



SUMQAYIT DÖVLƏT UNIVERSİTETİ  
СУМГАИТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SUMGAIT STATE UNIVERSITY

**ELMI XƏBƏRLƏR**  
НАУЧНЫЕ ИЗВЕСТИЯ  
SCIENTIFIC NEWS

ISSN 1680 - 1245 **Print**

ISSN 2706 - 719X **Online**

**TƏBİƏT VƏ TEXNİKİ ELMLƏR BÖLMƏSİ**

СЕРИЯ: ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

SERIES FOR NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES

Cild  
Tom  
Volume **24 №4**



Sumqayıt

**2024**

ISSN 2706-719X (Online)  
ISSN 1680-1245 (Print)



SUMQAYIT DÖVLƏT UNIVERSİTETİ  
СУМГАИТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SUMGAIT STATE UNIVERSITY

---

**ELMİ XƏBƏRLƏR**

---

**НАУЧНЫЕ ИЗВЕСТИЯ**

---

**SCIENTIFIC NEWS**

*Təbiət və texniki elmlər bölməsi*  
*Серия: Естественные и технические науки*  
*Series for Natural and Technical Sciences*

---

*Cild 24*

*2024*

*№ 4*

---

Sumqayıt – 2024

**Sumqayıt Dövlət Universiteti**  
**Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi**  
**REDAKSİYA HEYƏTİ**

**Baş redaktor** Rüfət Əzizov, *dos., rektor*  
**Baş redaktorun müavini** Elşad Abdullayev, *dos., elm və innovasiyalar üzrə prorektor*  
**Məsul katib** Fikrət Feyziyev, *prof., kafedra müdiri*

**REDAKSİYA HEYƏTİNİN ÜZVLƏRİ**

**Fizika** Albert Qilmutdinov, *akad. (Rusiya)*, Seong-Cho Yu, *prof. (Cənubi Koreya)*,  
**Riyaziyyat** Süleyman Özçelik, *prof. (Türkiyə)*, Kazimir Yanuşkeviç, *prof. (Belarusiya)*,  
Kamil Sabitov, *prof. (Rusiya)*, Kamil Mənsimov, *prof. (Azərbaycan)*, Həmidulla  
Aslanov, *prof. (Azərbaycan)*, Məmməd Yaqubov, *prof. (Azərbaycan)*, Vaqif Salmanov,  
*prof. (Azərbaycan)*, Rəşid Əliyev, *r.e.d. (Azərbaycan)*, Tamella Əhmədova, *dos.*  
*(Azərbaycan)*, Zəfər Hüseynov, *dos. (Azərbaycan)*, Xalidə Həsənova, *dos. (Azərbaycan)*,  
Samir Orucov, *dos. (məsul redaktor, Azərbaycan)*, Gülnarə Quliyeva, *dos.*  
*(Azərbaycan)*, Xəyalə Seyfullayeva, *dos. (Azərbaycan)*, Vüsalə Babacanova, *dos.*  
*(Azərbaycan)*, Coşqun Bayramov, *dos. (Azərbaycan)*, Sevil Lətifova, *dos.*  
*(Azərbaycan)*

**Kimya elmləri** Ramil Baxtizin, *akad.(Rusiya)*, Vaqif Abbasov, *akad.(Azərbaycan)*, Dilqəm Tağıyev,  
*akad. (Azərbaycan)*, Məhəmməd Babanlı, *AMEA-nın müxbir üzvü, prof. (Azərbaycan)*,  
İsmayıl İsmayılov, *k.e.d. (Azərbaycan)*, Tatyana Prosoçkina, *prof. (Rusiya)*,  
Eldar Əhmədov, *prof. (Azərbaycan)*, Muxtar Səmədov, *prof. (Azərbaycan)*,  
Musa Mustafayev, *dos. (məsul redaktor, Azərbaycan)*, Vəliyəddin Əhmədov, *dos.*  
*(Azərbaycan)*, Mətləb Hətəmov, *dos. (Azərbaycan)*

**Biologiya elmləri** Elşad Qurbanov, *AMEA-nın müxbir üzvü, prof. (Azərbaycan)*, Pənah Muradov, *AMEA-*  
*nın müxbir üzvü, prof. (Azərbaycan)*, Vladimir Prokofyev, *prof. (Rusiya)*, Əli Əliyev, *prof.*  
*(Azərbaycan)*, Ulduz Həşimova, *prof. (Azərbaycan)*, Selia Bell, *dos. (İngiltərə)*,  
Arzu Baxşalıyev, *dos. (məsul redaktor, Azərbaycan)*

**Coğrafiya elmləri** Vladimir Kozodyorov, *prof. (Rusiya)*, Anatoliy Yamaşkin, *prof. (Rusiya)*, Niyaz Valiyev,  
*prof. (Rusiya)*, Yaqub Qəribov, *prof. (Azərbaycan)*, Məhəmməd Abduev, *dos.*  
*(Azərbaycan)*, İlham Mərdanov, *dos. (Azərbaycan)*, Zoya Abdullayeva, *dos.*  
*(Azərbaycan)*

**Texnika elmləri** Telman Əliyev, *akad. (Azərbaycan)*, Ağası Məlikov, *AMEA-nın müxbir üzvü, prof.*  
*(Azərbaycan)*, Nail Kaşapov, *EA-nın müxbir-üzvü, prof. (Rusiya)*, Nikolay Korovkin, *prof.*  
*(Rusiya)*, Yevgeniy Moşev, *prof.(Rusiya)*, Aleksandr Qolenişev-Kutuzov, *prof.*  
*(Rusiya)*, Mixail Verxoturov, *prof. (Rusiya)*, Leonid Ponomarenko, *prof. (Ukrayna)*,  
Vladimir Qvozdov, *prof.(Rusiya)*, Aqil Hüseynov, *prof. (Azərbaycan)*, Cavanşir  
Məmmədov, *prof. (məsul redaktor, Azərbaycan)*, İqor Korshunov, *dos. (Rusiya)*, Georgios  
Dafoulas, *dos.(İngiltərə)*, Ulduz Ağayev, *dos. (Azərbaycan)*, Şəhla Hüseynzadə, *dos.*  
*(Azərbaycan)*, Turqay Hüseynov, *dos. (Azərbaycan)*

**Сумгаитский государственный университет**  
**Научные известия. Серия: Естественные и технические науки**  
**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**Главный редактор** Руфат Азизов, *доц., ректор*  
**Зам. Главного редактора** Эльшад Абдуллаев, *доц., Проректор по науке и инновациям*  
**Ответственный секретарь** Фикрат Фейзиев, *проф., заведующая кафедрой*

**ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ**

**Физика** Альберт Гильмутдинов, *акад. (Россия)*, Сеонг-Чу Ю, *проф. (Южная Корея)*,  
**Математика** Сулейман Озчелик, *проф. (Турция)*, Казимир Янушкевич, *проф. (Белоруссия)*,  
Камиль Сабитов, *проф. (Россия)*, Камиль Мансимов, *проф. (Азербайджан)*,  
Гамидулла Асланов, *проф. (Азербайджан)*, Мамед Ягубов, *проф. (Азербайджан)*,  
Вагиф Салманов, *проф. (Азербайджан)*, Рашид Алиев, *к.м.н. (Азербайджан)*,  
Тамелла Ахмедова, *доц. (Азербайджан)*, Зафар Гусейнов, *доц. (Азербайджан)*,  
Халида Гасанова, *доц. (Азербайджан)*, Самир Оруджев, *доц. (отв. ред.,*  
*Азербайджан)*, Гюльнара Кулиева, *доц. (Азербайджан)*, Хаяля Сейфуллаева,  
*доц. (Азербайджан)*, Вюсалия Бабаджанова, *доц. (Азербайджан)*, Джошгун  
Байрамов, *доц. (Азербайджан)*, Севиль Латифова, *доц. (Азербайджан)*

**Химия.** Рамиль Бахтизин, *акад. (Россия)*, Вагиф Аббасов, *акад. (Азербайджан)*,  
Дильгам Тагиев, *акад. (Азербайджан)*, Махаммад Бабанлы, *член-корр.НАНА, проф.*

<b>Биология</b>	(Азербайджан), <b>Исмаил Исмаилов</b> , д.н.х. (Азербайджан), <b>Татьяна Просочкина</b> , проф. (Россия), <b>Эльдар Ахмедов</b> , проф. (Азербайджан), <b>Мухтар Самедов</b> , проф. (Азербайджан), <b>Муса Мустафаев</b> , доц. (отв. ред., Азербайджан), <b>Валияддин Ахмедов</b> , доц. (Азербайджан), <b>Матлаб Гатамов</b> , доц. (Азербайджан) <b>Эльшад Гурбанов</b> , член-корр. НАНА, проф. (Азербайджан), <b>Панех Мурадов</b> , член-корр. НАНА, проф. (Азербайджан), <b>Владимир Прокофьев</b> , проф. (Россия), <b>Али Алиев</b> , проф. (Азербайджан), <b>Улдуз Гашимова</b> , проф. (Азербайджан), <b>Селиа Белл</b> , доц., (Англия), <b>Арзу Бахшалиев</b> , доц. (отв. ред., Азербайджан).
<b>География</b>	<b>Владимир Козодёров</b> , проф. (Россия), <b>Анатолий Ямашкин</b> , проф. (Россия), <b>Нияз Валиев</b> , проф. (Россия), <b>Ягуб Гарибов</b> , проф. (Азербайджан), <b>Магомед Абдуев</b> , доц. (Азербайджан), <b>Ильхам Марданов</b> , доц. (Азербайджан), <b>Зоя Абдуллаева</b> , доц. (Азербайджан)
<b>Технические науки</b>	<b>Тельман Алиев</b> , акад. (Азербайджан), <b>Агаси Меликов</b> , член-корр. НАНА, проф. (Азербайджан), <b>Наиль Кашапов</b> , проф. (Россия), <b>Николай Коровкин</b> , проф. (Россия), <b>Евгений Мошев</b> , проф. (Россия), <b>Александр Голенищев-Кутузов</b> , проф. (Россия), <b>Михаил Верхотуров</b> , проф. (Россия), <b>Леонид Понаморенко</b> , проф. (Украина), <b>Владимир Гвоздев</b> , проф. (Россия), <b>Агиль Гусейнов</b> , проф. (Азербайджан), <b>Махаммад Ахмедов</b> , проф. (Азербайджан), <b>Джаваншир Мамедов</b> , проф. (отв. ред., Азербайджан), <b>Игорь Коршунов</b> , доц. (Россия), <b>Георгиус Дафоулас</b> , доц. (Англия), <b>Улдуз Агаев</b> , доц. (Азербайджан), <b>Шахла Гусейнзаде</b> , доц. (Азербайджан), <b>Тургай Гусейнов</b> , доц. (Азербайджан)

**Sumgayit State University**  
**Scientific News. Series for Natural and Technical Sciences**  
**EDITORIAL STAFF**

<b>Editor in Chief</b>	<b>Rufat Azizov</b> , <i>ass.prof., Rector</i>
<b>Deputy of Editor in Chief</b>	<b>Elshad Abdullayev</b> , <i>ass.prof., Vice-Rector for Science and Innovations</i>
<b>Executive Secretary</b>	<b>Fikrat Feyziyev</b> , <i>prof., Head of the Department</i>

**MEMBERS OF EDITORIAL STAFF**

<b>Physics</b>	<b>Albert Gilmutdinov</b> , <i>acad. (Russia)</i> , <b>Seong-Cho Yu</b> , <i>prof. (South Korea)</i> , <b>Suleyman Ozchelik</b> , <i>prof. (Turkey)</i> , <b>Kazimir Yanushkevich</b> , <i>prof. (Belarus)</i> , <b>Kamil Sabitov</b> , <i>prof. (Russia)</i> , <b>Kamil Mansimov</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Hamidulla Aslanov</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Mammad Yagubov</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Vagif Salmanov</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Rashid Aliyev</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Tamella Ahmadova</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Zafar Huseynov</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Khalida Hasanova</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , <i>(отв. ред., Азербайджан)</i> , <b>Samir Orujov</b> , <i>ass.prof. (executive editor, Azerbaijan)</i> , <b>Gulnara Guliyeva</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Khayala Seyfullayeva</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Vusala Babajanova</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Joshgun Bayramov</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Sevil Latifova</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i>
<b>Mathematics</b>	
<b>Chemical sciences</b>	<b>Ramil Bakhtizin</b> , <i>acad. (Russia)</i> , <b>Vagif Abbasov</b> , <i>acad. (Azerbaijan)</i> , <b>Dilgham Taghiyev</b> , <i>acad. (Azerbaijan)</i> , <b>Mahammad Babanli</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Ismayil Ismayilov</b> , <i>doc. of sciences (Azerbaijan)</i> , <b>Tatyana Prosochkina</b> , <i>prof. (Russia)</i> , <b>Eldar Ahmadov</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Mukhtar Samadov</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Musa Mustafayev</b> , <i>ass.prof. (executive editor, Azerbaijan)</i> , <b>Valiyaddin Akhmadov</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Matlab Hatamov</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i>
<b>Biological sciences</b>	<b>Elshad Qurbanov</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Panah Muradov</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Vladimir Prokofyev</b> , <i>prof. (Russia)</i> , <b>Ali Aliyev</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Ulduz Hashimova</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Selia Bell</b> , <i>ass.prof. (England)</i> , <b>Arzu Baxshaliyev</b> , <i>ass.prof. (executive editor, Azerbaijan)</i> .
<b>Geographical sciences</b>	<b>Vladimir Kozodyorov</b> , <i>prof. (Russia)</i> , <b>Anatoliy Yamashkin</b> , <i>prof. (Russia)</i> , <b>Niyaz Valiyev</b> <i>prof. (Russia)</i> , <b>Yagub Garibov</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Mahammad Abduev</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Ilham Mardanov</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Zoya Abdullayeva</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i>
<b>Technical sciences</b>	<b>Telman Aliyev</b> , <i>acad. (Azerbaijan)</i> , <b>Aghasi Malikov</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Nail Kashapov</b> , <i>prof. (Russia)</i> , <b>Nikolay Korovkin</b> , <i>prof. (Russia)</i> , <b>Yevgeniy Moshev</b> , <i>prof. (Russia)</i> , <b>Aleksandr Golenishev-Kutuzov</b> , <i>prof. (Russia)</i> , <b>Mixail Verxoturov</b> , <i>prof. (Russia)</i> , <b>Leonid Ponomarenko</b> , <i>prof. (Ukraine)</i> , <b>Vladimir Gvozdev</b> , <i>prof. (Russia)</i> , <b>Agil Huseynov</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Mahammad Ahmadov</b> , <i>prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Javanshir Mammadov</b> , <i>prof. (executive editor, Azerbaijan)</i> , <b>Igor Korshunov</b> , <i>ass.prof. (Russia)</i> , <b>Georgios Dafoulas</b> , <i>ass.prof. (England)</i> , <b>Ulduz Aghayev</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Shahla Huseynzadeh</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i> , <b>Turgay Huseynov</b> , <i>ass.prof. (Azerbaijan)</i>

**Təsisçi: Sumqayıt Dövlət Universiteti**

“Elmi Xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi” jurnalı Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirinin 27.10.2000-ci il tarixli, 991 sayılı əmrinə əsasən nəşr edilir.

