые 0,1% добавленного V. Также, в работе рассмотрена зависимость электросопротивления от температуры. Введение 1,0% V в алюминиевый сплав приводит к уменьшению магнитной восприимчивости на 15%.

Влияние ванадия на механические свойства незначительно; наблюдается небольшой рост прочности при малых концентрациях ванадия, по-видимому, из-за уменьшения размера зерна. Увеличение жаростойкости можно объяснить присутствием мелкодисперсных оксидов. Каждый процент добавленного

ванадия повышает модуль упругости на 2250 Мн/м². Ванадий также способствует увеличению температуры рекристаллизации алюминия. Упрочнение пересыщенных Al-V сплавов, полученных путем закалки из жидкой фазы, происходит исключительно при высоких температурах [7].

Галлий обычно присутствует в бокситах в качестве примеси; в техническом алюминии его содержание может достигать 0.01% по массе. Считается, что такое количество галлия практически не влияет на характеристики алюминия, поэтому сплавы обычно не анализируют на его наличие, и согласно большинству исследований, галлий и алюминий образуют простую эвтектическую систему с эвтектической точкой, расположенной близко к галлиевой стороне диаграммы состояния, а именно при 98% Ga и температуре 26,50С.

Растворимость галлия в твердом алюминии варьируется в пределах 15-10% при эвтектической температуре, в то время как растворимость алюминия в галлии очень мала. Подробно изучены термодинамические параметры сплавов, а также их структура. Электрическое сопротивление линейно возрастает до отметки 2,87·10⁻⁸ Ом·м при концентрации 2,27% Ga и достигает пикового значения при 85% Ga. Расчетные показатели электросопротивления расплавов имеют недостаточную точность. Магнитная восприимчивость демонстрирует незначительное снижение. Поверхностное натяжение алюминия снижается при добавлении галлия [7-9].

Данная работа направлена на изучение того, как добавление галлия сказывается на строении проводникового сплава на основе алюминия AlV0.1.

Материалы и методики исследования

Алюминиевые сплавы с тройным легированием, а именно сплав AlV0.1, дополненный галлием, производились в лабораторной печи сопротивления шахтного типа (СШОЛ) при температурах в диапазоне от 750 до 800°С. Содержание галлия в созданных сплавах находилось в пределах от 0,01 до 1,0 мас. %, и его количество определялось посредством гравиметрического анализа. Ванадий добавлялся в расплавленный алюминий в виде лигатуры Al+1,0 мас. %V, полученной из алюминия марки А5 (содержание 99,5 мас. % по ГОСТ 11069), ванадия марки ВнМ-1 (содержание 99,9 мас. % по ГОСТ 26473.13-85) и технического галлия марки Гл-0 (ГОСТ 12797-77). Произведенные сплавы были направлены на химический анализ в Центральную заводскую лабораторию Таджикской алюминиевой компании ОАО «ТалКо» (расположенной в г. Турсунзаде, Республика Таджикистан).

Анализ микроструктуры является ключевым методом исследования сплавов. Он позволяет оценить влияние различных видов деформационной и термической обработки на свойства готовых изделий из алюминия, а также

выявлять причины возникновения дефектов. Исследования дают возможность точно определить границы однородных и неоднородных участков, отслеживать изменения микроструктуры в зависимости от состава сплава и обнаруживать наличие интерметаллических фаз. Микроструктура алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, модифицированного галлием, изучалась с использованием светового микроскопа модели КР-L3230-2К (см. рис. 1).

Микроскопический анализ металлов и сплавов, или сокращенно микроанализ, представляет собой изучение структуры материала под микроскопом на специально подготовленных образцах, называемых микрошлифами. Процесс подготовки микрошлифа начинается с вырезки образца из определенной зоны исследуемого объекта. Выбор этой зоны определяется целью исследования (например, вблизи излома или трещины). Для удобства подготовки микрошлифов используются образцы цилиндрической или квадратной формы с диаметром или стороной квадрата от 10 до 20 мм и высотой от 10 до 30 мм. Подготовленный образец шлифуется на шлифовальной бумаге разной зернистости, начиная с абразивной бумаги с зернистостью 150-50 мкм и заканчивая бумагой с микронной зернистостью (20-5 мкм), до полного исчезновения рисок. При переходе к более тонкой бумаге необходимо очищать образец и менять направление шлифовки на 90 градусов. Шлифовка проводится на специальных станках с вращающимися дисками или лентами, на которых закреплена шлифовальная бумага. Полировка осуществляется на вращающихся кругах диаметром 250 мм, обтянутых грубой тканью (для предварительной полировки) или войлоком (для окончательной полировки). Исследования проводились с использованием методик, описанных в работах [10-12].



Рис. 1. Микроскоп KP-L3230-2K

Из произведенного расплава изготавливались цилиндрические заготовки с габаритами 10-16 мм в диаметре и 5-10 мм в длину для изучения их микроструктурных особенностей. Перед дальнейшим анализом, каждый образец подвергался шлифовке и очистке спиртовым раствором, а затем помещался в водный раствор плавиковой кислоты (HF) с концентрацией 0.05%. Длительность химического травления варьировалась от 10 до 20 секунд. После завершения процесса травления, микрошлиф тщательно промывался под струей воды и аккуратно высушивался посредством прикладывания к фильтровальной бумаге.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Для изучения микроструктуры сплавов использовался микроскоп модели «KP-L3230-2K». На рисунке 2 в качестве иллюстрации приведены микрофотографии образцов алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, полученные до и после введения модификатора – галлия.

Введение галлия в алюминиевый проводниковый сплав AlV0.1 приводит к уменьшению размера его структурных элементов, и в соответствии с диаграммой фазового равновесия системы Al-V, структура сплава состоит из следующих фаз: первичные кристаллы соединения Al₁₀V, находящиеся в матрице твердого раствора на основе алюминия, и эвтектическая (или частично перитектическая) смесь кристаллов AlV0.1 с α (Al).

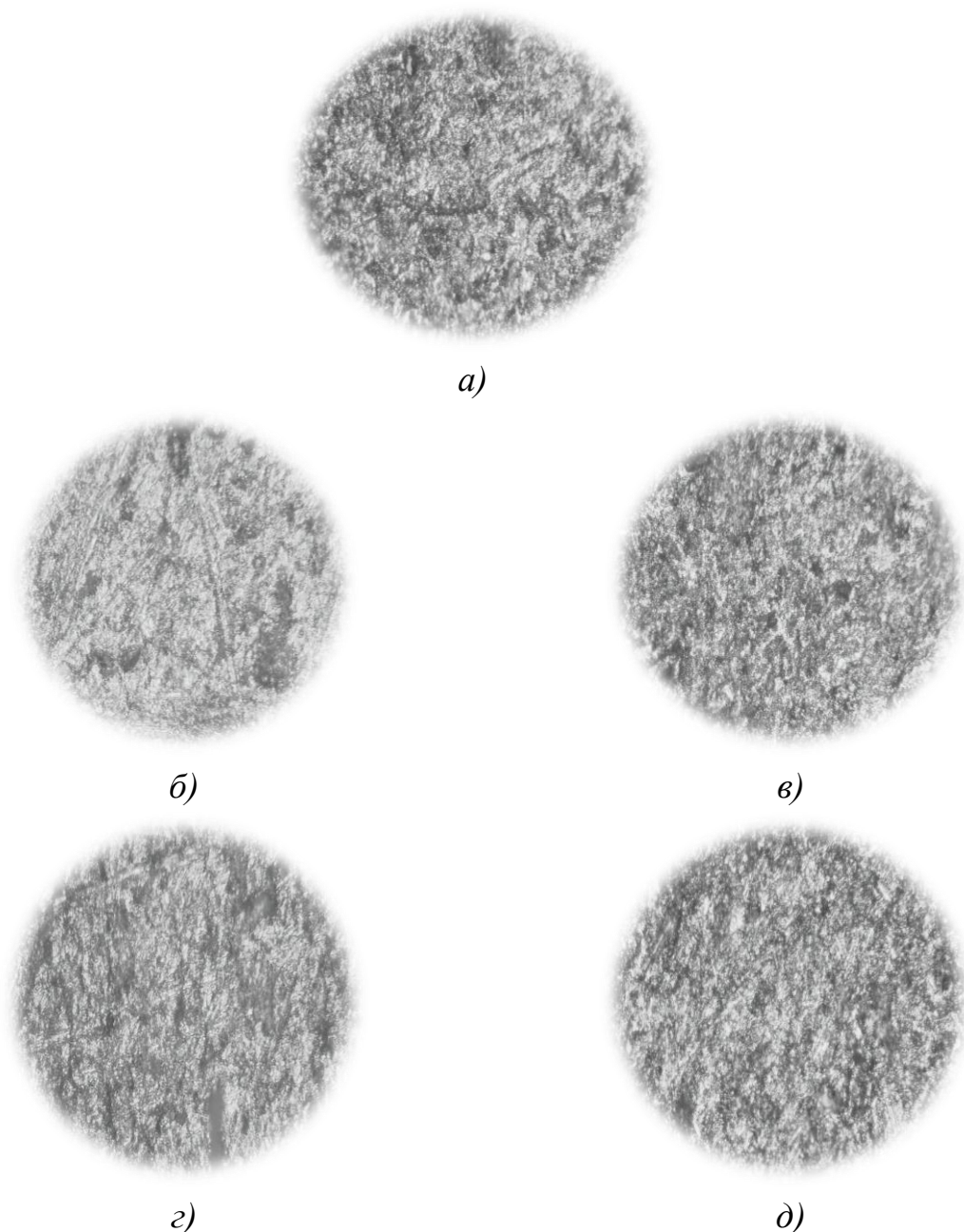


Рис. 2. Микроструктуры (x500) алюминиевого проводникового сплава *AlV0.1* (а), содержащего галлий, мас. %: 0,01(б); 0,1(в); 0,5(г); 1,0(д).

Введение добавок галлия в количестве до 1,0% от общей массы оказывает заметное влияние на структуру материала, приводя к существенному уменьшению размера зерен, и в конечном итоге это приводит к формированию более однородной и мелкозернистой микроструктуры по сравнению с исходным сплавом. Проведенные исследования показали, что структура анализируемых сплавов характеризуется единообразием. Она состоит из твердого раствора алюминия с включениями иных фазовых составляющих.

Выводы

Микроструктурный анализ, как известно, позволяет исследовать примесные включения, степень деформации, размер и ориентацию зёрен, а

также определить характер и распределение второй фазы, и в этом направлении проведение детальных микроструктурных исследований сплавов в литом, гомогенизированном и термообработанном состояниях даёт возможность получить полное представление о фазовом составе материала в твёрдом состоянии.

Так как микроструктура алюминиевого проводникового сплава **AlV0.1** представляет собой твёрдый раствор алюминия с эвтектическими включениями, количество и размер которых зависят от содержания модифицирующего элемента в сплаве, и при относительно низких концентрациях галлия сплав имеет достаточно крупнозернистую структуру, и увеличение доли модифицирующего компонента приводит к измельчению зёрен, в результате чего структура сплава **AlV0.1** становится более однородной и мелкозернистой.

В итоге микроструктурные исследования показали, что добавление галлия до **1,0 мас. %** способствует существенному измельчению структурных элементов данного алюминиевого сплава.

Литература

1. *Усов В.В., Займовский А.С.* Проводниковые, реостатные и контактные материалы. Материалы и сплавы в электротехнике Том II. -М.: Госэнергоиздат, 1957-184 с.
2. *Луц А.Р., Суслина А.А.* Алюминий и его сплавы. Самара: Самарск. Гос. тех. универ. 2013-81 с.
3. *Белецкий В.М., Кривов Г.А.* Алюминиевые сплавы (Состав, свойства, технология, применение). - Под ред. *И.Н. Фридляндера*. К.: Комитех. 2005-365с.
4. Алюминиевые сплавы: свойства, обработка, применение / Отв. ред. *Л.Х. Райтбарг*. - Изд. 13-е, перераб. и доп. -М.: Металлургия, 1979. - 679 с.
5. Промышленные алюминиевые сплавы отв. Ред. *М.Б. Альтман*. Металлургия, 1984. -528 с.
6. *Васильев Е.Б., Ленская Е.В.* Тенденции развития кабельной промышленности в странах Юго-Восточной Азии (Заседание Генеральной Ассамблеи АWССА 2020) // Кабели и провода. 2021. № 1 (387). С. 35-43.
7. *Мондольфо, Л.Ф.* Структура и свойства алюминиевых сплавов / Пер. с англ. – М. Металлургия. 1979. – 640 с.
8. *Денисова Э.И., Карташов В.В., Рычков В.Н.* // Прикладное материаловедение: металлы и сплавы // 2018. - С. 214.

9. Меркулова Г.А. Металловедение и термическая обработка цветных сплавов (конспект лекций). Красноярск. 2007-263с.
10. Окилов Ш.Ш., Ходжаназаров Х.М., Ганиев И.Н., Саидов С.С. Влияние добавок лития, натрия и калия на микроструктуру и механические свойства свинцово-сурьмяного сплава ССu3 // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2024. – № 4(103). – С. 87-97.
11. Ганиев И.Н., Ходжаназаров Х.М., Исмонов Р.Д., Файзуллоев У.Н. Влияние добавок лития, натрия и калия на микроструктуру и механические свойства свинцового баббита Б(PbSb15Sn10) // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2024. – № 3(67). – С. 31-36.
12. Исмонов Р.Д. Микроструктура алюминиевого сплава AlBe1 с таллием и фазовый состав продуктов их окислений // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2023. №3 (63) - С. 59-63.

ВЛИЯНИЕ ГАЛЛИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОВОДНИКОВОГО СПЛАВА AlV0.1

Аннотация: В работе представлены результаты изучения микроструктуры алюминиевого проводникового сплава AlV0.1, легированного галлием. Наблюдаются частицы интерметаллических фаз, образовавшихся в процессе кристаллизации сплава. Количество и размер частиц второй фазы в конечном итоге влияют на механические свойства исходного сплава AlV0.1. Повышение концентрации легирующего компонента измельчает структуру, и она становится однородной и мелкозернистой.

Ключевые слова: алюминиевый проводниковый сплава AlV0.1, галлия, микроструктура.

EFFECT OF GALLIUM ON THE MICROSTRUCTURE OF ALUMINUM CONDUCTOR ALLOY AlV0.1

Annotation: The paper presents the results of studying the microstructure of an aluminum conductor alloy AlV0.1 doped with gallium. Particles of intermetallic phases formed during the crystallization of the alloy are observed. The number and size of the particles of the second phase ultimately affect the mechanical properties of the initial alloy AlV0.1. Increasing the concentration of the alloying component grinds the structure, and it becomes homogeneous and fine-grained.

Keywords: aluminum conductor alloy AlV0.1, gallium, microstructure.

ТАЪСИРИ ГАЛЛИЙ БА МИКРОСТРУКТУРАИ ХЎЛАИ НОҚИЛИИ АЛЮМИНИЙИ AlV0.1

Аннотатсия: Дар кор натиҷаҳои омӯзиши микроструктураи хӯлаи ноқилии алюминийи AlV0.1, бо иловаи галлий оварда шудааст. Қисмҳои

фазаҳои интерметаллӣ, ки дар раванди кристаллизатсияи ҳӯлаи он ба вучуд омадаанд, мушоҳида карда мешаванд. Микдор ва андозаи зарраҳои металл ба хосиятҳои механикии ҳӯлаи ноқилии алюминийи AlV0.1 таъсир мерасонанд. Афзоиши консентратсияи галлий сохтори ҳӯларо майда мекунад ва он якхела майдоначадор мешавад.

Калимаҳои калидӣ: алюминийи ноқилии AlV0.1, галлий, микроструктура.

Сведения об авторах:

Раҳмонзода Маҳмадулло Файзулло - соискатель кафедры строительства архитектуры, факультета инженерии и архитектуры, Дангаринский государственный университет.

Ганиев Изатулло Наврузович – д.х.н., профессор, академик Национальной академии наук Таджикистана, заведующий лабораторией «Коррозионностойке материалы» Института химии им. В.И. Никитина НАНТ. **E-mail:** ganiev48@mail.ru.

Окилов Шаҳром Шукурбоевич – старший научный сотрудник Института химии им. В.И. Никитина НАНТ. **E-mail:** Okilov70070@mail.ru.

Сафаров Баҳриддин Саидович – к.т.н., и.о. доцента кафедры технологии машиностроения, металлорежущие станки и инструменты Таджикского технического университета им. М.С. Осими. **E-mail:** Baha_1985@mail.ru.

Маълумот дар бораи муаллифон:

Раҳмонзода Маҳмадулло Файзулло – унвонҷӯи кафедраи сохтмони меъморӣ факултети муҳандисӣ ва меъморӣ, Донишгоҳи давлатии Данғара.

Ганиев Изатулло Наврузович – д.и.х., профессор, академики Академии миллии илмҳои Тоҷикистон, мудири озмоишгоҳи “Маводҳои ба коррозия устувор”-и Институти химияи ба номи В.И.Никитини АМИТ. **E-mail:** ganiev48@mail.ru.

Окилов Шаҳром Шукурбоевич -ҳодими калони илмии Институти химияи ба номи В.И. Никитини АМИТ. **E-mail:** Okilov70070@mail.ru.

Сафаров Баҳриддин Саидович – н.и.т, и.в. дотсенти кафедраи технологияи мошинсозӣ, дастгоҳҳо ва асбобҳои металлбурии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осими. **E-mail:** Baha_1985@mail.ru.

About the authors:

Rahmonzoda Mahmadullo Fayzullo - is a candidate for the Department of Construction Architecture, Faculty of Engineering and Architecture, Dangara State University.

Ganiev Izatullo Navruzovich – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Head of the Laboratory "Corrosion-resistant Materials" of the V.I. Nikitin Institute of Chemistry of the National Academy of Sciences of Tajikistan. **E-mail:** ganiev48@mail.ru.