Azərbaycan Respublikası Ədliyyə Nazirliyi tərəfindən qeydiyyatda alınmışdır.

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının qərarı ilə elmi nəşrlər siyahısına daxil edilmişdir.

Jurnal Rusiya Elmi İstinad İndeksində (REİİ) daxil edilmişdir (müqavilə № 408-10/2019)

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=73721](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=73721)

Məqalələrin tərtibatı qaydaları ilə jurnalın rəsmi saytında <https://www.ssu-scientificnews.edu.az/az> tanış olmaq olar.

**Учредитель: Сумгаитский государственный университет**

Журнал «Научные Известия. Серия: Естественные и технические науки» издается на основании приказа № 991 Министра Образования Азербайджанской Республики от 27.10.2000-го года.

Зарегистрирован Министерством Юстиции Азербайджанской Республики.

Включен в список научных изданий Высшей Аттестационной Комиссии при Президенте Азербайджанской Республики.

Журнал включен в Российский Индекс Научного Цитирования (РИНЦ. Договор № 408-10/2019)

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=73721](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=73721)

С правилами оформления статей можно ознакомиться на официальном сайте журнала

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

**Founder: Sumgayit State University**

The Journal of "Scientific News. Series for Natural and Technical Sciences" is published due to the order № 991 of the Minister of Education of the Republic of Azerbaijan from 27.10.2000.

It has been registered by the Ministry of Justice of the Republic of Azerbaijan.

It has been included to the list of scientific publications of the Supreme Attestation Commission under President of the Republic of Azerbaijan

The journal is included in the Russian Scientific Citation Index (RSCI. Contract № 408-10/2019)

[https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=73721](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=73721)

The rules for the design of articles can be found on the official website of the journal

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

УДК 519.83

DOI 10.54758/16801245\_2024\_24\_4\_4

## МЕТОДЫ ТЕОРИИ ИГР В ИЗУЧЕНИИ ЯЗЫКОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

МУСАЕВА МЕТАНЕТ АСАФ ГЫЗЫ [ORCID](#)

*Азербайджанский государственный педагогический университет, Баку, Азербайджан, доцент  
[musayeva08@inbox.ru](mailto:musayeva08@inbox.ru)*

*Ключевые слова: теория игр, теория языка, адекватность перевода, моделирование языковых явлений.*

### 1. Введение

С точки зрения теории и практики изучения языковых явлений игровой подход был развит Л. Витгенштейном, Джон фон Нейманом, Н. Винером и др. [1]. При этом методы теории игр дают новые способы понимания явлений лингвистики. Ниже изучены языковые конструкции метода теории игр и они явно отличаются от технических конструкций. Языковые конструкции являются мыслями, выражают реальные события, они не являются физической действительностью [1].

Ряд задач лингвистики могут быть сформулированы и изучены методом теории игр. Другими словами, при выполнении некоторых условий, многие языковые явления могут быть выражены в рамках теории игр. Выявлено, что в любом языке при моделировании их явлений стремятся к наилучшему способу выражения мыслей. При этом, как в игре, в любом письменном и устном языковом акте люди стремятся к достижению наилучшей формы выражения определенных мыслей, являющихся их целью.

Основы современной теории игр заложены в середине прошлого столетия. Эта теория дала толчок многим сферам деятельности людей, ввела в дело рациональные методы мышления. В настоящее время теория игр успешно применяется в различных проблемах лингвистики, особенно, в анализе методов перевода текстов различной природы [1]. Понятия теории игр, такие как оптимальные стратегии сторон, матричные и функциональные игры и другие вошли в обиход лингвистов. Многие явления языка нетрудно представить в виде игры двух или более сторон. При переводе текстов сторонами игры могут быть: автор и его переводчик. При этом возникают вопросы адекватности переводов к основным текстам и методы их статистической обработки и др. [1] При этом естественно выплывают понятие принципа минимакса Джон Нэша, платежная матрица и другие понятия из теории игр. Переводчики имеют в виду все эти понятия и свою задачу решают с учетом возникающих ограничений. Переводчик играя с текстом автора, должен добивается наилучшего изложения, то есть адекватности перевода. При любом переводе стремятся сохранить главные видения автора текста. Мастерство переводчика, как в случае игры, заключается в правильном выборе альтернативной стратегии, обеспечить адекватность перевода, представить его в виде единого текста автора. Переводчик должен правильно выбирать выражения и обеспечить оптимальность стратегий, как в игре. На самом деле, как показывают лучшие переводы, формирование текста перевода проходит путь от хаоса к яркому выражения истины [1]. Теория игр дает не только новые способы выражения, но и новые методы оценки адекватности переводов.

Для каждой игры характерно описание конфликтной ситуации [1-3]. В реальных языках при стремлении выразить возникающие мысли с требованиями логической определенности, каждый раз рождаются определенные формы выражения. Высокие требования чистоты законов логики языка конфликтуют с ограниченными возможностями выражения индивидуумом определенных мыслей. При этом, естественно, возникает игра

между законами логики языка и стремлением индивидуума выразить определенные мысли. В этой языковой игре двух сторон рождаются определенные идеи индивидуума. При этом методы теории игр дают лучшие альтернативы для модели языковых явлений.

Стороны игры, платежная матрица, стратегия сторон и другие термины в моделировании языковых явлений методами теории игр вводятся естественным образом. Здесь не имеется ввиду игра слов, пародий и другие языковые конструкции, которые изучаются методами самого языка. Мы в основном, имеем ввиду способы передачи информации для выражения собственного мнения индивидуума, результаты теории игр полученных при переводе с одного языка на другой язык. При этом, каждый раз в обиход входят такие базовые правила переработки информации как максимизации энтропии в основном языке общения. Основной задачей при работе над письменным текстом или устной форме общения, вплоть до различных форм деформаций истины, у авторов в смысле текстов должны быть сохранены истина полноты мыслей, удобство понимания, непротиворечивость мнений, индивидуальность всего материала и др. Все это, часто взаимоисключающие требования к текстам создает конфликтную ситуацию при их составлении, моделировании методами точных наук, а также при их переводе. Очевидно, что учет этих требований больше всего соответствует методам теории игр, которые дают наиболее удобный аппарат для описания языковых явлений. При этом категории понятия теории языка и переводов обогащаются методами теории игр. Язык получает новые возможности выражения истины. При этом субъективные формы выражения вступают в обиход сторон игры. Все сказанное лучше проявляется при переводческой работе, которое ниже рассматривается.

Известно, что при более высоком уровне общения требуется более высокий уровень описания. Поэтому теория игр обогащает методы лингвистики, делает их более содержательными. Здесь успешными являются не «жесткие» правила и стратегии, а «мягкие» подходы и постулаты. При моделировании проблемы языка, если предстоящая задача в «чистых» стратегиях не решается, тогда как в теории игр, так и в теории языка прибегают к «смешанным» стратегиям. Не мало случаев, когда выбор стратегий колеблется между «сознательностью» и «бессознательностью». Это открывает путь через теории игр к методам синергетики и точных наук в языке.

Устные и письменные языковые формы выражения и общения богаты различными методами теории игр. При разнообразных формах общения используются стратегии подобно теории игр, передается информация, навязывается мнение с юмором, шутками, игрой слов, тонкими воздействиями и грубыми намеками. Сказанное наблюдается в любом языковом явлении, в том числе в проблемах перевода. Другими словами, в языковых процессах явно прослеживаются все этапы теории игры, от формулировки до принятия оптимального решения.

Отметим, что переводческая сфера в современном мире является не только передовым разделом лингвистики, но и наиболее распространенной формой деятельности. Она объединяет в себе междисциплинарные направления науки, практики и культуры. Во всех этих направлениях лингвистики теория игр дает не только новые решения, но и раскрывает новые закономерности этих процессов.

## **2. Постановка задачи**

Ниже приводятся основные понятия для применения теории игр в моделировании языковых явлений. При этом, в основном ориентируется на выражение процессов теории лингвистики с помощью матричных игр, хотя основные выводы справедливы также для любой игры с функциональным описанием. Вводятся функции разности стратегий соответствующие истинному языковому явлению (действительной языковой конструкции или переводимому материалу) в виде  $w$  и выражение мысли индивидуума в виде  $v$ . Здесь  $v$ - стратегия индивидуума языка, стремящего выразить определенные мысли. При переводе  $v$  - стратегия переводчика. Критерии качества составим в виде нормы разности указанных выше величин [3-7]:

$$J_0(v) = \|w - v\|. \quad (1)$$

Вид нормы элемента в этой разности задается «управляющим», то есть «руководящим» органом языкового явления.

В работе [5] приведены численные примеры о неустойчивости задачи минимизации функционала  $J_0(v)$ . Поэтому к этой задаче следует применить методы регуляризации. Наряду с этим функционалом качества ниже изучен также следующий параметрический функционал, связанный с функционалом (1), как его «возмущение», то есть функционал:

$$J_\alpha(v) = \|w - v\| + \alpha \|v - \omega(v)\|, \quad (2)$$

где элемент  $\omega(v)$  выбирается в зависимости от применяемой стратегии индивидуума при языковом явлении,  $\alpha$  – неотрицательный числовой параметр. Функцию  $\omega(v)$  назовём эталоном языкового явления-конструкции. Очевидно, что в (1) и (2) стратегия  $v$  рассматривается как приближение к истинной стратегии  $w$ . Рассмотрим задачу

$$J_\alpha(v) = \|w - v\| + \alpha \|v - \omega(v)\| \Rightarrow \min, v \in V \subset H, \quad (3)$$

где  $v$  заданная область в пространстве  $H$  -языковых явлений. Функционал  $J_\alpha(v)$  встречается при изучении игровых процессов, то есть в теории игр. Очевидно, что задача (3) о минимизации функционала  $J_\alpha(v)$ , выражает оптимизацию языковых явлений, к проведению которого стремится индивидуум при выражении определенных мыслей. Ниже приводятся теоремы о разрешимости этой задачи, а также о свойствах функции  $J_\alpha(v)$ . Кроме того, дается объяснение установленных фактов. Изучаемую задачу вкратце назовём задачей (3). Задача (3) рассматривается в области  $v$  пространства  $H$  [8,9].

### 3. Разрешимость задачи о языковых конструкциях и свойства ее решений

Пусть языковое явление выражена в виде задачи (3). Изучим разрешимость задачи (3) и сформулируем свойства функционала качества в этой задаче, а также дадим пояснения полученных при этом результатов.

**Теорема 1.** В пространстве  $H$  существует такое плотное множество  $K \subset H$ , что для любого заданного эталона  $\omega \in K \subset H$ , задача (3) при заданном числе  $\alpha > 0$  имеет единственное решение и это решение сильно непрерывно зависит от функции эталона  $\omega \in V \cap K \subset H$ .

**Доказательство** теоремы проводится применением следствия из вариационного принципа Экланда (Eckland) [9-11]. Этот принцип в [9,11] и других работах использован применительно к задачам максимизации. Здесь приведем результат из работы [10], где указанный принцип применен к задаче минимизации. В этой работе доказан следующий факт: если функционал  $\Phi_0(u)$  полу-непрерывен снизу, и снизу ограничен на непустом замкнутом ограниченном множестве  $U$  равномерно выпуклого банахова пространства  $X$ , тогда существует такое всюду плотное множество  $K$  этого пространства, что для любого элемента  $u_0 \in K \cap U \subset X$ , задача минимизации функционала  $\Phi_\alpha(u) = \Phi_0(u) + \alpha \|u - u_0\|_X^2$  на множестве  $U \subset X$ , при заданном положительном числовом параметре  $\alpha > 0$ , имеет единственное решение и это решение сильно непрерывно зависит от элемента  $u_0 \in K \cap U \subset X$ .