Okilov Shahrom Shukurboevich - is a Senior Researcher at the V.I. Nikitin Institute of Chemistry of the National Academy of Sciences of Tajikistan, **E-mail:** Okilov70070@mail.ru.

Safarov Bahriddin Saidovich - Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering, Metal-Cutting Machines and Tools of the Tajik Technical University named after M.S. Osimi, **E-mail:** Baha_1985@mail.ru.

**КОРКАРДИ ТЕХНОЛОГИЯИ ҒАНИГАРДОНИИ МАЪДАНИ
СУЛФИДИИ СУРМАЮ ТИЛЛОДОР**

**Самихзода Ш.Р., Шамсиддинов А.И., Сорбони Саидҷалол
Институти кимиёи ба номи В. И. Никитин АМИ Тоҷикистон**

Тамоилҳои ҳозираи тараққиёти як қатор соҳаҳои техникӣ тезондани афзоиши истеҳсоли металлҳои рангаро талаб мекунад. Тилло ва сурма ба туфайли як қатор хосиятҳои пурқимат дар хоҷагии халқ торафт бештар истифода мешаванд. Хеле зиёд шудани сарфи тилло ва сурма талаб мекунад, ки коркарди комплекси маъдан зиёд карда шавад. Мушкилот ва самарайи иқтисодии истифодаи маъданҳои металлҳои ранга бо самарайи раванди ғанигардонӣ муайян карда мешавад [1, с.36; 2, с.99].

Ҳангоми ғанӣ гардондани маъданҳои тилло-сурмадор ҷудошавии маъданҳои оксидшудаи сурма хеле душвор аст. Чун қоида, танҳо ҳамон қисми оксидҳо, ки бо антимонит дар ҳамбастагӣ мебошанд, ба концентрат ҷудо карда мешаванд, дар ҳоле ки қисми асосии оксидҳо дар партовгоҳ ҳам мешаванд. Дар баробари ин маъданҳои оксидшуда дар захираи умумии сурма ҳиссаи муайяни калонро ташкил медиҳанд. Масъалаи бой гардондани маъданҳои тилло-сурма ҳалли қаноатбахшро талаб мекунад [3, с.533; 4, с.152].

Дар амалияи ҷаҳонӣ ҳангоми коркарди маъданҳои оксидшавандаи душворфасли металлҳои вазнини ранга тамоюли истифодаи усулҳои омехта, аз ҷумла амалиёти гидро- ё пирометаллургӣ дар маҷмӯи бо флотатсия ё ғанигардонии гравитатсионӣ вобаста ба хусусиятҳои таркиби моддии маъданҳо мушоҳида мешавад [5, с.133; 6, 342; 7, с.584].

Маъдани сурмадор вобаста ба таркиб ва хусусиятҳои минералиаш ба навъҳои зерин тақсим мешавад: маъданҳои сурмадори хос ва мураккаб. Дар таркиби маъданҳои сурма асосан оксидҳои сурма ва антимонит мавҷуданд, ки асосан бо стибиконит, валентинит, кермезит, гидроромеит ва ғайра ифода карда мешаванд. Минералҳои охирин ба маъданҳои минтақаи оксидшуда дохил мешаванд ва дар баробари сулфидҳо дар минтақаи омехтаи сулфидию оксидӣ конҳои сурма ҷойгиранд [8, с.113; 9, с.132; 10, с.270].

Дар асоси таҳлили химиявии маъдани кони Канҷоч қисмҳои зерин муайян карда шуданд (ҷадвали 1).

Ҷадвали 1. Натиҷаи таҳлили химиявии маъдани ибтидоӣ

Компонентҳо	Миқдор, %
SiO ₂	62,55
Al ₂ O ₃	11,96
Fe ₂ O ₃	3,84
FeO	2,10
MnO	0,02
TiO ₂	0,46
MgO	1,82
CaO	2,23
K ₂ O	1,34
Na ₂ O	0,90
P ₂ O ₅	0,19
S _{уму.}	0,09
CO ₂	1,46
Sb	2,80
Hg	0,07
Au	3,1 г/т
Ag	1,7 г/т
Т.д.о. «П.П.П.»	8,17
Ҷамағӣ	100

Таҳлили элакии тақсимои сурма аз рӯи синфҳои андозаи маъдан нишон медиҳад, ки баромади максималӣ (26,8%) ба синфи калонии «2,0+1,0 мм» рост меояд. Аммо концентратсияи сурма дар синфҳои хурдтар меафзояд. Аз ҷумла, дар синфи - 0,063 мм сурма 4,7 %-ро ташкил медиҳад ва маҳз дар ҳамин синф 26,5 % аз миқдори умумии металл ҷамъ шудааст (ҷадвали 2). Ин натиҷаҳо нишон медиҳанд, ки синфҳои хурдтари маъдан концентратсияи баланди сурма доранд, ки ин метавонад ҳангоми интихоби технологияи оптималии ғанигардонӣ муҳим бошад.

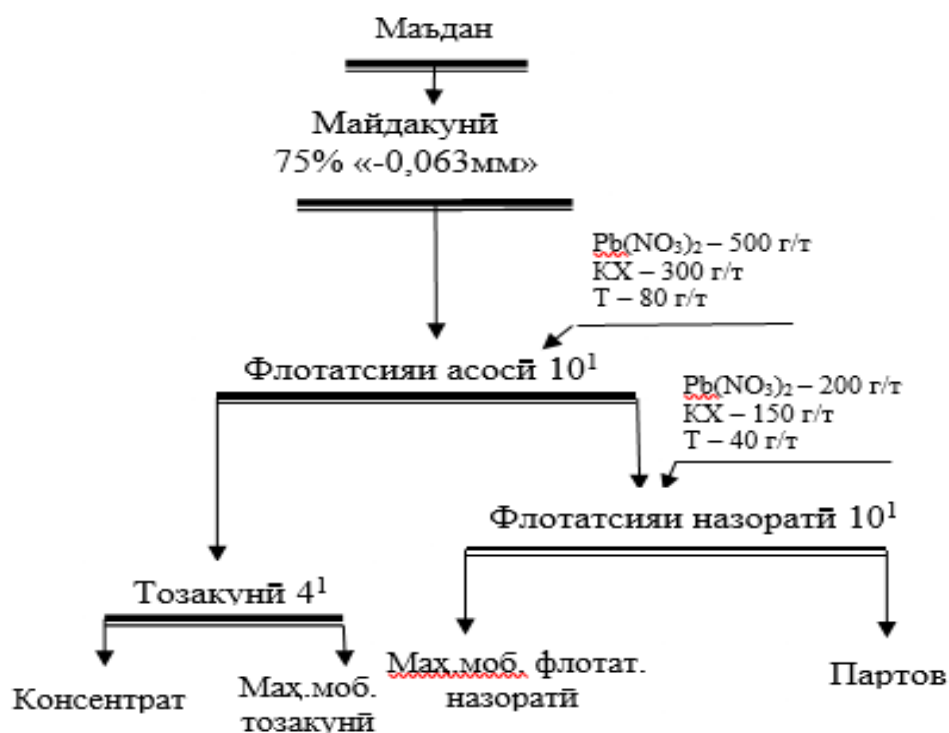
Ҷадвали 2. Тақсимои сурма аз рӯи синфҳои андозаи маъдан

Калонии синф (мм)	Баромад		Миқдори Sb, %	Тақсимои Sb аз рӯи синф, %	Тақсимои умумӣ Sb Аз рӯи синф, %
	г	%			
-2,0+1,0	26,8	26,8	1,86	19,0	19,0
-1,0+0,63	16,1	42,9	1,53	9,4	28,4
-0,63+0,315	15,7	58,6	1,77	10,6	39,0
-0,315+0,125	14,2	72,8	3,15	17,0	56,0
-0,125+0,063	12,5	85,3	3,69	17,5	73,5
-0,063	14,7	100	4,74	26,5	100
Маъдани ибтидоӣ	100		2,8	100	

Барои иҷрои вазифае, ки дар назди мо гузошта шуда буд, ин тартиботи технологияи флотатсияи маъдани кони Канчочро кор карда баромадан буд.

Барои гузарондани тадқиқот таҷрибаҳои пешакӣ оид ба майдакунии маъдан гузаронда шуд. Ҳангоми муайян кардани шароит ва параметрҳои коркарди флотатсияи маъданҳои тиллову мисдор омилҳои мухталифе, ки ба раванди флотатсия таъсир мерасонанд, омӯхта шуданд, аз қабилӣ: дараҷаи майдашавии маъдан пеш аз флотатсия ва режими реагентии флотатсия.

Барои тадқиқоти минбаъда нозукии зарурии майдакунии маъданро муқаррар кардан лозим буд. Бо ин мақсад намунаҳои маъдан дар муҳлатҳои гуногуни майдакунӣ майда карда шуд. Дар ин ҳолат шартҳои зерин иҷро карда шуданд: намунаи маъдан - 250 грамм, таносуби С:М:САҚ - 1:1:6. Вақти майдакунӣ аз 10 то 30 дақиқа тағйир дода шуд. Барои омӯзиши минбаъда вақти майдакунӣ 20 дақиқа гирифта шуд, ки ба 75 % синфи «-0,063 мм» рост меояд. Тадқиқоти пешакӣ флотатсия аз рӯи нақша (расми 1) гузаронида шуд, ки флотатсияи асосӣ ва назоратиро дар бар мегирад. Вақти ҳар кадоми флотатсияи асосӣ ва назоратӣ 10 дақиқаро дар бар мегирифт.



Расми 1. Нақшаи таҳқиқоти пешакӣ флотатсия

Натиҷаи таҷрибаҳои флотатсияи маъдани кони Канчоч дар чадвали 3 оварда шудаанд. Сарфи нитрати сурб 500 г/т, сарфи бутилксантат аз 150 то 300 г/т ва Т-80 ҳамчун кафкунак истифода мешуд.

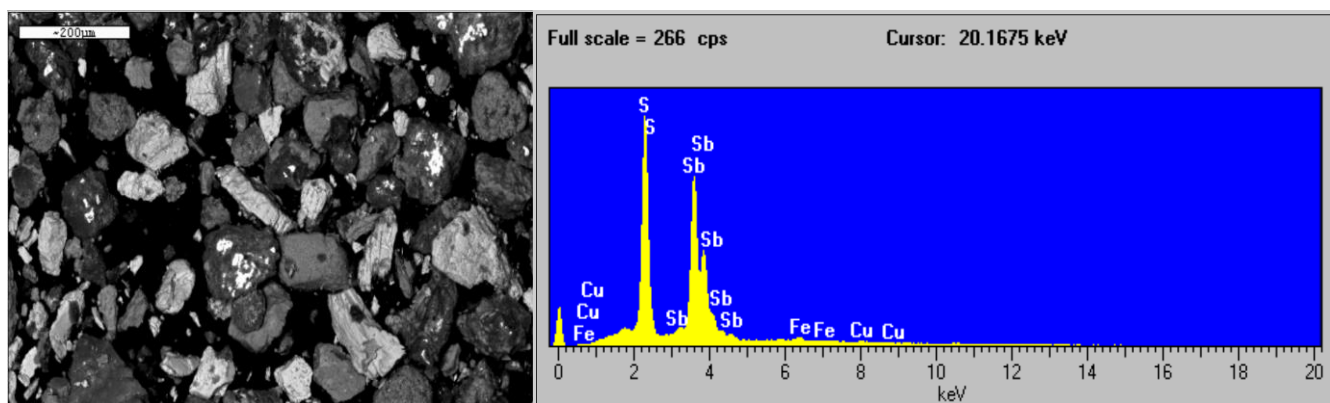
Ҳамин тавр, концентрати сурма бо таркиби 34,5 % ва ҷудошавии сурма дар он 70,3 % ба даст оварда шуд.

Ҷадвали 3. Натиҷаи флотатсияи маъдани сурмадори кони Канчоч

Номгӯи маҳсулотҳо	Баромад, %	Микдори Sb, %	Ҷудошавии Sb, %	Сарфи фаъолкунанда, г/л
Концентрат	5,68	34,52	70,32	Нитрати сурб - 500
Маҳ.моб.тозакунӣ	2,58	3,68	3,40	
Маҳ.моб.назоратӣ	3,54	2,51	3,19	
Партов	88,20	0,73	23,09	
Маъдан	100	2,79	100	
Концентрат	6,12	39,32	74,55	Нитрати сурб - 500
Маҳ.моб.тозакунӣ	2,88	3,44	3,65	
Маҳ.моб.назоратӣ	4,06	2,97	4,05	
Партов	86,94	0,58	17,75	
Маъдан	100	2,82	100	
Концентрат	5,43	40,13	75,61	Купороси мис - 500
Маҳ.моб.тозакунӣ	3,04	3,97	4,19	
Маҳ.моб.назоратӣ	3,91	3,24	4,39	
Партов	87,62	0,52	15,81	
Маъдан	100	2,98	100	

Бо истифода аз микроскопи электронии сканерӣ (JSM-35CF, JEOL) маълумот дар бораи якзайл тақсим шудани элементҳои асосӣ (Sb, S, Fe, Cu) дар намунаҳои маъдан ва концентрат ба даст оварда шуд. Дар расми 2 микрорасмҳои намуна ҳангоми калонкунии аз 1000 то 25000 маротиба нишон дода шудаанд.

Дар расми 3 спектри электронии микроскопии таркиби элементии фазаи саҳти концентрати сурма ба даст оварда шудааст. Таҳлили энергетикӣ дисперсивӣ (EDS) элементҳои асосии Sb, S, Fe, Cu-ро равшан ошкор намуда, ба вуҷуд омадани як қатор фазаҳои сурмаро тасдиқ мекунад. Таҳлили микро-рентген-спектралии маҳсулоти ҷудошудаи концентрати флотатсионӣ нишон дод, ки ба таркиби концентрат омехтаҳои мураккаби антимонит бо пирит ва арсенопирит, оксидҳои оҳан ва кварс мегузаранд.

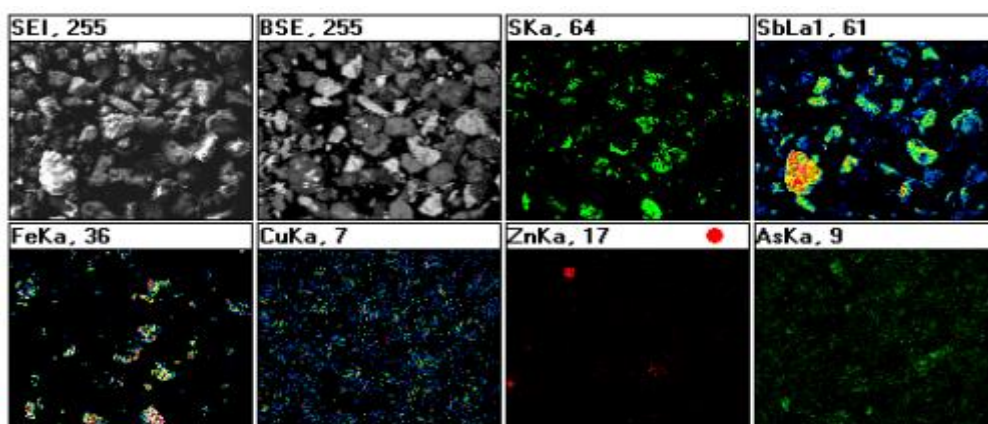


Расми 2. Микрофотог- **Расми 3.** Таркиби химиявии элементии рафияи концентрат. JSM- микроскопии электронӣ 35 CF, JEOL

Натиҷаҳои бадастомада тасдиқ мекунанд, ки концентрати омӯхташуда ба стандартҳои эълоншудаи сифат мувофиқат мекунад.

Дар расми 4 таркиби химиявии концентрати флотатсионии сурма бо ёрии микроскопияи электронӣ нишон дода шудааст. Тасвир дар реҷаи электронии баракси пароканда (BSE) дар бораи тақсими зичии мавод маълумот медиҳад, ки имкон медиҳад минтақаҳои дорои рақамҳои атомии гуногун фарқ кунанд. Харитаҳои тақсими элементҳо концентратсия ва маҳалли ҷойгиршавии ҷузъҳои асосии концентрат Sb, S, Fe ва Cu нишон медиҳад.

Ҳамин тавр, таркиби химиявӣ минералогии маъдан омӯхта, дар маъдани ибтидоии сурмадори кони Канҷоч ғанигардонии флотатсионӣ гузаронда шуд. Усули оптималии реагентии раванди флотатсионӣ кор карда баромада шуд, ки барои ба даст овардани концентрати кондитсионӣ бо миқдори 40,13 % ва ҷудошавии 75,61 % сурма дар концентрат имконият медиҳад.



Расми 4. Концентратҳои флотатсияи бадастомада дар электронҳои инъикосшудаи BSE ва харитаи тақсими элементҳои нишондодашуда дар он.