В этом утверждении в качестве пространства  $X$  возьмем пространство  $H$ . В приведенном выше утверждении из [10] положим:  $J_0(v) = \Phi_0(u)$ ,  $J_\alpha(v) = \Phi_\alpha(u)$ ,  $U = V$ ,  $u = v$ ,  $u_0 = \omega$ . Эти величины удовлетворяют всем условиям приведенного утверждения из работы [10]. Теперь предположим, что параметр задан и  $\alpha > 0$ . Тогда, согласно приведенному из [10] утверждению, в пространстве  $H$  существует такое плотное множество  $K \subset H$ , что для любого элемента  $\omega \in V \cap K \subset H$ , экстремальная задача (3) при заданном  $\alpha > 0$  имеет единственное решение. Это решение сильно непрерывно зависит от функции эталона  $\omega \in V \subset H$ . Теорема 1 доказана.



**Теорема 2.** Для любого числа  $\varepsilon > 0$  существует такой элемент  $v_\varepsilon \in V \subset H$ , что для функционал  $J_\alpha(v)$  в (2) и любых элементов  $z$  и  $w$  множества  $V \setminus \{v_\varepsilon\} \subset H$ , при любом заданном числе  $\alpha \geq 0$  имеют места следующие неравенства

$$\begin{aligned} J_\alpha(v_\varepsilon) &\leq \inf_{v \in V} J_\alpha(v) + \varepsilon, \\ \|w - v_\varepsilon\|_H &\leq \varepsilon, \quad \|z - v_\varepsilon\|_H \leq \varepsilon, \\ J_\alpha(v_\varepsilon) + \varepsilon \|w - v_\varepsilon\|_H &\leq J_\alpha(w), \quad w \in V \setminus \{v_\varepsilon\} \subset H, \\ J_\alpha(v_\varepsilon) &\leq J_\alpha(z) + \varepsilon \|z - v_\varepsilon\|_H, \quad z \in V \setminus \{v_\varepsilon\} \subset H. \end{aligned} \quad (4)$$

**Доказательство.** При перечисленных выше условиях нетрудно проверить непрерывность функционал  $J_0(v)$ . Из вида функционала  $J_\alpha(v)$  следует, что при принятых условиях функционал  $J_\alpha(v)$  также непрерывен на множестве  $V \subset H$ . Функционал  $J_\alpha(v)$  положителен, поэтому, он снизу ограничен. Из математического анализа известно, что существует нижняя грань функции  $J_\alpha(v)$ . Неравенство  $J_\alpha(v_\varepsilon) \leq \inf_{v \in V} J_\alpha(v) + \varepsilon$ , следует из существования и определения нижней грани ограниченной и непрерывной на  $V$  функционале  $J_\alpha(v)$ .

Согласно следствию из вариационного принципа Экланда (Eckland) приведенного в работе [11] можем утверждать, что если функционал  $\Phi(u)$  снизу полу непрерывен и снизу ограничен на множестве  $U \subset X$  - полного Банахова пространства  $X$ , тогда для любого числа  $\varepsilon > 0$ , найдется такой элемент  $u_\varepsilon \in U \subset X$ , что для элементов  $q \in U \setminus \{u_\varepsilon\} \subset X$  и  $p \in U \setminus \{u_\varepsilon\} \subset X$  выполняются неравенства:

$$\begin{aligned} \Phi(u_\varepsilon) &\leq \inf_{u \in U} \Phi(u) + \varepsilon, \\ \|p - u_\varepsilon\|_X &\leq \varepsilon, \quad \|q - u_\varepsilon\|_X \leq \varepsilon, \\ \Phi(u_\varepsilon) + \varepsilon \|p - u_\varepsilon\|_X &\leq \Phi(p), \quad p \in U \setminus \{u_\varepsilon\} \subset X, \\ \Phi(u_\varepsilon) &\leq \Phi(q) + \varepsilon \|q - u_\varepsilon\|_X, \quad q \in U \setminus \{u_\varepsilon\} \subset X. \end{aligned} \quad (5)$$

Если здесь примем обозначения:  $X=H$ ,  $\Phi(u)=J_\alpha(v)$ ,  $U=V$ ,  $u=v$ ,  $q=z$ ,  $p=w$ , то выполняются все условия следствия в работе [11] указанной выше из вариационного принципа Экланда (Eckland). Тогда получим, что для функционала  $J_\alpha(v)$  в задаче (3) выполняются все условия работы [11], то есть следствия из вариационного принципа Экланда (Eckland). Это следствие выражено в виде неравенств (5). При принятых выше обозначениях, из соотношений (5) непосредственно получим все соотношения в неравенстве (4). Теорема 2 доказана.

#### 4. Заключение

В лингвистике широко применяются законы логики и формализация проблем. Выше было установлено, что теория игр для этой цели дает незаменимые средства. При этом методы теории игр могут быть использованы как для моделирования так и для анализа этих процессов. Анализ точности переводов ранее был изучен статистическими методами. Известно, что перевод является формой выражения как автора текста, так и переводчика. Эта мысль хорошо прослеживается при переводе стихотворения А. Симонова «Жди меня», который был переведен на Азербайджанский язык 14-ю переводчиками, как молодыми, так и известными поэтами. Все эти переводы литературные и являются разными. Разным людям нравятся разные переводы.

В работах [3-7] приведено применение указанной выше теории игр к диагностике физических объектов – конструкций и доказаны аналоги теорем 1 и 2. Эти теоремы являются общими и дают основание для численного решения задач типа (3). В работах [5-7] приведены примеры задач типа (3) являющимися некорректными в классическом смысле. Они решаются разными степенями точности и методами регуляризации основанные, например, на итеративные алгоритмы [5,8].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Морозов, В. В. Теория игр и исследование операций / В. В. Морозов. – М.: МГУ, –2019, – 143 с.
2. Гермейер, Ю.Б. Введение в теорию исследования операций / Ю.Б. Гермейер. – М.: Наука, –1971, –380 с.
3. Мусаева, М.А. Вычисление ресурсов и анализ эффективности стратегий в игровой модели противоборства // (НИВЦ МГУ). Журнал Вычислительные методы и программирование, – 2020, т. 21, №3, –с. 251–258
4. Пашаев, А.М. Метод обратных задач тепловой диагностики термоупругих конструкций / А.М.Пашаев, А.Д.Искендеров, М.А.Мусаева // Инженерно-физический Журнал, –2023, т. 96, №6, –с.1419-1429
5. Искендеров, А.Д. Идентификация квантовых потенциалов / А.Д.Искендеров, Г.Я.Ягубов, М.А.Мусаева. –Баку: Чашыюглы, –2012.
6. Мусаева, М.А. Вычислительные методы определения квантовых потенциалов / М.А.Мусаева. –Баку: АГПУ, –2023, –549 с.
7. Мусаева, М. А. Вариационный метод определения комплексных коэффициентов нелинейного и нестационарного уравнения типа Шредингера // Ж. Вычислительной математики и математической физики, –2020, 60 (11), –с.1985-1997.
8. Васильев, Ф.П. Методы оптимизации / Ф.П.Васильев. –М.: Факториал Пресс, –2011, –625 с.
9. Эккланд, И. Выпуклый анализ и вариационные проблемы / И.Эккланд, Р.Темам. –М.: Мир. –1979.
10. Goebel, M. On existence of optimal control. Math. Nachr. –1979. V. 93. –pp.67-73.
11. Кобзаш С. Неподвижные точки и полнота в метрических и обобщённых метрических пространствах // Фундамент. и прикл. матем. –2018, т.22,№1, –с.127–215.

## XÜLASƏ

### DİL KONSTRUKSIYALARININ ÖYRƏNİLMƏSİNDƏ OYUNLAR NƏZƏRİYYƏSİ ÜSULLARI

*Musayeva M.A.*

**Açar sözlər:** *oyunlar nəzəriyyəsi, dil nəzəriyyəsi, tərcümə, adekvatlıq, dil fenomenü, modelləşdirmə.*

Dil hadisələri iki və çox tərəfin oyunu şəklində təqdim olunur, linqvistik problemlər oyunlar nəzəriyyəsi üsulları ilə öyrənilir. İzahın sadəliyi üçün, yalnız matris oyunları halı baxılır, əsas nəticələr istənilən kəsilməz funksionallar olan oyunlar üçün doğrudur. Baxılan məsələnin varlığı və yeganəliyi isbat olunur, məqsəd funksiyasının xassələri öyrənilir. Qəbul edilmiş anlayışların izahı verilir və alınan nəticələr izah olunur. Sonda isbat olunan əsas nəticələrin dayanıqsızlığı nəzərə alınaraq həll üçün requlyarlaşma alqoritmi verilmişdir.

## SUMMARY

### GAME THEORY METHODS IN THE STUDY OF LANGUAGE CONSTRUCTIONS

*Musayeva M.A.*

**Key words:** *game theory, theory of language, translation, adequacy, modeling of linguistic phenomena.*

Linguistic problems are presented in the form of a game of two sides and these problems are studied using game theory methods. For the simplicity of presentation, it is carried out only for matrix games, although the main presentation and main results are valid for any game with a continuous functional. The existence and uniqueness of the formulated problem is proved and the properties of the goal function are studied. Explanations of the adopted notation are given and the meaning of the results obtained is stated. In conclusion, the development of the expressed main ideas, the instability of the formulated mathematical problem and the regularization algorithm are given.

Daxilolma tarixi: İlk variant 16.09.2024

Son variant 28.10.2024

UOT 519.83

DOI 10.54758/16801245\_2024\_24\_4\_9

## MATRİSLİ OYUNLARIN QARIŞIQ STRATEGİYALARLA QRAFİKİ-ANALİTİK HƏLL ÜSULU

<sup>1</sup>İSLAMOV MƏNSUR MÖVLUD oğlu  
<sup>2</sup>MƏMMƏDOVA ÜLVİYYƏ MƏMMƏDƏLİ qızı

*Azərbaycan Texniki Universiteti, Bakı, Azərbaycan, 1,2-dosent*

[ulviyya-aztu@mail.ru](mailto:ulviyya-aztu@mail.ru)

*Açar sözlər: oyun, strategiya, saf strategiya, qarışıq strategiya, optimal həll.*

**Giriş.** İqtisadiyyatın vacib məsələlərindən biri bu və ya digər qərarların qəbul edilməsidir. Düzgün qərarların qəbul edilməsi riyazi modelləşmənin tətbiqini tələb edir. İqtisadi məsələlərin riyazi qoyuluşunu təmin edən sahələrdən biri də oyunlar nəzəriyyəsidir. Munaqişəli bazar münasibətləri zəminində optimal qərarların qəbul edilməsi ancaq bu nəzəriyyənin üsulları ilə mümkündür.

**Tədqiqatın məqsədi, məsələnin qoyuluşu.** Tədqiqatın məqsədi qarışıq strategiyalar vasitəsilə məsələnin optimal həllinin tapılması və araşdırılmasıdır. Bu məqsədlə iki oyunçunun sıfır cəmi oyununa baxılır. Məsələnin həlli qarışıq strategiyalar vasitəsilə qrafik-analitik üsulla tapılır. Müxtəlif ölçülü ödəniş matrisli oyunların optimal həlli tapılır.

**Məsələnin həll üsulları və aprobeasiyası.** Baxılan məsələni həlli üçün həm qrafik üsuldən, həm də analitik üsuldən istifadə edilir. Daha dəqiq desək, məsələlərin həlli qrafik üsulla yerinə yetirilir, alınan qiymətlərin dəqiqləşdirilməsi isə analitik üsulla aparılır. Analitik üsulun tətbiqini asanlaşdırmaq və hər iki oyunçunun optimal strategiyalarını tapmaq məqsədilə oyunçulardan birinin strategiyalarının sayı ikiyə gətirilir. Bu əməliyyat həm qrafik üsulla, həm də üstün strategiyaların təyini vasitəsilə yerinə yetirilir.

**Alınan nəticələrin tətbiqi.** Məsələnin həllindən alınan nəticələrdən iqtisadi məsələlərin həllində istifadə oluna bilər.

**Nəticə:** 1. Məsələnin həm qrafik, həm də analitik üsulla həlli göstəri ki, qrafik üsulla alınan nəticələrlə də kifayətlənmək olar.

2. Üstün strategiyaların təyini, ödəniş matrisini  $2 \times n$  və ya  $m \times 2$  ölçülərinə gətirmədikdə, bu əməliyyatı qrafik üsulla sona çatdırmaq olar.

İki oyunçunun sıfır cəmi oyununa baxaq. Tutaq ki, birinci oyunçu  $m$  strategiyaya, ikinci oyunçu isə  $n$  strategiyaya malikdir, yəni ödəniş matrisi  $m$  sayda sətir və  $n$  sayda sütuna malikdir.  $m > 2$  və  $n > 2$  olduqda məsələnin analitik üsulla həlli çətinləşir, qrafik üsulla isə mümkün olmur. Ona görə də hər iki oyunçunun strategiyalarının sayını azaltmaq lazım gəlir. Məsələn, üstün strategiyaların təyini üsulu ilə ödəniş matrisinin ölçülərini azaltmaq olar. Doğrudan da, oyunçuların strategiyaları arasında elə strategiyalar var ki, onlar optimal strategiyaların təyində iştirak etmir. Belə strategiyalar tabe olan (zəif) strategiyalar adlanır. Üstün strategiyalar üsulu ilə onlar müəyyənləşdirilir və strategiyalar çoxluğundan kənarlaşdırılır.

Əgər matrisli oyun yəhər nöqtəsinə malik deyilsə, onda optimal həll qarışıq strategiyalar (saf strategiyaların uyğun ehtimallarla təsadüfi növbələşməsi) vasitəsilə təyin edilir. Optimal qarışıq strategiyaların təyini qrafik üsulla analitik üsulun kombinə edilmiş formasından istifadə etməklə daha rahat yerinə yetirilir. Aydın ki, qrafik üsul təqribi üsuldür, oyunun və ehtimalların qiymətini dəqiq təyin etmək olmur, lakin qrafik üsul həm sadədir, həm də əyanilik baxımından çox əlverişlidir. Oyunun və ehtimalların dəqiq qiymətlərini isə analitik üsulla təyin etmək olar.

Ödəniş matrisi  $A=||a_{ij}||$  ( $2 \times 2$ ,  $2 \times n$ ,  $m \times 2$  ölçülü) olan oyuna baxaq. Aşağıdakı alqoritmləri reallaşdırmaqla qarışıq optimal strategiyalar və oyunun qiyməti təyin olunur.

Qrafik üsulun alqoritmləri:

I Alqoritm:

I oyunçunun optimal strategiyalarının təyini:

- 1) Koordinat sistemi qurulur.
- 2) Absis oxu boyunca  $p \in [0;1]$  ehtimalları yerləşdirilir.
- 3) Ordinat oxu boyunca I oyunçunun  $A_2$  strategiyasından istifadə etdikdə qazandığı uduşları,  $p=1$  düz xətti üzərində isə I oyunçunun  $A_1$  strategiyasından istifadə etdikdə qazandığı uduşları qeyd olunur. Hər iki perpendikulyar üzərində eyni miqyas götürülür. Üfüqi  $[0;1]$  parçası üzərində olan miqyasla üst-üstə düşməsi vacib deyil.

4)  $a_{21}a_{11}$  və  $a_{12}a_{22}$  düz xətt parçalarının aşağı qurşayanı qurulur (qalın xətt).

5) Aşağı qurşayanın ən yuxarı nöqtəsi tapılır.

6) Qurşayan və onun ən yuxarı nöqtəsi koordinat oxları üzərinə perpendikulyar proyeksiyalanır.

7)  $p^* = \{p_1^*, 1-p_1^*\}$  proyeksiyaları optimal qarışıq strategiyaları təyin edir. Ən yuxarı nöqtənin ordinat oxu üzərindəki proyeksiyası oyunun qiymətidir (şək. 1).

II Alqoritm

II oyunçunun optimal strategiyalarının təyini:

- 1) Koordinat sistemi qurulur.
- 2) Absis oxu boyunca  $q \in [0;1]$  ehtimalları yerləşdirilir.
- 3) Ordinat oxu boyunca II oyunçunun  $B_2$  strategiyasından istifadə etdikdə qazandığı uduşları,  $q=1$  düz xətti üzərində isə II oyunçunun  $B_1$  strategiyasından istifadə etdikdə qazandığı uduşlar qeyd olunur. Hər iki perpendikulyar üzərində eyni miqyas götürülür. Üfüqi  $[0;1]$  parçası üzərində olan miqyasla üst-üstə düşməsi vacib deyil.

4)  $a_{21}a_{22}$  və  $a_{12}a_{11}$  düz xətt parçalarının yuxarı qurşayanı qurulur (qalın xətt).

5) Aşağı qurşayanın ən aşağı nöqtəsi tapılır.

6) Qurşayan və onun ən aşağı nöqtəsi koordinat oxları üzərinə proyeksiyalanır.

7) Absis oxu üzərindəki proyeksiya optimal  $q^* = \{q_1^*, 1-q_1^*\}$  qarışıq strategiyasını, ordinat oxu üzərində ən aşağı nöqtənin proyeksiyası isə oyunun qiyməti verəcək (şək. 2).

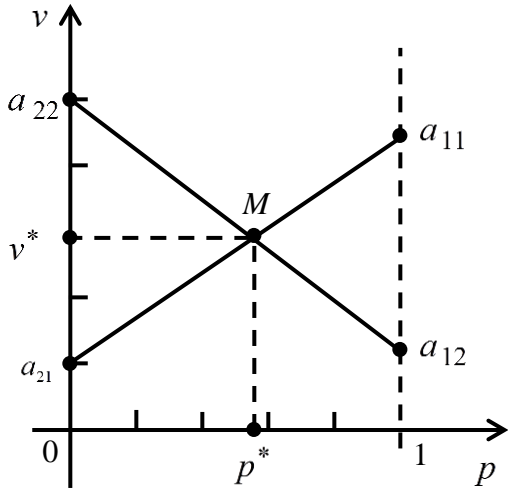
**Nümunə.** A matrisi ilə verilmiş oyunun həllini yerini yetirək:

$$A = \begin{vmatrix} 3 & 8 \\ 7 & 4 \end{vmatrix}.$$

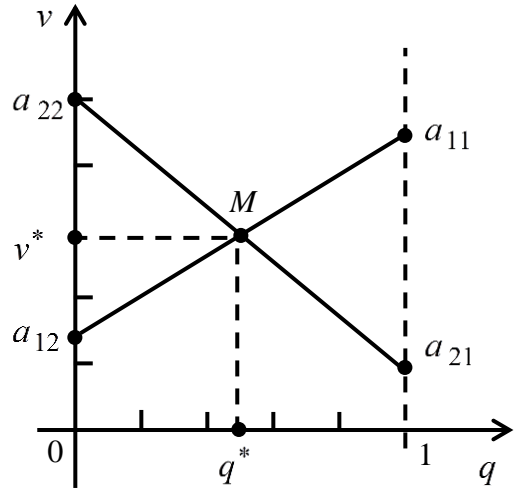
Əvvəlcə yəhər nöqtəsinin olub-olmadığını yoxlayaq:  $\alpha=4$ ,  $\beta=7$ ,  $v \in [4,7]$ . Deməli, oyun yəhər nöqtəsinə malik deyil. Alqoritmləri yerinə yetirərək oyunçuların qarışıq optimal strategiyalarını və oyunun qiymətini təyin edirik:  $S_I=(0,4;0,6)$  (şək. 3),  $S_{II}=(0,5;0,5)$  (şək. 4),  $v^*=5,5$ . Bu qiymətləri dəqiqləşdirmək lazım gələrsə, analitik üsuldən istifadə olunur. Əsas teoremə görə oyunun optimal qiyməti və oyunçuların ehtimallarının optimal qiymətləri üçün aşağıdakı tənliklər sistemi qurulur:

$$\begin{cases} 3p_1^* + 7(1-p_1^*) = v^* \\ 8p_1^* + 4(1-p_1^*) = v^* \end{cases} \Rightarrow p_1^* = \frac{3}{8} = 0,375, \quad p_1^* = 0,625, \quad v^* = 5,5,$$

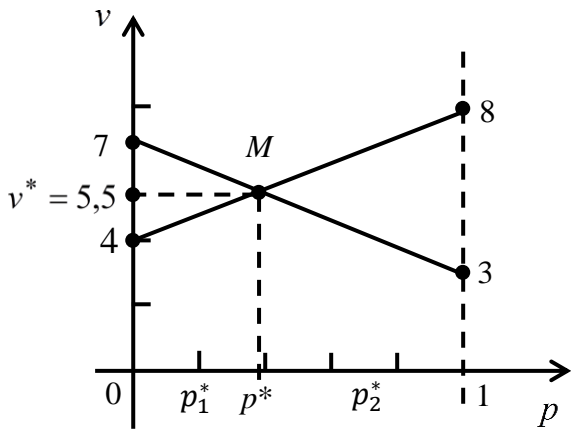
$$\begin{cases} 3q_1^* + 8(1-q_1^*) = v^* \\ 7p_1^* + 4(1-q_1^*) = v^* \end{cases} \Rightarrow q_1^* = \frac{1}{2} = 0,5, \quad q_2^* = \frac{1}{2} = 0,5, \quad v^* = 5,5.$$



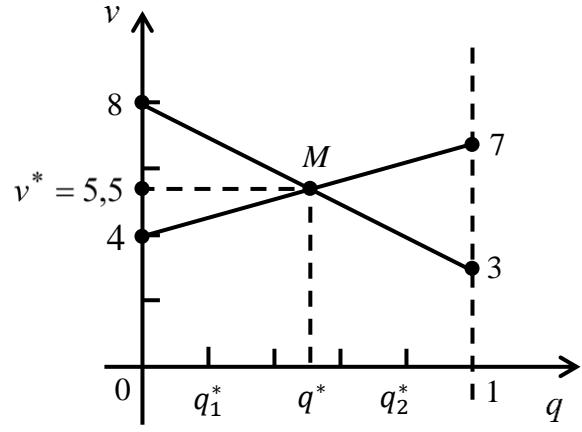
Şəkil 1.



Şəkil 2.



Şəkil 3.



Şəkil 4.

Ödəniş matrisi

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \end{vmatrix}$$

olan  $(2 \times n)$ -ölçülü oyuna baxaq. Əsas teoremə əsasən oyunun qiyməti və I oyunçunun  $p^*$  ehtimalı

$$v^* = \max_{0 \leq p \leq 1} \min_{1 \leq j \leq n} (a_{1j}p + a_{2j}(1-p))$$

tənliyindən tapılır.

$$\min_{1 \leq j \leq n} (a_{1j}p + a_{2j}(1-p)) \quad (1)$$

funksiyasının maksimum qiymətini onun qrafikini qurmaqla daha rahat tapmaq olar. Buna görə də tənliyi

$$v_j = a_{1j}p + a_{2j}(1-p) \quad (2)$$

şəklində olan  $n$  sayda düz xətt qurmaq lazımdır. Burada  $v_j - \{p, j\}$  vəziyyətinə uyğun orta uduşdur. Qurulmuş hər bir düz xətt II oyunçunun bir strategiyasına uyğun gəlir.  $p$ -nin hər bir  $0 \leq p \leq 1$  qiyməti üçün qurulmuş düz xətlərin hər birinin üzərində  $v$ -nin uyğun qiymətlərini müqayisə edərək onlardan ən kiçiyi müəyyənləşdirilib qeyd olunur.

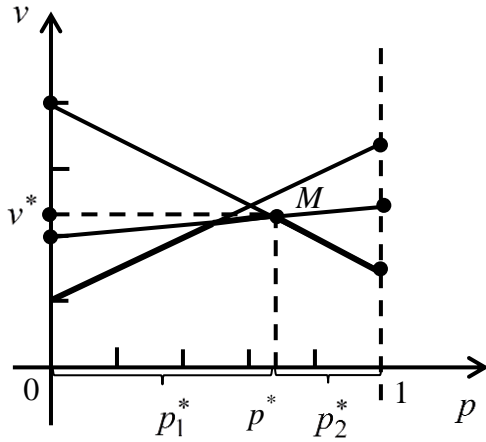
Nəticədə bir sınıq xətt qurulur ki, bu da (1) funksiyasının qrafikidir (qalın xətt). Bu sınıq xətt (2) xətlərinin qurşayanı adlanır. Qurulmuş qurşayanın ən yuxarı nöqtəsi (1) funksiyasının maksimum qiymətinə uyğundur və onun ordinat oxu üzərindəki proyeksiyası oyunun optimal

qiymətini ( $v^*$ ), absis oxu üzərindəki proyeksiyası isə I oyunçunun optimal  $p^* = \{p_1^*, p_2^*\}$  strategiyasını verir (şək. 5). Qarışıq strategiyalarda iştirak etməyən saf strategiyaların ehtimalları sifira bərabər götürülür.

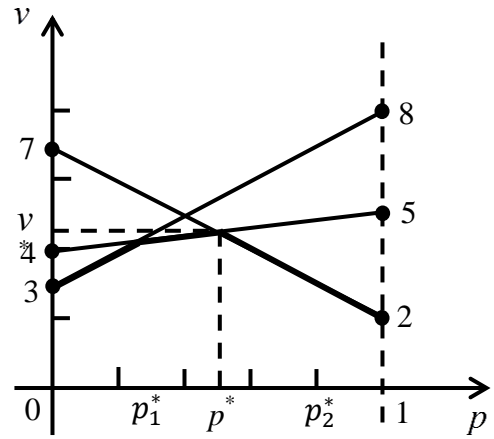
**Nümunə.** A matrisi ilə verilmiş oyunun həllini tapmaq:

$$A = \begin{vmatrix} 2 & 5 & 8 \\ 7 & 4 & 3 \end{vmatrix}.$$

Əvvəlcə yəhər nöqtəsinin mövcudluğunu müəyyən edək:  $\alpha=3$ ,  $\beta=5$ ,  $v \in [3;5]$ .  $\alpha \neq \beta$  olduğu üçün oyun yəhər nöqtəsinə malik deyil. Ona görə də oyunun həllini qarışıq strategiyalarla axtarıq. Aşağı qurşayarı quraraq onun ən yuxarı nöqtəsinə tapırıq ( $M$ ) və bu nöqtəni absis oxu üzərinə proyeksiyalayaraq qarışıq optimal strategiyayı, ordinat oxu üzərinə proyeksiyalayaraq oyunun qiymətini müəyyən edirik (şək. 6).



Şəkil 5.

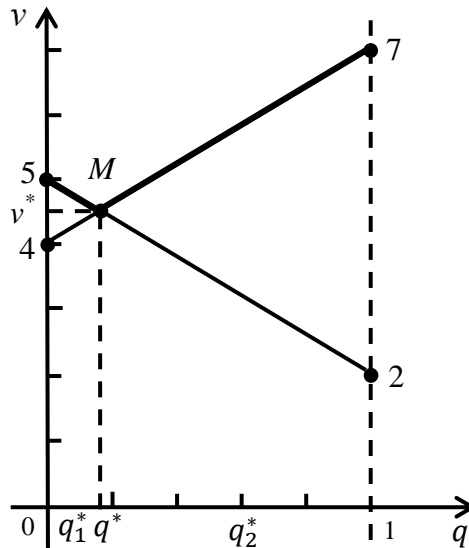


Şəkil 6.