Адабиёт

1. *Горишков Е.Н.* Отчет по поисковым и геолого-геохимическим работам за 1972-1974 гг в Канчочском рудном районе / *Е.Н. Горишков, Н.В. Ликорчук* // Фонды ТГУ. 1974.
2. *Зинченко З.А., Самихов Ш.Р.* Комбинированная технология переработки золотосодержащей руды месторождения Чоре / Горный журнал. – 2006. – № 6. – С. 99 – 100.
3. *Самихов Ш.Р.* Технология обогащения руд нижних горизонтов Джижикрутского месторождения / *Ш.Р. Самихов, Х.И. Холов, З.А. Зинченко* // Доклады АН РТ. 2017. Том 60. - № 10 - С. 533-538.
4. *Вазиров К.В.* Особенности положения Кончочского рудного поля в региональных тектонических структурах Зеравшано-Гиссарского сурьмяно-ртутного пояса как фактор его многокомпонентности / *К.В. Вазиров* // Доклады НАНТ. 2007. Т. 50. № 2-8. С. 151-158.
5. *Samikhov Sh.R.* Research and development of mathematical models for the process of processing gold, copper-containing concentrates / *Sh.R. Samikhov, G.N. Solekhova, N. Shermatov* // Вестник ТНУ (научный журнал). Серия естественных наук. – 2024. – № 1. – С. 131-140.
6. *Мельников С.М.* Сурьма / *С.М. Мельников, А.А. Розловский, А.М. Шуклин* // М.: Металлургия, 1977. 536 с.
7. *Рахимов Х.Ш.* Хлорирующий обжиг механоактивированных сульфидных концентратов сурьмы хлоридом натрия / *Х.Ш. Рахимов, А.А. Кодиров, А. Бадалов* // Доклады НАНТ. 2021. Т. 64. № 9-10. С. 583-587.
8. *Соложенкин П.М.* Технология обогащения и переработки золотосурьмяных руд и концентратов / *П.М. Соложенкин* // Прогрессивные технологии комплексной переработки минерального сырья, под ред. *В. А. Чантурия*. - М.: Изд. дом “Руда и металлы”. 2008. - С. 112 -119.
9. *Бадалов Дж.Н.* Предварительное обогащения руды месторождения «Зарнисор» гравитационным методом с целью улучшение качество конечного продукта / *Дж.Н. Бадалов, Ш.Р. Самихзода* // Вестник ТНУ. Серия естественных наук. – 2024. – № 1. – С. 131-140.
10. *Самихов Ш.Р.* Технология переработки свинцово-цинковых руд методом флотации / *Ш.Р. Самихов, Дж.Н. Бадалов, А.И. Шамсиддинов* // Доклады Национальной академии наук Таджикистана. – 2024. – Т.67. № 5-6. С. 268-274.

КОРКАРДИ ТЕХНОЛОГИЯИ ҒАНИГАРДОНИИ МАЪДАНИ СУЛФИДИИ СУРМАЮ ТИЛЛОДОР

Фишурда. Дар ин мақола таҳқиқотҳо оид ба коркарди тартиботи реагентӣ барои флотатсия ғанигардони маъданҳои сурма-тиллои кони Канчоч баррасӣ мешаванд. Натиҷаи тадқиқоти гузаронидашуда ба коркарди хати технологӣ, ки имкон медиҳад, концентрати сурмадор бо миқдори 34,5 % ва ҷудошавии сурма дар он 70,3 %-ро ташкил диҳад. Илова ба натиҷаҳои асосӣ, дар мақола инчунин тасвирҳои концентратҳо, ки дар электронҳои инъикосшудаи BSE, дар нури инъикосшуда ва аксҳои концентрат дар зер микроскопи бинокулярӣ ба даст оварда шудаанд, оварда шудаанд.

Калимаҳои калидӣ. флотатсия, сурма, концентрат, бутилксантат, коркард, ҷудошавии металлҳо, нитрати сурб, микроскопи электронӣ.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ СУЛЬФИДНОЙ СУРЬМЯНО- ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД

Аннотация. в данной статье рассматриваются исследования по разработке реагентного режима флотационного обогащения сурьмяно-золотосодержащих руд Канчочского месторождения. Итогом проведённого исследования стала разработка технологической схемы, позволяющей получать сурьмяный концентрат с содержанием 34,5 % и извлечением в него сурьмы – 70,3 %. Кроме основных результатов, в статье также приведены картинки концентратов, полученные в отраженных электронах BSE, в отраженном свете и фотографии концентрата под бинокулярным микроскопом.

Ключевые слова. флотация, сурьма, концентрат, бутилового ксантогената, переработка, извлечение металлов, азотнокислого свинца, электронный микроскоп.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR ENRICHMENT OF SULFIDE ANTIMONY- GOLD-BEARING ORES

Annotation. This article discusses the research on the development of a reagent mode for flotation enrichment of antimony-gold-bearing ores of the Kanchoch deposit. The result of the study was the development of a process flowsheet that allows obtaining antimony concentrate with a content of 34,5 % and extracting 70,3 % of antimony into it. In addition to the main results, the article also provides images of concentrates obtained in reflected electrons BSE, in reflected light and photographs of the concentrate under a binocular microscope.

Key words: flotation, antimony, concentrate, butyl xanthate, processing, extraction of metals, lead nitrate, electron microscope.

Маълумот дар бораи муаллифон:

Самихзода Шонаврӯз Раҳим – доктори илмҳои техникӣ, профессор, сарҳодими илмӣ ва озмоишгоҳи ғанигардонии маъдани Институту кимиёи ба номи В.И. Никитини АМИ Тоҷикистон. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, Душанбе. **Телефон:** (+992) 93 338 02 04. **E-mail:** samikhov72@mail.ru.

Шамсиддинов Асҳобиддин Исомиддинович – докторанти PhD-и Институту кимиёи ба номи В.И. Никитини АМИ Тоҷикистон. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, Душанбе. **Телефон:** (+992) 976485995. **E-mail:** ashobiddinshamsiddinov@gmail.com.

Сорбони Саидҷалол – докторант (PhD), Институту иқтисодиёт ва демографияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон. **Суроға:** Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Душанбе, н.Фирдавсӣ, кӯчаи Гулпарвар, хонаи 594, **Телефон:** (+992) 918515256 **E-mail:** sorbon.info@gmail.com.

Сведения об авторах:

Самихзода Шонаврӯз Раҳим – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории обогащения руд Института химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана. **Адрес:** Республика Таджикистан, Душанбе. **Телефон:** (+992) 93 338 02 04. **E-mail:** samikhov72@mail.ru.

Шамсиддинов Асҳобиддин Исомиддинович – докторант (PhD) Института химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана. **Адрес:** Республика Таджикистан, Душанбе. **Телефон:** (+992) 976485995. **E-mail:** ashobiddinshamsiddinov@gmail.com.

Сорбони Саидҷалол – докторант (PhD), Института экономики и демографии Национальной академии наук Таджикистана. **Адрес:** Республика Таджикистан, город Душанбе, р. Фирдавси, улица Гулпарвар, дом 594, **Телефон:** (+992) 918515256 **E-mail:** sorbon.info@gmail.com.

About the authors:

Samihzoda Shonavruz Rahim – Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Ore Beneficiation Laboratory of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan. **Address:** Republic of Tajikistan, Dushanbe. **Phone:** (+992) 93 338 02 04. **E-mail:** samikhov72@mail.ru.

Shamsiddinov Askhobiddin Isomiddinovich – PhD student of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan. **Address:** Republic of Tajikistan, Dushanbe. **Phone:** (+992) 976485995. **E-mail:** ashobiddinshamsiddinov@gmail.com.

Sorboni Saidjalol – PhD student, Institute of Economics and Demography, National Academy of Sciences of Tajikistan. **Address:** Republic of Tajikistan, Dushanbe, Firdavsi region, Gulparvar street, home 594, **Phone:** (+992) 918515256 **E-mail:** sorbon.info@gmail.com.

ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕПАРАТА КРЕОЛИНА ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ, ВЕТЕРИНАРИИ И САДОВО-ОГОРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Раджабов Ш.Х., *Нурматзода А.А., Самихзода Ш.Р.

Таджикский национальный университет

*Дангаринский государственный университет

Препарат креолин был создан параллельно немецкими и английскими химиками тоже в ходе исследований каменноугольной смолы; запатентован в 1857 г. как инсектицидное, акарицидное, овицидное и бактерицидное средство, а также как фунгицид, фумигант и препарат для дезинфекции помещений. В Первую Мировую войну креолин получил широчайшее распространение как антисептик-подсушиватель для обработки грязных, гноящихся, долго не заживающих ран – как бактерицид креолин эффективен действен против и грамположительных, и грамотрицательных бактерий; это та самая «карболка», которой насквозь провоняли тогдашние военно-полевые госпитали. Такая универсальность и высокая эффективность препарата в сочетании с низкой его ценой возродила актуальность креолина в наши дни. Но – ничего задаром не бывает. Химикат, буквально выжигающий все живое, безопасным быть не может [1].

Поэтому цель настоящей статьи – рассказать читателям, что есть креолин и как им правильно пользоваться в медицине, ветеринарии и садово-огородном хозяйстве. В состав препарата Креолин входят:

- Эмульгатор – раствор технического мыла, т.е. обычного натриевого, но не нормированного на содержание ПАВ, как «желтое» хозяйственное.
- Средние фракции каменноугольной смолы или тяжелого остатка перегонки нефти – минеральные масла с температурой выкипания (190-230)°С.
- Едкая щелочь (обычно гидроксид натрия NaOH, он же едкий натр).
- Ихтиол (ихтаммол) – битуминосульфонат аммония, вязкое вещество сложного состава с пределами выкипания(220-400)°С.

Канифоль сосновая – прилипатель[2].