Şəkil 6-dan göründüyü kimi  $M$  nöqtəsində II oyunçunun birinci və ikinci strategiyalarına uyğun xətlər kəsişir. Deməli, ödəniş matrisindən  $B_3$  strategiyasını kənarlaşdırmaq olar. Onda  $A$  matrisi  $2 \times 2$  ölçülü matris olacaq:

$$A = \begin{vmatrix} 2 & 5 \\ 7 & 4 \end{vmatrix}.$$

Bu halda II oyunçunun da qarışıq strategiyalarını tapmaq olar (şək. 7).



Şəkil 7.

Qrafiklərdən alırıq ki,  $S_I=\{0,5;0,5\}$ ,  $S_{II}=\{0,2;0,8\}$ ,  $v^*=4,5$ . Bu qiymətləri dəqiqləşdirmək üçün analitik üsuldən istifadə edək:

$$\begin{cases} 2p_1^* + 7(1-p_1^*) = v^* \\ 5p_1^* + 4(1-p_1^*) = v^* \end{cases} \Rightarrow p_1^* = \frac{1}{2}, \quad p_2^* = \frac{1}{2}, \quad v^* = 4,5,$$

$$2q_1^* + 5(1-q_1^*) = 4,5 \Rightarrow q_1^* = 0,17, \quad q_2^* = 0,83.$$

Beləliklə, qiymətlər dəqiqləşdirildikdən sonra alırıq:  $S_I=\{0,5;0,5\}$ ,  $S_{II}=\{0,17;0,83\}$ ,  $v^*=4,5$ . İndi isə ödəniş matrisi

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} \end{vmatrix}$$

olan  $m \times 2$ -ölçülü oyuna baxaq. II alqoritmə əsasən əgər I oyunçu  $i$ -ci saf strategiyasını qəbul edirsə, onda II oyunçunun orta uduşu

$$v_i = a_{i1}q + a_{i2}(1-q), \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (3)$$

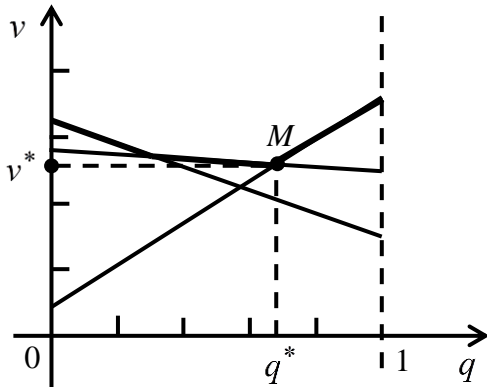
Bu uduşun  $q$ -dən asılılığı düz xətlə təsvir olunur. Bu düz xətləri və onların yuxarı qurşayanını quraq. II oyunçunun qarışıq optimal strategiyasını müəyyən edək (şək. 8).

**Nümunə.** Ödəniş matrisi

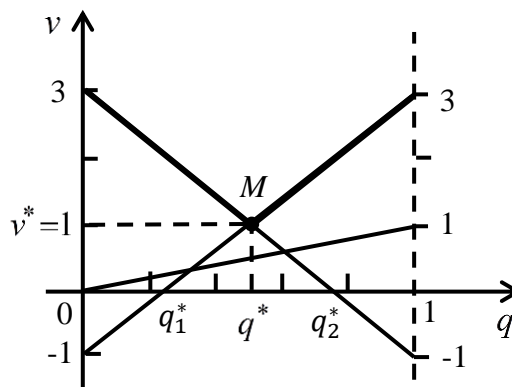
$$A = \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ -1 & 3 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}$$

olan  $3 \times 2$  ölçülü oyunun həllini tapaq. Əvvəlcə yəhər nöqtəsinin mövcudluğunu yoxlayaq:  $\alpha=0$ ,  $\beta=3$ ,  $\alpha < \beta$ . Deməli, optimal qarışıq strategiyanı tapmaq lazımdır. (3) düz xətlərini qurub yuxarı qurşayanı və onun ən aşağı nöqtəsini tapırıq (şək. 9):  $S_{II}=(0,5;0,5)$ ,  $v^*=1$ . Şəkil 9-dan görüldüyü kimi I oyunçunun üçüncü strategiyası qarışıq strategiyanın qurulmasında iştirak etmir. Ona görə də bu strategiya ödəniş matrisindən kənarlaşdırılır və nəticədə  $2 \times 2$  ölçülü ödəniş matrisi alınır. Beləliklə, I oyunçunun da qarışıq optimal strategiyası tapılır:  $p_1^* = \frac{1}{2}$ ,  $p_2^* = \frac{1}{2}$ ,  $p_3^* = 0$ ,  $v^* = 1$ .

Aşağıdakı məsələlərdə hər iki oyunçunun optimal qarışıq strategiyaları və oyunun qiyməti ancaq qrafik üsulla tapılır. Optimal qarışıq strategiyanın təyində iştirak edən saf strategiyalar saxlanılır, digərləri isə ödəniş matrisindən kənarlaşdırılır. Beləliklə, ödəniş matrisinin ölçüsü  $2 \times 2$ -yə gətirilir ki, bu da hər iki oyunçunun optimal qarışıq strategiyasının tapılmasına imkan verir.



Şəkil 8.



Şəkil 9.

**Məsələ 1.** Ödəniş matrisi

$$A = \begin{vmatrix} 7 & 9 & 8 \\ 10 & 6 & 9 \end{vmatrix}$$

olan  $2 \times 3$  ölçülü oyunun qarışıq optimal strategiyalarını və oyunun qiymətini tapaq.

Şəkil 10-dan görüldüyü kimi II oyunçunun üçüncü saf strategiyasını ödəniş matrisindən kənarlaşdırmaq olar:

$$A = \begin{vmatrix} 7 & 9 & 8 \\ 10 & 6 & 9 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} 7 & 9 \\ 10 & 6 \end{vmatrix}$$

Şəkillərdən alırıq ki,  $S_I = (0,65; 0,35)$ ,  $S_{II} = (0,5; 0,5; 0)$  və  $v^* = 8$ .

**Məsələ 2.** Ödəniş matrisi

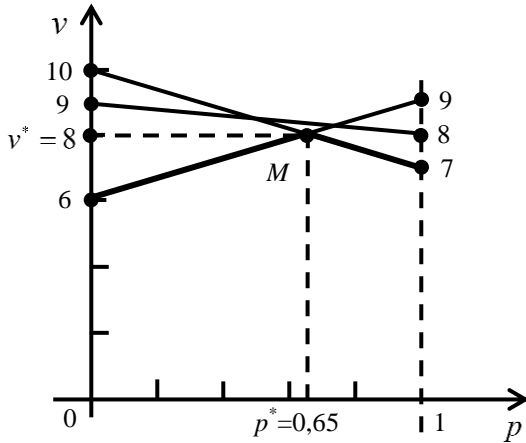
$$A = \begin{vmatrix} 6 & 5 \\ 4 & 6 \\ 2 & 7 \\ 1 & 8 \end{vmatrix}$$

olan  $4 \times 2$  ölçülü oyunun optimal qarışıq strategiyalarını və oyunun qiymətini tapaq.

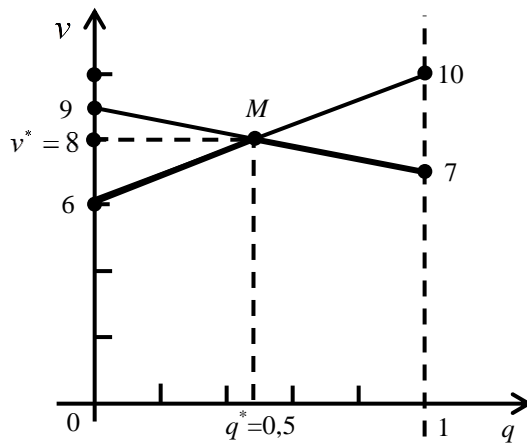
Şəkil 12-dən görüldüyü kimi I oyunçunun ikinci və üçüncü saf strategiyaları kənarlaşdırıla bilər:

$$A = \begin{vmatrix} 6 & 5 \\ 4 & 6 \\ 2 & 7 \\ 1 & 8 \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} 6 & 5 \\ 1 & 8 \end{vmatrix}$$

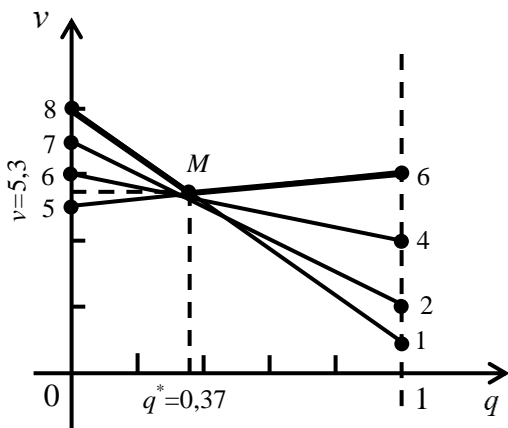
Alırıq ki,  $S_{II} = (0,37; 0,63)$ ,  $S_I = (0,85; 0; 0; 0,15)$  və  $v^* = 5,3$ .



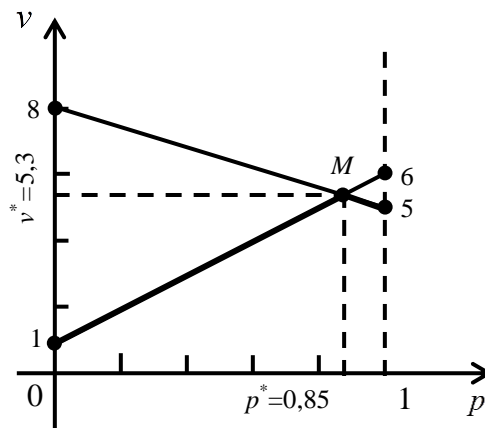
Şəkil 10.



Şəkil 11.



Şəkil 12.



Şəkil 13.

**Məsələ 3.** Ödəniş matrisi



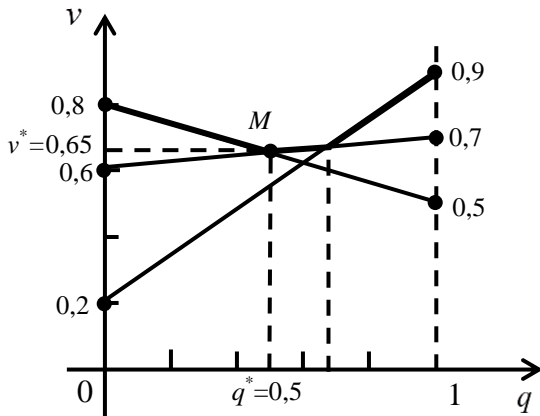
$$A = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,8 \\ 0,9 & 0,2 \\ 0,7 & 0,6 \end{pmatrix}$$

olan  $3 \times 2$  ölçülü oyunun optimal qarışıq strategiyalarını və oyunun qiymətini tapaq.

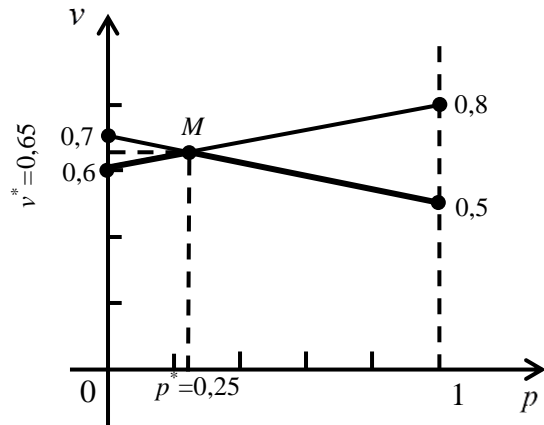
Şəkil 14-dən görüldüyü kimi I oyunçunun ikinci strategiyasını kənarlaşdırmaq olar:

$$A = \begin{pmatrix} 0,5 & 0,8 \\ 0,9 & 0,2 \\ 0,7 & 0,6 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 0,5 & 0,8 \\ 0,7 & 0,6 \end{pmatrix}.$$

Alırıq ki,  $S_{II}=(0,5;0,5)$ ,  $S_I=(0,25;0;0,75)$  və  $v^*=0,65$ .



Şəkil 14.



Şəkil 15.

### ƏDƏBİYYAT

1. Оуэн, Г. Теория игр / Г.Оуэн. –М.: Мир, –1971. –230 с.
2. Лабскер, Л.Г. Теория игр в экономике / Л.Г.Лабскер, Н.А.Яценко. –М.: КноРус, –2012. –264 с.
3. Печерский, С.А. Теория игр для экономистов / С.А.Печерский. –М., –2001. –342 с.
4. Колесник, Г.В. Теория игр / Колесник Г.В. –М., –2012. –152 с.

### SUMMARY

#### GRAPHICAL-ANALYTICAL METHOD FOR SOLVING MATRIX GAMES WITH MIXED STRATEGIES

*Islamov M.M., Mamedova U.M.*

**Key words:** game, strategy, pure strategy, mixed strategy, optimal solution.

The work considers a zero-sum matrix game of two players. The optimal solution is sought in a variety of mixed strategies. The optimal solution is determined graphically. The found values of the game price and probabilities are refined using the analytical method. Various problems are solved and the optimal strategies of both players are determined.

**РЕЗЮМЕ**  
**ГРАФИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ МАТРИЧНЫХ ИГР СО**  
**СМЕШАННЫМИ СТРАТЕГИЯМИ**

*Исламов М.М., Мамедова У.М.*

*Ключевые слова: игра, стратегия, чистая стратегия, смешанная стратегия, оптимальное решение.*

В работе рассматривается матричная игра двух игроков с нулевой суммой. Оптимальное решение ищется во множестве смешанных стратегий. Оптимальное решение определяется графическим методом. Найденные значения цены игры и вероятностей уточняются аналитическим методом. Решаются различные задачи и определяются оптимальные стратегии обоих игроков.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	26.11.2024
	Son variant	20.12.2024

## Yb İLƏ DOPİNG OLUNMUŞ TlInS<sub>2</sub> KRİSTALLARINDA ELEKTRON ŞUALANMA DOZASININ QADAĞAN ZONASINA TƏSİRİ

HÜSEYNOVA KƏMALƏ MÜSƏLLİM qızı [ORCID](#)

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, baş müəllim*  
[kemale.huseynova@sdu.edu.az](mailto:kemale.huseynova@sdu.edu.az)

*Açar sözlər:* yarımkeçirici, Yb-nadir torpaq elementi, eksiton, qadağan olunmuş zona, elektron şüalanması.

### Giriş

Son vaxtlar yeni mürəkkəb yarımkeçirici materiallar axtarmaq məqsədi ilə kristallarda olan bir və ya bir neçə elementi qismən dəyişdirilməsi nəticəsində alınan materiallar daha maraq kəsb edir. Bu da materialların xüsusiyyətlərini və xassələrini dəyişdirməyə və idarə etməyə imkan verir [1]. TlInS<sub>2</sub> monokristal da belə modifikasiya olunan materialdır. Burada indium atomlarının bir hissəsini başqa atomlarla (məsələn, iterbium) əvəz etmək mümkün olan çoxkomponentli geniş boşluqlu yarımkeçiricilər [2] almaq mümkün olmuşdur. TlInS<sub>2</sub> yarımkeçiricinin tərkibini dəyişdirmək imkanı onun elektrofiziki, fotoelektrik, optik və digər xüsusiyyətlərini tənzimləməyə imkan verir. Yarımkeçiricinin mühüm xüsusiyyətlərindən biri qadağan olunmuş zonadır. Belə ki, qadağan olunmuş zonada olan dəyişiklik kristalın təmiz və ya çirkliliyini, struktur qüsurları, həmçinin xarici təsirlər (temperatur, təzyiq, şüalanma, deformasiya) haqqında məlumat verir.

TlInS<sub>2</sub>-nin optik udma kənarı [3] və otaq temperaturunda tədqiq edilmişdir. Düz və tərs keçidlər üçün qadağan olunmuş zonanın eni  $E_g$  təyin edilmişdir. ( $E_{gi} = 2.29$  eV,  $E_{gd} = 2.32$  eV) və həmçinin qamma şüalanma dozəsindən sonra onların dəyişməsi  $D = 25$  Mrad ( $E_{gi} = 2.32$  eV,  $E_{gd} = 2.38$  eV). [4]-də spektral və optik parametrlər tədqiq edilmişdir. TlInS<sub>2</sub> monokristallarında 200-2500 nm dalğa uzunluğu diapazonunda keçiricilik və əks etdirmənin spektrofotometrik ölçülərində düz və tərs keçidlər üçün qadağan olunmuş zonanın eni müvafiq olaraq 2.340 və 2.258 eV ölçüdə olmuşdur.

[5]-də göstərilmişdir ki, TlInS<sub>2</sub> də indium atomunu xrom atomu ilə əşqarlanması nəticəsində alınan TlIn<sub>1-x</sub>Cr<sub>x</sub>S<sub>2</sub> bərk məhlullarında  $E_g$  temperaturun 77-dən 290 K-ə qədər artması ilə azalır.

Cihazların istehsalında istifadə edilən TlInS<sub>2</sub> fotohəssasdır, bu da bir çox çətinliklər yaradır, lakin digər tərəfdən radiasiyaya məruz qalma nəticəsində yarananların fiziki xassələrə təsirinin öyrənilməsi TlInS<sub>2</sub> böyük praktik maraq doğurur. Bütün bunları faza diaqramlarının öyrənilməsi əsasında və struktur məlumatları [6-9] nəzərə alaraq biz həm TlInS<sub>2</sub> -nin, həm də aşqar olunmuş TlIn<sub>1-x</sub>Yb<sub>x</sub>S<sub>2</sub> birləşməsində [2] elektron şüalanmasının təsirini araşdırdıq. [3,4] nəşrlərin təhlili nümunələri 2 MeV enerjili elektronlarla şüalandırmaq qərarına gəlməyə imkan verdi. Bu işin məqsədi elektron şüalanmasının TlInS<sub>2</sub> və TlIn<sub>1-x</sub>Yb<sub>x</sub>S<sub>2</sub> kristallarının qadağan zonasının eninə- $E_g$  təsirini və onlarda optik udma kənarının temperaturdan asılılığını öyrənməkdir.

### Eksperimental üsullar

Tədqiq olunan TlInS<sub>2</sub> və TlIn<sub>1-x</sub>Yb<sub>x</sub>S<sub>2</sub> yarımkeçirici birləşmələrin monokristalları komponentlərin birbaşa ərintiləri ilə sintez edilmişdir, stoxiometrik nisbətdə götürülmüş kristallar Bridgman-Stokbarger üsulu ilə yetişdirilmişdir. Alınan nümunələr tək kristal külçədən ayrılıb, onların təxmini ölçüləri  $8 \times 5 \times 1$  mm<sup>3</sup> idi.

Təcrübi olaraq yetişən monokristalların qadağan zolağını  $E_g$  təyin etmək üçün sürətli elektronlarla şüalandırdıq. Şüalanmadan əvvəl və sonra optik udma spektrlərini tədqiq etdik. Nümunələr enerji 2 MeV və şüa cərəyanının sıxlığı  $0,375 \mu\text{A}/\text{sm}^2$  olan "Elektroniks EU-03" elektronlarla sürətləndirici ilə şüalanmışdır.

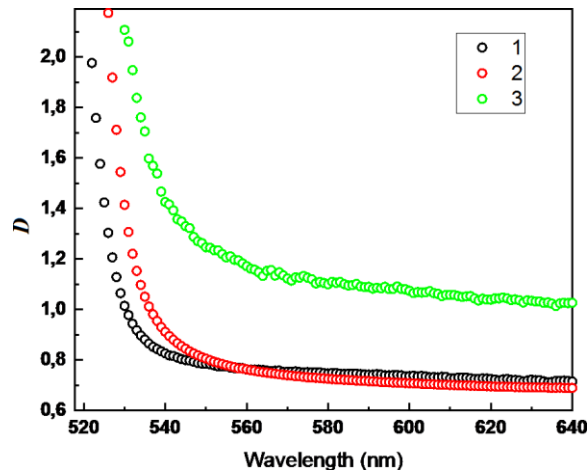
Elektron enerjisi nümunənin sıxlığına və qalınlığına əsasən təyin edilmişdir. Bunun üçün (P4701) Riso 2 Piece Aluminium (Belçika) cihazından istifadə edilir. Nümunə elektron sürətləndiricindən 0.4 m məsafədə elektron şüasının istiqamətinə perpendikulyar quraşdırılmış və  $1 \times 10^{16} \text{el}/\text{sm}^2$  elektron seli qədər şüalanmışdır. Sıxlığın təyin edilməsində sürətlənmiş elektronların axını 10% çox deyildi. Radiasiyanın təsiri altında nümunənin temperaturunun artmasının qarşısını almaq üçün bir ventilyatordan istifadə edilmişdir.

Otaq temperaturunda dalğa uzunluğu 190–1100 nm olan optik udma spektrlərini "Lambda 43" (Perkin Elmer) nisbi ölçmə xətası 1 Å olan spektrofotometrədən istifadə etməklə qeydə alınıb. Nümunələr işıq istiqamətinə perpendikulyar kristalloqrafik oxa paralel qoyulmuşdur. Tauc metodundan istifadə etməklə, qadağan zolağın eni  $E_g$  ( $\alpha h\nu$ )<sup>2</sup>-nin enerji oxundan asılılıq qrafiklərinin ekstrapolyasiya yolu ilə ( $\alpha$  optik udma əmsalı) müəyyən edilmişdir.

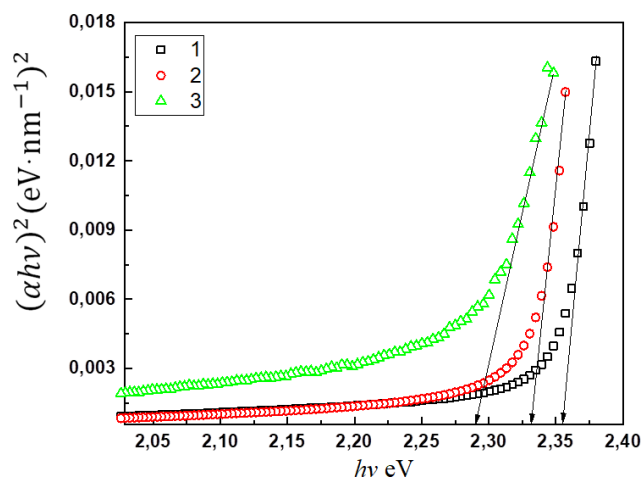
TlIn<sub>1-x</sub>Yb<sub>x</sub>S<sub>2</sub> (x = 0,005 və 0,01) nümunələrinin optik udulma əmsalını yəni  $\alpha(h\nu)$ -ni təyin etmək ölçmək üçün nümunələrin qalınlığı 22÷80 mkm tərtibində olan nümunələrdən istifadə edilmişdir. Monoxromatorun işığını kristalın laylarına perpendikulyar istiqamətdə yəni kristalloqrafik oxla eyni istiqamətdə yönəldilmişdir. Təcrübələri MDR-6M monoxromatorunda və temperaturu özü tənzimləyən (xətanın dəqiqliyi  $\pm 0,01\text{K}$  tərtibindədir) "UTREKS-001" kreostatında aparılmışdır. Monoxromatorun çıxışından çıxan işığı alüminium sferik güzgüləri vasitəsilə kristalın öz laylarına perpendikulyar istiqamətə tərəf yönəltmək olur. Tədqiqatı nəticələrini azot temperaturundan otaq temperatur aralığında tədqiq edilmişdir. İşığı qəbul edən cihaz olaraq ayırd etmə qabiliyyəti 2Å olan FEU-100 qurğusundan istifadə edilmişdir.

#### **Nəticələr və onun müzakirəsi**

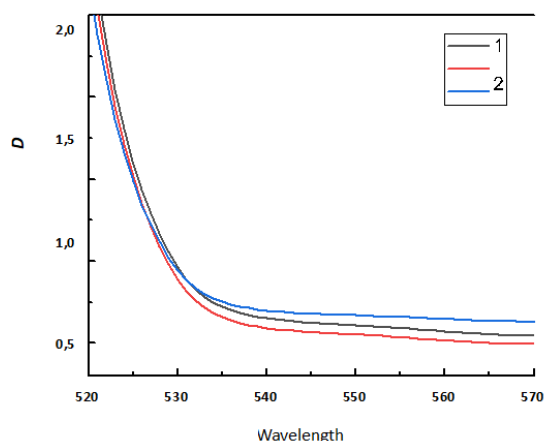
TlIn<sub>1-x</sub>Yb<sub>x</sub>S<sub>2</sub> (x = 0,005 и 0,01) monokristalların udma spektrləri tapılıb. Udma spektrlərinə əsasən qadağan zonasının eni təyin edilib. Həmçinin elektron şüalanması göstərilmişdir (şəkil 1-4).



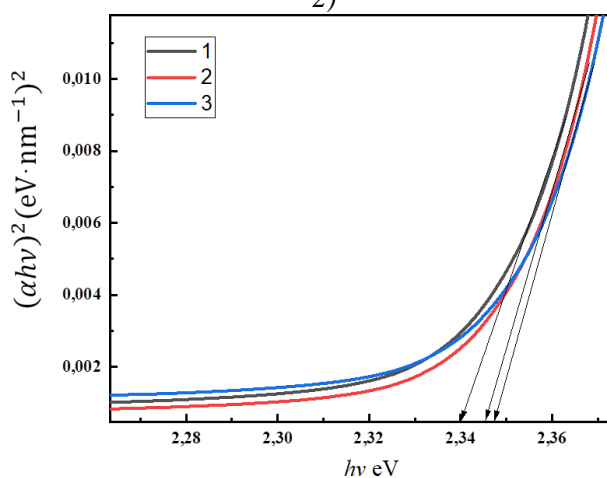
**Şəkil 1.** TlIn<sub>1-x</sub>Yb<sub>x</sub>S<sub>2</sub> bərk məhlulunda müxtəlif şüalanma dozasında udulma spektrləri:  
1) ilkin, 2)  $50 \cdot 10^{14}$ , 3)  $10 \cdot 10^{15}$



**Şəkil 2.** Enerjidən asılı olaraq  $TlInS_2 <Yb=0.005 >$  kristalın qadağan zolağının eni müxtəlif elektron sellərində fotonlar, elektron/ $sm^2$ : 1) ilkin, 2)  $50 \cdot 10^{14}$ , 3)  $10 \cdot 10^{15}$ .  $E_{g1}=2,358$  eV,  $E_{g2}=2,33$  eV,  $E_{g3}=2,29$  eV.



**Şəkil 3.** Müxtəlif dozalarda  $TlIn_{0,99}Yb_{0,01}S_2$  monokristalın udma spektri, elektron/ $sm^2$ : 1) ilkin, 2)  $50 \times 10^{14}$ , 3)  $10 \times 10^{15}$ .