Фенольный и активированный
креолин

Продажный Креолин – темная жидкость с резким характерным «гуашевым» запахом. Расфасовывается во флаконы от 100 мл, канистры до 20 л, пластиковые бочки по 30, 50 и 200 кг. С водой образует беловатую или сероватую эмульсию [3-4].

Креолин в настоящее время находит применение в след. областях:

1. В медицине – как лекарство от ряда заболеваний, см. далее;
2. В ветеринарии – как лечебно-профилактические и антипаразитарное средство;
3. Для дезинфекции/дезинсекции нежилых помещений;

В садоводстве и огородничестве как профилактический инсектоакарицид и репеллент широкого спектра действия [5].

Лечение креолином во всех случаях назначает врач, и проводится оно под его наблюдением. Концентрированный креолин в аптеках для людей не продается, нужно идти в ветеринарную. Поэтому непременно расспросите лечащего врача: какой именно препарат нужен. Фенольный или бесфенольный. Соответственный требуйте, и обязательно сверьтесь по этикетке [6].

Случай, когда более-менее допустимо самолечение креолином и соотв. лекарства отпускаются без рецепта – ногтевой грибок, очень неприятное заболевание. Средств от него немало и все они или содержат креолин, или являются его готовой к употреблению эмульсией [7].

Креолин для животных применяют от псороптоза овец и коз, гнойных конъюнктивитов, мокрецов, паразитарных экзем, для обработки инфицированных и гнойных ран, при заломах копыт. Известны также случаи успешного излечения креолином домашних питомцев. В ветеринарии применяется 2% эмульсия креолина (2 мл или 1 ч. л. на 100 мл воды). Предварительно делают пробу на одном или 2-3 животных: рабочей жидкостью смазывают ему голову между ушей. Если спустя сутки не наблюдается признаков интоксикации, животные считаются пригодными для обработки данным препаратом. Обработку стадных проводят при температуре не ниже +20°C в пропывной ванне с последующим выдерживанием на отстойной площадке. Обработанные креолином животные пригодны для убоя на продовольственное мясо и стрижку спустя 24 час.

Креолином обеззараживают преим. помещения для домашних скота и птицы. Летние на зиму – 2% эмульсией фенольного креолина; сезонную дезинфекцию производят эмульсией бесфенольного такой же концентрации. Этой же эмульсией обрабатывают животноводческое или птицеводческое производственное оборудование, инвентарь, принадлежности для ухода,

заправляют дезковрики и дезбарьеры. Запуск животных или птиц в помещение возможен спустя 1-2 суток после применения бесфенольного креолина и спустя не менее 2 мес. после фенольного[8].

Креолин как средство агрохимии применяется сравнительно недавно, но показал себя неплохо прежде всего в садоводстве:

- 1% бесфенольной водной эмульсией (1 ч. л. на стакан воды) пропитывают ветошь (тряпки) и оборачивают ею ожоги и обморожения коры взрослых деревьев. В морозобойные трещины эмульсию просто заливают.
- Также бесфенольной 2% эмульсией смазывают раны (спилы) деревьев после осенней обрезки. Особенно – ценных, но проблемных по части грибковых заболеваний. Спустя сутки обработанный спил замазывают садовым варом.
- Весеннюю антисептическую и репеллентную побелку взрослых деревьев производят смесью след. состава (в порядке смешивания): вода 1 л, медный купорос 100 г, клей ПВА 500 мл, Креолин Д (фенольный) 10 мл, мел или гашеная известь 500 г. Смесью тщательно размешивают, дают ей отстояться сутки, отцеживают комочки, и белят.
- От муравьев: приствольные круги деревьев и прикорневые полосы кустов опрыскивают 2% эмульсией бесфенольного креолина; обнаруженные земляные муравейники – такой же эмульсией фенольного. Почву под деревьями/кустами опрыскивают слегка, до легкого увлажнения верхнего слоя. Муравейники – обильно, до полного промачивания грунта на 5-10 см в стороны от входа.

Норма расхода рабочей жидкости 0,5-1 л/кв. м. Срок ожидания до сбора урожая от 45 суток. На основании проведенных исследований в научной лаборатории нефти и газа кафедры технологии химического производства ТНУ, было разработано новая рецептура для изготовления креолина на основе промышленных отходов переработки нефти и нефтепродуктов “мылонафт”[9-10].

Данный способ приготовления креолина отличается тем, что в качестве основного исходного материала применяют различные отработанные фракции переработки нефти и мылонафта. Креолин могут быть изготовлены, например по следующей рецептуре:

1. Мылонафт (отработанные смолы) 53±2
2. Канифол 18±2
3. Едкой щелочи (KOH или NaOH)..... 2±2,5
4. Вода 26±1,5

Литература

1. Жуленко, В.Н. Общая и клиническая ветеринарная рецептура: справочник – М.: Колос С, 2000. – С.9-15.
2. Кабанов, С.Н. Дезинфекция животноводческих помещений // Ветеринария. — № 5. – С.10-11.
3. Мозгов, И.Е. Фармакология – М.: Агропромиздат, 1985. – С.306-341.
4. Аликаев В.А. Акарицидность, бактерицидность и токсичность эмульсий каменноугольных масел // Ж. Ветеринария. -1945.- № 10.- с. 39-42.
5. Беленький М.П. Элементы количественной оценки фармакологического действия // Л. Госмедиздат. -1963.- с. 151.
6. Пальгунов, П.П. Утилизация промышленных отходов. / П.П. Пальгунов, М.В. Сумароков // -М.: Стройиздат. - 1990. - 346 с.
7. Ласкорин, Б.Н. Безотходная технология в промышленности. / Б.Н. Ласкорин, Б.В. Громов, А.П. Цыганков и др. // - М.: Стройиздат. - 1986.- 155 с.
8. Кабиров Ш.О., Сафиев Х.С., Сирочов Н.М., Азизов Б.С., Мирпочаев Х.А., Рузиев Д.Р., Мухамедиев Н.П., Бобоев Х.Э., Раджабов Ш.Х. Способ комплексной переработки твердых фторсодержащих отходов производства алюминия Малый патент на изобретение №515 РТ. – Душанбе, 2012.
9. Смирнов П.М., Муравин Э.А. «Агрохимия». Москва, «Колос», 1981, с 111-170.
10. Под редакцией, Б.А. Ягодина, «Агрохимия». Москва, «Агрохимиздат», 1989, с 94-137, 191-429

ОМУЗИШИ УСУЛИ ҲОСИЛКУНИИ МАВОДИ КРЕОЛИН АЗ ПАРТОВҲОИ КОРКАРДИ НЕФТ ВА ИСТИФОДАИ ОН ДАР СОҲАИ ТИББИ БОЙТОРӢ ВА БОҒУ ТОКПАРВАРӢ

Фишурда. Маводи Креолин аввалин маротиба аз тарафи олимони кимиёгарони олмонӣ ва англис новобаста аз ҳамдигар зимни омӯзишу таҳқиқи зифти ангиштсанг кашф карда шудааст. Соли 1857 бошад ҳамчун маводи зидди инсектисидӣ, акаритсидӣ, бактеритсидӣ ва фунгисидӣ, инчунин барои корҳои дезинфексионӣ дар биноҳо истифода шуда, соҳиби патенти ихтироот гардидааст.

Дар Ҷанги якуми ҷаҳонӣ креолин ҳамчун антисептик ва шифодихандаи ҷароҳатҳои бардоштаи аскарон истифодаи васеъро ба худ касб намудааст. Ҷунин хосияти универсалӣ ва самаранокии баланди мавод дар баробари арзиши

паст доштани он мубрамияти истифодабарии онро то замони мо оварда расонидааст.

Бинобар ин дар мақолаи мазкур малумотҳои муфид вобаста ба тарзи дурусти истифодабарии креолин дар тиб, бойторӣ, боғу тоқпарварӣ муфассал пешниҳод гаштааст.

Калидвожаҳо: креолин, тиб, боғдорӣ, дезинфексия, самаранокӣ, эмульсия, фенолӣ, шағал, дору.

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ВЕЩЕСТВА «КРЕОЛИН» ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ, ВЕТЕРИНАРИИ И САДОВОДСТВА И ВИНОГРАДАРСТВА

Аннотация. Препарат креолин был создан параллельно немецкими и английскими химиками тоже в ходе исследований каменноугольной смолы; запатентован в 1857 г. как инсектицидное, акарицидное, овицидное и бактерицидное средство, а также как фунгицид, фумигант и препарат для дезинфекции помещений. В Первую Мировую войну креолин получил широчайшее распространение как антисептик-подсушиватель для обработки грязных, гноящихся, долго не заживающих ран – как бактерицид креолин эффективен и действует против и грамположительных, и грамотрицательных бактерий. Такая универсальность и высокая эффективность препарата в сочетании с низкой его ценой возродила актуальность креолина в наши дни.

Поэтому цель настоящей статьи – рассказать читателям, **что** есть креолин и как им правильно пользоваться в медицине, ветеринарии и садово-огородном хозяйстве.

Ключевые слова: креолин, медицина, садоводства, дезинфекция, эффективность, эмульсия, фенольная, смола, препарат.