**Şəkil 4.**  $TlIn_{0,99}Yb_{0,01}S_2$  monokristalın optik udulma spektrləri  $q_{n-0}$  dozalarda foton enerjisindən asılı olaraq elektron/ $sm^2$ : 1) orijinal, 2)  $5 \times 10^{15}$ , 3)  $1 \times 10^{16}$ . Məsələn,  $E_{g1}=2,340$  eV,  $E_{g2}=2,345$  eV, Məsələn,  $E_{g3}=2,347$  eV.

TlInS<sub>2</sub> kristalının ion radiusu ( $r = 0.92 \text{ \AA}$ ), indium atomunu iterbium atomları ilə əvəzləməsindən alınan TlIn<sub>1-x</sub>Yb<sub>x</sub>S<sub>2</sub> kristallarının ion radiusu  $r_i = 0,81 \text{ \AA}$  tapılmışdır. Nəticədə qəfəs parametri artmalıdır.

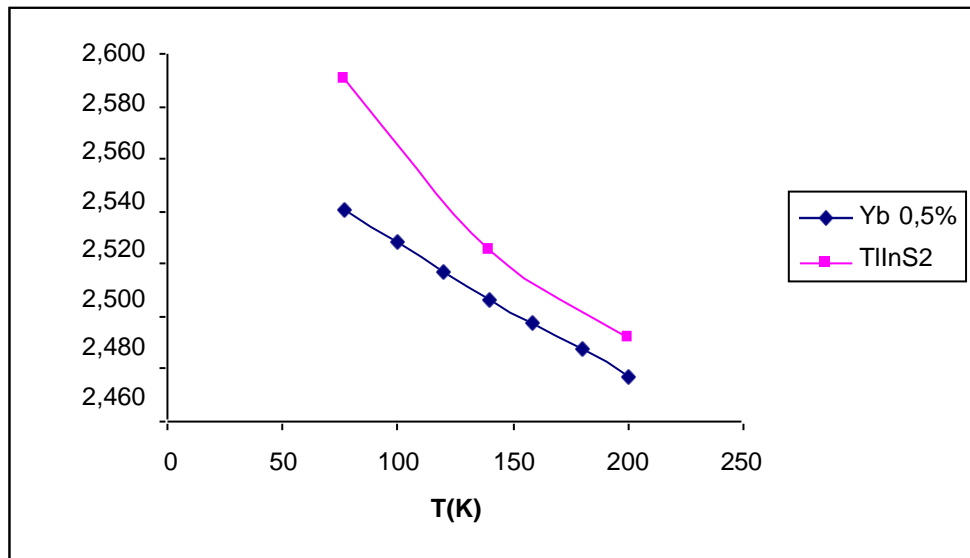
Zona strukturunun hesablamalarına görə qadağan zonasının eni  $E_g$  azalmalı idi, yəni təbəqələr arasındakı məsafənin azalmasını baş verməlidir. Bilirik ki, valentlik zolağının yuxarı hissəsi ilə keçiricilik zolağının dibinin parçalanması səbəbindən  $E_g$ -də azalma və ayrı-ayrı təbəqələrin sıxılması  $E_g$ -nin artmasına səbəb olur. Alınan kristalda isə atom daha böyük atom ölçüsünə malik atomla əvəz olunur, atomlararası məsafə artır və kristalın  $E_g$ -si azalır. Buna görə də, bizim vəziyyətimizdə təbəqənin içərisindəki atomlar arasındakı məsafənin artması  $E_g$  azalmasına gətirib çıxarmalıdır ki, eksperimental olaraq TlInS<sub>2</sub>-də  $E_g=2,363 \text{ eV}$ , TlIn<sub>0,99</sub>Yb<sub>0,01</sub>S<sub>2</sub> isə  $E_g=2,340 \text{ eV}$ -ə qədər azalma müşahidə edildi. Deməli sürətli elektronlarla şüalanma,  $E_g$ -nin azalmasına səbəb olur. Həmçinin tək müxtəlif şüalanma dozasında TlIn<sub>0,995</sub>Yb<sub>0,005</sub>S<sub>2</sub>-də 2.358 eV-dən 2.290 eV-ə qədər azalma göründü (Şəkil 2).

Elektron şüalanması nəticəsində  $E_g$ -nin azalması səthə yaxın kristallitlərin ölçülərinin artması ilə izah olunur, yəni sürətli elektronların təsiri altında qəfəs sabiti dəyişir, qalıqların relaksasiyasına səbəb olur. p-TlInS<sub>2</sub> tip kristallarında sürətli elektronlarla şüalandıqda və şüalanma dozasını artırıdınca kompensasiya dərəcəsini artıran proseslər baş verir.

TlInS<sub>2</sub>-ə (Yb=0; 0,001; 0,005; 0,01) Yb ilə dopinqindən alınan bərk məhlullarının azot və otaq temperaturları aralığında optik udulma əmsalının enerjiden asılılıq spektrləri tədqiq edilmişdir. Təcrübələrin nəticələri əsasında bu qənaətdə gəlin ki, temperatur azot temperaturuna yaxınlaşdıqca udulma sərhədi yüksək enerji (kiçik dalğa uzunluğu) tərəfə sürüşür və temperaturun 77÷200 K olan aralıqda udulma sərhədində elektronların birbaşa yəni düz keçidlə eksiton səviyyələrinə keçidi ilə əlaqədar udulma zolağı müşahidə olunur(şəkil 5).

Alınan eksiton maksimumları piklərinin enerjisi təyin edilmiş və bunun əsasında 77÷200 K temperatur intervalında eksitonun sürüşməsinin temperatur əmsalı hesablanmışdır. Temperatur əmsalı TlInS<sub>2</sub> kristalındakı kimi mənfi qiymət, lakin əmsal fərqli qiymət alınmışdır.

TlInS<sub>2</sub> kristalında In-elementini nadir torpaq elementi olan Yb elementi ilə əvəzlənməsi nəticəsində alınan kristallarda eksiton pikinin sürüşməsinin temperatur əmsalı əsas kristal matrisa ilə müqayisədə dəyişir. Məsələn: 77÷200K intervalında baza kristal olan TlInS<sub>2</sub> kristalı üçün  $dE^{ek}/dT=-5,1 \cdot 10^{-4} \text{ eV/K}$  olduğu halda, TlInS<sub>2</sub><Yb=0.005> kristalı üçün isə  $dE^{ek}/dT=-2,0 \cdot 10^{-4} \text{ eV/K}$  qiymətinə malikdir ki, nəticədə böyük fərqi yarandığını gördük.



**Şəkil 5.** TlInS<sub>2</sub> və TlInS<sub>2</sub> <Yb=0.005 > kristallarında eksiton maksimumlarına aid udulma zolağı enerjilərinin temperaturdan asılılığı.

Doping nəticəsində alınmış  $\text{TlInS}_2\langle\text{Yb}=0.005\rangle$  kristalının qadağan olunmuş zonasının eni  $\text{TlInS}_2$  ilə müqayisədə 50 meV tərtibində azalmışdır. Belə ki, azot temperaturunda baza maddə olan  $\text{TlInS}_2$  üçün  $E_g=2,591$  eV olduğu halda, alınmış  $\text{TlIn}_{0,995}\text{Yb}_{0,005}\text{S}_2$  kristalı üçün bu qiymət 2,541 eV təşkil edir. Nəzərə alsaq ki, eksitonun əlaqə enerjisi cüzi dəyişir, lakin In atomlarını nadir torpaq elementi olan Yb atomları ilə 0,005% əvəz olunması nəticəsində alınan  $\text{TlIn}_{0,995}\text{Yb}_{0,005}\text{S}_2$  kristallarının qadağan olunmuş zonasının eni nəzərə çarpacaq dərəcədə azalır.

#### Nəticə

Aparılan təcrübələr belə qənaətə gəlməyə imkan verdi ki, indium atomlarının nadir torpaq elementi olan iterbium atomları ilə əvəz edilməsi birbaşa qadağan zonanın enini azaldır. Belə ki, 77-200 K temperatur intervalında  $\text{TlIn}_{0,995}\text{Yb}_{0,005}\text{S}_2$  tərkibi üçün eksiton pikinin temperatur əmsalı  $\text{TlInS}_2$  ilə müqayisədə azalır. Həmçinin müəyyən edilmişdir ki, elektron şüalanma enerji 2 MeV və  $1 \cdot 10^{16}$  el/sm<sup>2</sup>-ə qədər şüalanma dozasında  $\text{TlInS}_2$  və  $\text{TlIn}_{1-x}\text{Yb}_x\text{S}_2$  kristallarının qadağan zonalarının eni  $E_g$  azalır.

### ƏDƏBİYYAT

1. Kərimova, E.M. Kristallofizika kompleks yarımkəçiricilər haqqında əsas əlaqə tip TLB<sup>III</sup>C<sup>VI</sup> / E.M.Kərimova, N.Z.Gəsənov // AMEA Xəbərləri, Fizika, –2017, № 2, –s.12-26.
2. Seidov, F.M. Fəza tarazlıq sistemi və elektrik xassələri kristallar  $\text{Tl}_2\text{InYbS}_4$  / F.M.Seidov, E.M.Kərimova. // Inorg. Mat., –2011, v.47, № 12, –s. 1430–1434.
3. Sərdarlı, R.M. Optika və spektroskopiya / R.M.Sərdarlı, F.T.Salmanov [və b.] –2019, c.127, buraxılış. 3, –s.420-424. DOI10.21883/OS.2019.09.48194.324-18
4. Şelex, A.U. Kristalloqrafiya / A.U.Şelex, V.G.Qurtovoy, V.V.Şevtsova [və b.] –2014. T.59. №2. –s.231.
5. Adamenko, Say, Martynyuk-Lototska I., Faza Tranzit. 2020. V. 93, P. 935.
6. Həsənov N.Z., Kərimova E.M., Seidov F.M. və başqaları Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Xəbərləri, ser. Fizika-Texn. 2015, c.35, səh.77.
7. Ömər, A. Tem- struktur və optik xassələrə təsir göstərir  $\text{TlInSe}_{2x}\text{S}_{2(1-x)}$  qarışıq kristallarının ( $x=0.3$ ) / A.Ömər, A.F.Qəsrəvi, N.M.Həsənlı // Ərintilər və Komp. –2016, V. 724, –p.100-104
8. Tauc. Optik xassələri və elektron amorf Ge və Si quruluşu // Materialların Tədqiqi bülleten, – 1968, v.4, –s.43–45.
9. Buqaenko L.T. Orta ölçülü ion kristallarının tam sistemi qrafik radius və onun istifadə üçün potensiallar ionlaşma / L.T.Buqaenko, S.M.Ryabyx, A.L.Buqaenko // Herald MDU, –2008, c. 49, № 6, –s.360-381.

### SUMMARY

#### EFFECT OF ELECTRON IRRADIATION DOSE ON BAND GAP IN Yb-DOPED $\text{TlInS}_2$ CRYSTALS

Guseynova K. M.

**Keywords:** semiconductor, Yb-rare earth element, exciton, forbidden zone, electron radiation

The study of the forbidden zone of  $\text{TlInS}_2$  crystals irradiated with protons with an energy of 2.1 MeV and a radiation dose of  $10 \cdot 10^{15}$  el/cm<sup>2</sup> and newly obtained crystals as a result of partial replacement of indium atoms with ytterbium atoms in this crystal was carried out. To study the forbidden zone, optical absorption spectra at room temperature were considered. It was determined that electron irradiation causes a decrease in the width of the forbidden zone in all studied  $\text{TlInS}_2$  with  $\langle\text{Yb}=0.005\rangle$  crystals. The consequences of the temperature dependence of the exciton absorption level in  $\text{TlInS}_2$  and with  $\langle\text{Yb}=0.005\rangle$  single crystals at nitrogen temperature were studied.

**РЕЗЮМЕ**

**ВЛИЯНИЕ ДОЗЫ ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ЗАПРЕЩЕННУЮ ЗОНУ  
В КРИСТАЛЛАХ TlInS<sub>2</sub> ЛЕГИРОВАННЫХ Yb**

*Гусейнова К.М.*

**Ключевые слова:** *полупроводник, Yb-редкоземельный элемент, экситон, запрещенная зона, электронное излучение.*

Проведено исследование запрещенной зоны кристаллов TlInS<sub>2</sub>, облученных электронами с энергией 2.1 МэВ и дозой облучения  $10 \cdot 10^{15}$  эл/см<sup>2</sup>, и вновь полученных кристаллов в результате частичного замещения атомов индия атомами иттербия в этом кристалле. вне. Для исследования запрещенной зоны были рассмотрены спектры оптического поглощения при комнатной температуре. Установлено, что электрон облучение вызывает уменьшение ширины зоны во всех исследованных кристаллах TlIn<sub>1-x</sub>Yb<sub>x</sub>S<sub>2</sub>. Изучены последствия температурной зависимости экситонной полосы поглощения в кристаллах TlInS<sub>2</sub> и <Yb=0.005> при температуре азота.