STUDY OF THE METHOD FOR OBTAINING THE SUBSTANCE «CREOLIN» FROM OIL PROCESSING WASTE AND ITS APPLICATION IN MEDICINE, VETERINARY SCIENCE, AND HORTICULTURE AND VITICULTURE

Annotation. The drug creolin was created in parallel by German and English chemists also during the research of coal tar; patented in 1857 as an insecticide, acaricide, ovide and bactericide, as well as a fungicide, fumigant and preparation for disinfection of premises. During the First World War, creolin was widely used as an antiseptic-drying agent for the treatment of dirty, festering, long-healing wounds - as a bactericide, creolin is effective against both gram-positive and gram-negative bacteria.

Such versatility and high efficiency of the drug in combination with its low price have revived the relevance of creolin in our days. Therefore, the purpose of this

article is to tell readers what creolin is and how to use it correctly in medicine, veterinary medicine and gardening.

Key words: creolin, medicine, gardening, disinfection, efficiency, emulsion, phenolic, resin, preparation.

Маълумот онди муаллифон:

Рачабов Шухрат Холмуродович – н.и.х., дотсенти кафедраи технологияи истеҳсолоти химиявии ДМТ. Суроға: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони Рудакӣ, 17. **Телефон:** 555-22-11-85 **E-mail:** R.Shuhrat.Kh@mail.ru

Нурмадзода Амирхон Амрохон – ассистенти кафедраи химияи умумии Донишгоҳи давлатии Данғара. Суроға: Ҷумҳурии Тоҷикистон. 735320. Данғара кӯч. Совети-30, **Телефон:** 206-54-02-02; **E-mail:** amirhonnurmadzoda@gmail.com.

Самихзода Шохнаврӯз Рахимович – д.и.т., профессори кафедраи технологияи истеҳсолоти химиявии ДМТ. Суроға: 734025, Ҷумҳурии Тоҷикистон, шаҳри Душанбе, хиёбони Рудакӣ, 17. **Телефон:** (+992) 93 338 02 04. **E-mail:** samikhov72@mail.ru

Сведения об авторах:

Раджабов Шухрат Холмуродович – к.т.н., доцент кафедры технологии химического производства ТНУ. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17. **Телефон:** 555-22-11-85, **E-mail:** R.Shuhrat.Kh@mail.ru

Нурмадзода Амирхон Амрохон – ассистент кафедры общей химии Дангаринского государственного университета. Адрес: Республика Таджикистан. 735320. Дангара, ул. Совети – 30, **Телефон:** 206-54-02-02; **E-mail:** amirhonnurmadzoda@gmail.com.

Самихзода Шонаврӯз Рахимович – д.т.н., профессор кафедры технологии химического производства ТНУ. Адрес: 734025, Республика Таджикистан, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17. **Телефон:** (+992) 93 338 02 04. **E-mail:** samikhov72@mail.ru

Information about author:

Radjabov Shukhrat Kholmurodovich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of chemical production technology TNU. **Address:** 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 17. **Phone:** 555-22-11-85, **E-mail:** R.Shuhrat.Kh@mail.ru

Nurmadzoda Amirkhon Amrokhon –Assistant of the Department of General Chemistry, Dangara State University. **Address:** Republic of Tajikistan. 735320. Dangara st. Sovety – 30. **Phone:** 206-54-02-02; **E-mail:** amirhonnurmadzoda@gmail.com.

Samikhzoda Shonavruz Rakhimovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Chemical Production Technology of TNU. **Address:** 734025, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Avenue, 17. **Phone:** (+992) 93 338 02 04. **E-mail:** samikhov72@mail.ru

МАЪЛУМОТ БАРОИ МУАЛЛИФОН

Талабот нисбат ба мақолаҳои илмие, ки ба маҷаллаи илмӣ «Паёми Донишгоҳи давлатии Данғара» пешниҳод мешаванд.

Мақолаҳои илмие, ки ба редакцияи маҷалла пешниҳод мешаванд, бояд ба талаботи зерин ҷавобгӯ бошанд:

- Мақолаҳо бояд бо риояи талаботи муқаррарнамудаи ҳайати таҳририяи маҷалла навишта шаванд;
- Мақолаҳо бояд натиҷаи таҳқиқоти илмиро дар ин ё он соҳа фаро гиранд;
- Мақолаҳо бояд ба яке аз самтҳои (бахшҳои) маҷалла мувофиқ бошанд;

Ҳама маводҳое, ки ба ҳайати таҳририяи маҷалла пешниҳод мешаванд, аз барномаи зиддисирқат дар вебсайти **Antiplagiat** тафтиш мешаванд ва пас аз он ҳайати таҳририя муаллифнро (ҳаммуаллифнро) аз натиҷаи баҳодиҳии дастнавис огоҳ мекунад. Сониян, ҳайати таҳририя дар бораи қабули мавод ва коркарди минбаъда ва ё аз радшудани он муаллифнро (ҳаммуаллифнро) хабардор менамояд.

Талабот оид ба сохтори мақолаҳои илмӣ

Мақола бояд дар формати Microsoft Word, шрифти Times New Roman, андозаи 14, ҳошия аз ҳар тараф 2,5 см, фосилаи байни сатрҳо 1,5 мм таҳия карда шавад. Ҳаҷми мақола (бо дарбаргирии фишурда ва феҳрасти манобеи истифодашудаи он) бояд аз 6 то 15 саҳифаро дар формати A4 фаро гирад.

Сохтори мақола

- Индекси УДК;
 - Унвони мақола бо ҳарфҳои калон;
 - насаб ва ҳарфҳои аввали номи муаллиф (масалан, Шарипов Д.М.);
 - номи ташкилоте, ки дар он муаллифи мақола кор мекунад;
 - матни асосии мақола;
 - истинод аз маводи мушаххас дар қавси мураббаъ [4, с.25] оварда мешавад;
 - ҷадвалҳо, диаграммаҳо, схемаҳо ва расмҳо бояд ном дошта, рақамгузорӣ карда шаванд;
 - номгӯии манобеи истифодашуда (на камтар аз 5 ва на зиёда аз 10 ададро дар бар гирад);
 - Феҳрасти манобеи истифодашуда мувофиқи талаботи ГОСТ 7.1-2003 ва ГОСТ 7.0.5-2008 тартиб дода мешавад;
 - Манобеи истифодашуда тадқиқоти анҷомдодаи солҳои охири муҳаққиқони соҳаро дарбар гирад;
 - Пас аз феҳрасти манобеи истифодашуда бо сезабон (точикӣ, русӣ ва англисӣ) маълумоти зерин оварда мешавад: унвони мақола, фишурдаи он ва калидвожаҳо (фишурда на камтар аз 100 калима, калидвожаҳо аз 7 то 10 калима ё ибораҳо);
 - маълумот дар бораи муаллиф (он) ба забонҳои тоҷикӣ, русӣ ва англисӣ (ба чунин тартиб: ному насаби пурраи муаллиф (он), дараҷаи илмӣ, унвони илмӣ (агар бошад), номи ташкилоте, ки муаллиф (он) дар он кор мекунад, вазифаи муаллиф (он) дар ин ташкилот, рақами телефон, суроғаи электронии муаллиф (он);
- Тақриз ба мақолаи илмӣ пешниҳодшуда аз ҷониби номзад ё доктори илм барои муаллиф (он)-е, ки дараҷаи илмӣ надорад ҳатмӣ мебошад.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Требования к научным статьям, подаваемым в научный журнал «Вестник Дангаринского государственного университета».

Научные статьи, подаваемые в редакцию журнала, должны соответствовать следующим требованиям:

- Статьи должны быть написаны с соблюдением требований, установленных редколлегией журнала;
- Статьи должны включать результаты научных исследований в той или иной области;
- Статьи должны соответствовать одному из направлений (разделов) журнала;

Все материалы, поступившие в редакцию журнала, будут проверены программой антиплагиат на сайте **Antiplagiat**, после чего редакция уведомит авторов (соавторов) о результатах оценки рукописи. Во-вторых, редакция информирует авторов (соавторов) о принятии материала и дальнейшей обработке или отклонении.

Требования к структуре научных статей

Статья должна быть написана в формате Microsoft Word, шрифт Times New Roman, размер кегль 14, поля 2,5 см, межстрочный интервал 1,5 мм. Объем статьи (включая аннотацию и список использованных источников) должен занимать от 6 до 15 страниц формата А4.

Структура статьи

- индекс УДК;
- название статьи заглавными буквами;
- фамилия и инициалы имени автора (например, Шарипов Д.М.);
- название организации, в которой работает автор статьи;
- основной текст статьи;
- ссылка на конкретные материалы дается в квадратных скобках [4, с.25];
- таблицы, схемы, диаграммы и рисунки должны быть названы и пронумерованы;
- список использованных источников (включать не менее 5 и не более 10 наименований);

- Перечень используемых ресурсов составляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 и ГОСТ 7.0.5-2008;

- Используемые источники должны включать исследования, проведенные исследователями за последние годы.

- После списка использованных источников на трех языках (таджикском, русском и английском) указывается следующая информация: название статьи, ее краткое содержание и ключевые слова (резюме не менее 100 слов, ключевые слова от 7 до 10 слов или фраз);

- сведения об авторе(ах) на таджикском, русском и английском языках в следующем порядке: полное имя автора(ов), ученая степень, звание (при наличии), наименование организации, где работает автор(ы), номер телефона, адрес электронной почты.

За предоставленную научную статью со стороны авторов, которые не имеют ученой степени, рецензия от кандидатов или докторов наук обязательна.

МУНДАРИҶА

МАТЕМАТИКА

Қараев Х.Х.	Масъалаи Риман–Гилберт барои вектори голоморф.....	5
Қараев Х.Х.	Сохтани бисёркунҷаҳои муқаррарӣ дар қорҳои риёзии Ал-Форобӣ.....	13

ФИЗИКА

Ҳомидзода Ш. Ҳ., Эшов Б. Б.	Рафтори аэродинамикӣ дар ҳарорати баланд ва моделҳои мустаҳкамии композитҳои карбон-карбон.....	18
Махмадуллоев Д. З., Шоназаров У. С., Рузибоев Ҳ. Г.	Вобастагии мутақобилаи ҳосиятҳои нахи пахта ва сифати маҳсулоти истеҳсолмешуда.....	34

ХИМИЯ

Қабирзода З. О., Исмоилзода С. С., Олимзода Р. А., Раҷабзода С. И.	Синтези ҳосилаҳои нави эпи-, α-моно- ва α,γ-дихлоргидрини глицерол дар асоси трипептиди L-фенилаланил-L-тирозил-3,4-диоксифенилаланин.....	42
Самандарзода Н.Ю., Маҳмадализода Ф.М., Исмоилзода С.С., Мирзоева Н.М., Маҳкамова Б.Х., Ғафуров М.У.	Синтез, модификатсияи кислотаи холян ва омӯзиши ҳосиятҳои физико-химиявии онҳо.....	55
Раҳмонзода М. Ф., Ғаниев И.Н., Окилов Ш.Ш., Джайлоев Дж.Х., Сафаров Б.С.	Синтез ва таҳлили рентгенофазаи оксидшавии ҳӯлаи ноқилии алюминийи AlV0.1 бо галлий, индий ва таллий.....	74
Раҳматзода М.Н., Нурматзода Д.Х., Иброҳимов П.Р.	Геостатистикӣ омӯзиши миқдори элементҳои синфҳои I ва II - и хатарнок дар хокҳои шимолу ғарби қўҳҳои Қурама (қисми II)	84
Раҷабов Ш.Х. Хусейнзода А., Нурматзода А.	Технологияҳои инноватсионии қорқарди партовҳои концентрати криолиту гилҳокдор якҷоя бо флюорит.....	95
Раҳмонзода М. Ф., Ғаниев И.Н., Окилов Ш.Ш., Сафаров Б.С.	Таъсири галлий ба микроструктураи ҳӯлаи ноқилии алюминийи AlV0.1.....	103
Самихзода Ш.Р., Шамсиддинов А.И., Сорбони Саидчалол.	Қорқарди технологияи ғанигардонии маъдани сулфидии сурмаю тиллодор.....	112
Раҷабов Ш.Х., Нурматзода А. А., Самихзода Ш. Р.	Омӯзиши усули ҳосилкунии маводи креолин аз партовҳои қорқарди нафт ва истифодаи он дар соҳаи тиббӣ бойторӣ ва боғу тоқпарварӣ.....	120

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Караев Х.Х. Задача Римана-Гильберта для голоморфного вектора.....	5
Караев Х. Х. Построение правильных многоугольников в математических работах Аль-Фараби.....	13

ФИЗИКА

Хомидзода Ш. Х., Эшов Б. Б. Высокотемпературное аэродинамическое поведение и модели прочности карбон-карбоновых композитов.....	18
Махмадуллоев Д.З., Шоназаров У.С., Рузибоев Х.Г. Взаимозависимость свойств волокон хлопка и качества изготавливаемой продукции.....	34

ХИМИЯ

Кабирзода З. О., Исмоилзода С. С., Олимзода Р. А., Раҷабзода С. И. Синтез новых производных эпи-, α -моно- и α,γ -дихлоргидрина глицерина на основе трипептида 1-фенилаланил-1-тирозил-3,4-диоксифенилаланина.....	42
Самандарзода Н.Ю., Махмадализода Ф.М., Исмоилзода С.С., Мирзоева Н.М., Махкамова Б.Х., Гафуров М.У. Синтез и модификация холяновой кислоты и изучение их физико-химических свойств.....	55
Рахмонзода М. Ф., Ганиев И.Н., Окилов Ш.Ш., Джайлоев Дж.Х., Сафаров Б.С. Синтез и рентгенофазовый анализ продуктов окисления алюминиевого проводникового сплава AlV0.1 с галлием, индием и таллием.....	74
Рахматзода М.Н., Нурматзода Д.Х., Иброхимов П.Р. Геостатистическая обработка данных о содержании элементов I и II классов опасности в почвах северо-западной части Кураминских гор (часть II).....	84
Раджабов Ш.Х. Хусейнзода А., Нурматзода А. Инновационные технологии переработки отходов криолит-глиноземного концентрата с флюоритом.....	95
Рахмонзода М. Ф., Ганиев И.Н., Окилов Ш.Ш., Сафаров Б.С. Влияние галлия на микроструктуру алюминиевого проводникового сплава AlV0.1.....	103
Самихзода Ш.Р., Шамсиддинов А.И., Сорбони Саидчалол. Разработка технологии обогащения сульфидной сурьмяно-золотосодержащих руд.....	112
Раджабов Ш.Х., Нурматзода А.А., Самихзода Ш.Р. Изучение метода получения вещества «креолин» из отходов переработки нефти и его применение в области медицины, ветеринарии, садоводства и виноградарства.....	120

CONTENTS

MATHEMATICS

Karaev H. H. The Riemann–Hilbert problem for a holomorphic vector.....	5
Karaev H. H. The construction of regular polygons in the mathematical works of Al-Farabi.....	13

PHYSICS

Khomidzoda Sh. Kh., Eshov B. B. High-temperature aerodynamic behavior and strength models of carbon–carbon composites.....	18
Mahmadulloev D. Z., Shonazarov U. S., Ruziboev H. G. The interdependence of the properties of cotton fibers and the quality of manufactured products.....	34

CHEMISTRY

Kabirzoda Z. O., Ismoilzoda S. S., Olimzoda R. A., Rajabzoda S. I. Synthesis of new derivatives of epi-, α-mono- and α,γ-dichlorohydrin glycerol based on the tripeptide l-phenylalanyl-l-tyrosyl-3,4-dioxyphenylalanine.....	42
Samandarzoda N.Y., Makhmadalizoda F. M., Makhkamova B. Kh., Mirzoeva N. M., Gafurov M. U., Ismoilzoda S. S. Synthesis and modification of cholanic acid and study of their physicochemical properties.....	55
Rakhmonzoda M. F., Ganiyev I.N., Okilov Sh.Sh., Dzhayloyev J.Kh., Safarov B.S. Synthesis and x-ray phase analysis of oxidation products of aluminum conductor alloy AlV0.1 with gallium, indium and thallium.....	74
Rakhmatzoda M. N., Nurmatzoda D. Kh., Ibrohimov P. R. Geostatistical study of the content of hazardous elements of classes I and II in soils of the northwestern Kuramin mountains (part II).....	84
Rajabov Sh. Kh., Hysaunzoda A. Nurmatzoda A. A. Innovative technologies for processing waste cryolite-alumina concentrate with fluorite.....	95
Rahmonzoda M. F., Ganiev I. N., Okilov Sh. Sh., Safarov B. S. Effect of gallium on the microstructure of aluminum conductor alloy AlV0.1	103
Samihzoda Sh. R., Shamsiddinov A. I., Sorboni Saidjalol. Development of technology for enrichment of sulfide antimony-gold-bearing ores.....	112
Radjabov Sh. Kh., Nurmadzoda A. A., Samikhzoda Sh. R. Study of the method for obtaining the substance «creolin» from oil processing waste and its application in medicine, veterinary science, horticulture and viticulture.....	120

ПАЁМИ

ДОНИШГОҲИ ДАВЛАТИИ ДАНҒАРА

Бахши илмҳои табиӣ

2025. № 3 (33)

ВЕСТНИК

ДАНГАРИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО

УНИВЕРСИТЕТА

Серия естественных наук

2025. № 3 (33)

BULLETIN

OF DANGARA STATE UNIVERSITY

Series of natural science

2025. No. 3 (33)

Ба матбаа 30.09.2025 супорида шуд.

Ба чопаш “22”10 2025 имзо шуд.

Қоғаз офсет. Андозаи 60x84 1/16. Ҷузъи чоп. 16,5

Супориши №96. Адади нашр 50 нусха.

ҶДММ “Мохи-Мунир”