Daхilolma tarixi:	İlkin variant	17.08.2024
	Son variant	02.10.2024



## LAY SULARININ TƏCRİD EDİLMƏSİ İLƏ NEFTVERİMİN ARTIRILMASINDA BİOPOLİMER ƏSASLI TƏRKİBLƏRİN HAZIRLANMASI VƏ TƏDQIQI ÜZRƏ QISA İCMAL

<sup>1</sup>TAPDIQOV ŞAMO ZÖHRAB oğlu [ORCID](#)  
<sup>2</sup>İBRAHİMOV XİDİR MƏSUM oğlu [ORCID](#)  
<sup>3</sup>MUSTAFAYEV MUSA MUSA oğlu [ORCID](#)  
<sup>4</sup>HACIYEV ƏLİABAS ƏLİPAŞA oğlu [ORCID](#)

*SOCAR Neftqazemitədqiqatlayihə İnstitutu, Bakı, Azərbaycan,  
 1- k.ü.f.d., dosent, 2,4-t.e.n., dosent  
 Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, 3-k.ü.f.d., dosent,  
[shamo.z.tapdiqov@socar.az](mailto:shamo.z.tapdiqov@socar.az)*

*Açar sözlər: lay suları; izolyasiya; tərkib; biopolimer; inyeksiya; in-situ gel*

### Giriş

Hazırda mühəndis və elmi tədqiqatçılar tərəfindən neft yataqlarının həddindən artıq su hasilatı və ciddi lay heterogenliyi daxil olmaqla yaranan problemləri həll etmək üçün müxtəlif profil nəzarəti, eləcə də suyun təcrid edilməsi üçün yeni kimyəvi və texnoloji üsullar işlənib hazırlanılır [1]. Polimer əsaslı gel sistemləri idarə oluna bilən gəlləşmə müddəti, gel gücü və asan əldə olunma üstünlükləri sayəsində müasir neft-qaz sənayesində ən populyar və perspektivli su idarəetmə materialına çevrilmişdirlər [2].

Gel əmələ gətirəcək məhlul lay süxuruna vurulduqda, məhlul yüksək özlü elastik polimer gələ çevrilir. Beləliklə, polimer gel sistemləri yüksək keçiricilikli zonaları bağlaya, layın heterogenliyini azalda və sıxışdırılma əmsalını artırma bilirlər [3]. Beləliklə, layın aşağı və orta keçiricilikli təbəqələrinə su vurulduqdan sonra qalıq neftin asanlıqla çıxarılması mümkün olur. Ümumiyyətlə, fenol qətranları və ya xrom duzları ilə tikilə bilən ənənəvi gel sistemləri temperaturu  $\leq 80^{\circ}\text{C}$  və duzluluğu  $\leq 50,000$  mq/L olan quyularda uğurla tətbiq edilmişdir [4]. Bununla, geniş su vurumundan sonra belə, yüksək temperatur və duzluluqlu laylar yüksək hasil olunan su təcridi ilə üzleşir. Belə olan halda su laylarında profilə nəzarət və suyun bağlanması prosedurları təcili olaraq həyata keçirilməlidir [5]. Bununla belə, adi polimer gel sistemlərinin yüksək temperatur və duzluluqlu lay şəraitində qısa gəlləşmə müddəti, aşağı davamlılıq gücü və uzunmüddətli qeyri-sabitlik kimi çatışmazlıqları var ki, bu da gel sistemlərinin deqradasiyasına, profilinə nəzarətin korlanmasına, və suyun təcridi işlərinin effektivliyinin azalmasına səbəb olur [6]. Tarixə nəzər salsaq müxtəlif dövrlərdə lay sularının təcrid olunması üçün fərqli üsul və texnologiyalardan istifadə olunmuşdur (Cədvəl 1).

*Cədvəl 1.*

*Suyun təcridilə profil nəzarət texnologiyasının inkişaf dövrləri və üsulları*

İllər	Neftin istismar mərhələsi	Texniki üsul	Təcridedici reagent
1950-1970	İlkin dövr	Mexaniki su təcridi profil nəzarət texnologiyası	Sement, qətran, ağır neft, $\text{CaCl}_2$
1970-1980	İlkin dövr	Fiziki manelərlə bloklama	Polimer və tikici reagentlər əsasında davamlı gel təcridi

1990	Yüksək su təcridi mərhələsi	Polimerlə su təcridi, dərin su təcridi və profil nəzarəti	100 müxtəlif təcridedici reagent sistemləri ilə
2000-ci ildən sonra	Əlavə su təcridi mərhələsi	Dərin su təcridi və dərin axın diversiyası	Su təcridedici reagentlə dərin su sıxışdırma texnologiyası

Uzun müddət istismarda olan quyularda geniş rast gəlinən problem olaraq lay sularının müşahidəsi olduğundan icmal araşdırmada əsasən bu tip suların təcridi üçün istifadə edilən polimer, xüsusi ilə də təbii polimer əsaslı bloklayıcı tərkiblərin hazırlanması və tətbiqi texnologiyalarının təhlili aparılmışdır.

Lay sularının təcridi üçün istifadə olunan polimer əsaslı gel əmələ gətirən tərkibləri ümumi olaraq aşağıdakı kimi təsnif edə bilərik:

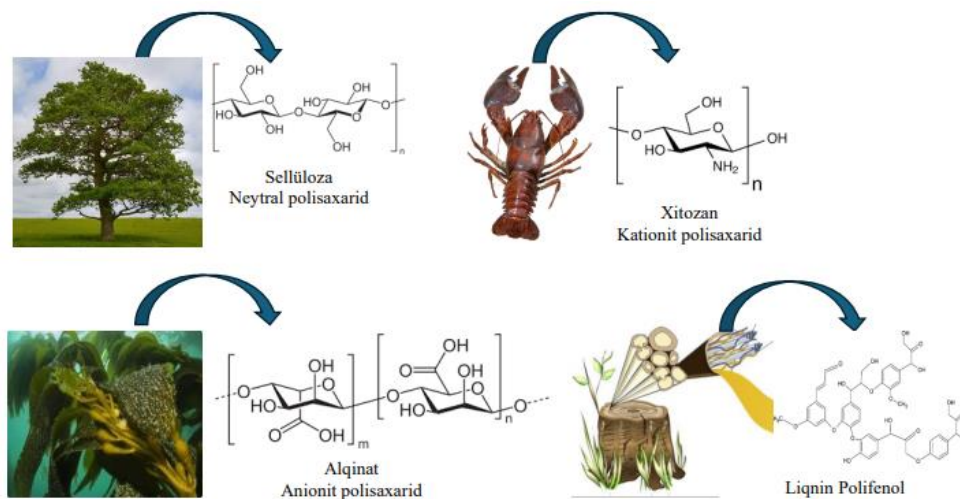
*Sintetik və ya süni polimerlərdən istifadə etməklə.* Məsələn bura poliakrilamid, poli-N-izopropilakrilamid, poliakrilatlar, yaxud sənaye üsulu ilə alınan polimerlərdən istifadə olunması. Belə polimerlərin müxtəlif tikici reagent məhlulları və inisiator iştirakında hazırlanmış məhlulları quyudibi zona şəraitində kimyəvi çevrilməyə məruz qalaraq gel əmələ gətirir. Nəticədə şişmiş gel məsamələri təcrid etmək – bloklamaq funksiyasının yerinə yetirmiş olur. Buna misal olaraq poliakrilamid, fenol qətranı və xrom duzları iştirakında təcridedici tərkibin hazırlanmasına aid tədqiqatı misal göstərmək olar [7].

*Monomerlərdən istifadə.* Bəzən bu məqsədlə polimerdən deyil onun monomerindən istifadə etməklə quyu rejimində həm polimerləşmə, həm də tikilmə prosesini həyata keçirirlər. Sintetik və ya süni polimerlərin sənaye miqyasında hazırlanması baha olduğundan, əlavə resurs tələb etdiyindən bu tip reagentlərdən istifadə o qədər də iqtisadi əlverişli deyildir.

*Pre-formed gel mikrohissəcikləri.* Digər bir üsulda pre-formed hazırlanmış gel hissəciklərindən istifadə edilmişdir. Bu zaman əvvəlcədən hazırlanmış gel nümunələrinin mikro ölçü formasına salınaraq suda dispersləşdirilmiş məhlulundan istifadə olunur. Bu zaman mikrohissəcilər süxur məsamələrinə daxil olduqda yalnız adsorbsiya prosesini icra edirlər. Belə ki, lay suyunu udaraq gel əmələ gətirirlər. Bu zaman vaxtından əvvəl şişmə prosesinin qarşısının alınması, yaxud prosesin kinetikasının tənzimlənməsi nəzarətdə saxlanılmalıdır. Əksər hallarda bunu nizamlamaq çətin olur yaxud geniş elmi-tədqiqatlar tələb edir.

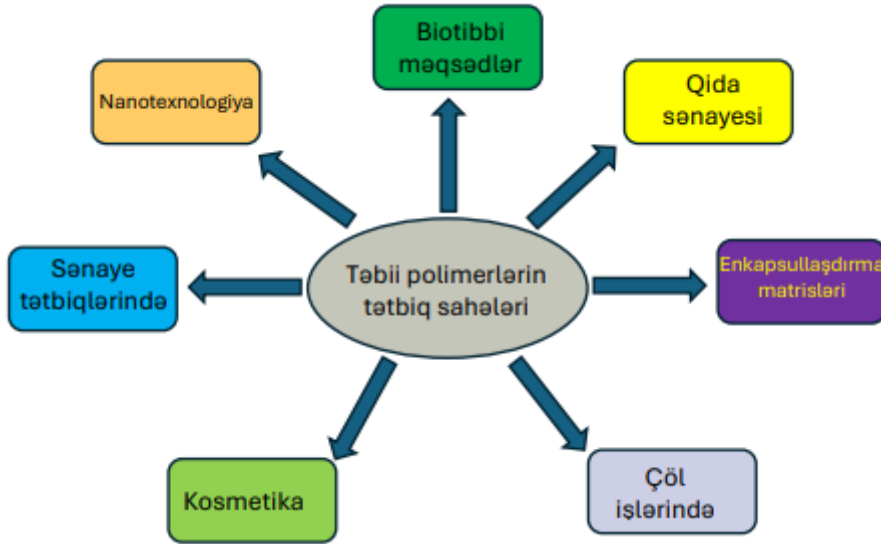
*Təbii polimerlərdən istifadə.* Son zamanlarda asan əldə oluna bilən, geniş xammal mənbələrinə malik təbii polimerlərdən və ya biopolimerlərdən gel əmələ gətirə bilən təcridedici materialların hazırlanması xüsusi diqqət mərkəzindədir. Biopolimerlərin polifunksionallığı, asan reaksiya qabiliyyəti, ekoloji təmizliyi, toksiki olmamaları kimi xasusyyətləri onların əsasında təcridedici materialların işlənilib hazırlanması və tətbiqini aktual etmişdir.

Bəzi biopolimerlər, mənbələri və onların sadə kimyəvi struktur olaraq təsvirini aşağıdakı kimi göstərmək olar.



**Şəkil 1.** Bəzi biopolimerlər, mənbələri və sadə kimyəvi quruluşları

Zəngin təbii mənbələrə malik biopolimerlərin sənayedə müxtəlif məqsədlər üçün istifadəsi hallarına geniş rast gəlinir. Təbii biouyğunluğu, eko-dostluğu, mirkooqanizmlərə davamlı strukturları, deqradasiya məhsullarının toksiki olmaması və s. kimi xassələri onların ən müxtəlif sahələrdə tətbiqinə imkan verir (Şəkil 2).



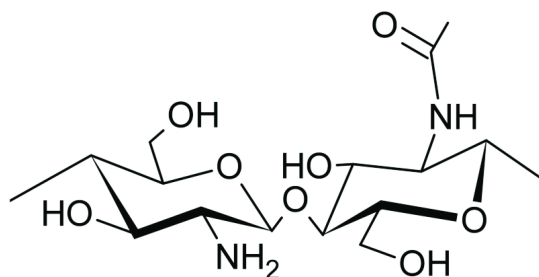
Şəkil 2. Biopolimerlərin tətbiq sahələri

Biopolimerlərin tibbdə, qida sənayesi, farmokologiya, nanotexnologiya, kosmetika, eləcə də tekstil sənayesində tətbiqinə xüsus diqqət yetirilir. Son illərdə isə biopolimerlərin neft-qaz sənayesində istifadəsi aktuallaşmışdır ki, bu da onların yeni istiqamətini müəyyən etmişdir. Baxmayaraq ki, biopolimer məhlullarından neft sənayesində sıxışdırıcı kimi tətbiqi üsullarına hələ keçən əsrin sonlarından bəzi texnologiyalarda rast gəlinir. Belə ki, təbii biopolimerlərdən olan xantan sərt polisaxarid strukturuna malik olmaqla duzluluğa, temperatura və axın gücünə qarşı müqavimətə malikdir. Orta molekul kütləsi 2-50 milyon arası dəyişir və bəzən kationlar ilə polielektrolit xassəsi göstərir. Onun makromolekulu reoloji parametrlərinə görə incə axın yarada bilir və tətbiq işlərində inyeksiya üçün əlverişlidir. Müəyyən olunmuşdur ki, xantan məhlulu sərt rezervuar şəraitində, 720 saat müddətində özlülüyünü cüzi dəyişir. Tədqiqatçılar tərəfindən xantan məhlulunun qeyri-Nyuton davranışı Herşel-Bulkley və Ostvald nəzəri modeli ilə xarakterizə edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, polimer məhlulu aşağı güc tətbiq indeksi ilə nazik (incə) axın qabiliyyəti göstərə bilir ki, bu da inyeksiya zamanı əlverişlidir [8].

Nəinki xantan, digər çoxlu sayda biopolimer məhlullarından bu məqsədlə istifadə hallarına, yeni texnoloji üsul və tətbiqi yaxud sınaq işlərinə rast gəlmək mümkündür. Biopolimerlərdən son illər təkcə sıxışdırıcı mayelərin deyil, lay sularının təcridi məqsədi ilə izolyasiya səddlərinin yaradılmasında da effektivliklə istifadə olunmağa başlanmışdır. Belə ki, biopolimerlərin asan gel əmələ gətirmə şəraiti və kimyəvi çevrilməsi, ekoloji təmiz olması və bol mənbə onların bu məqsədlə istifadəsini daha da qabardır.

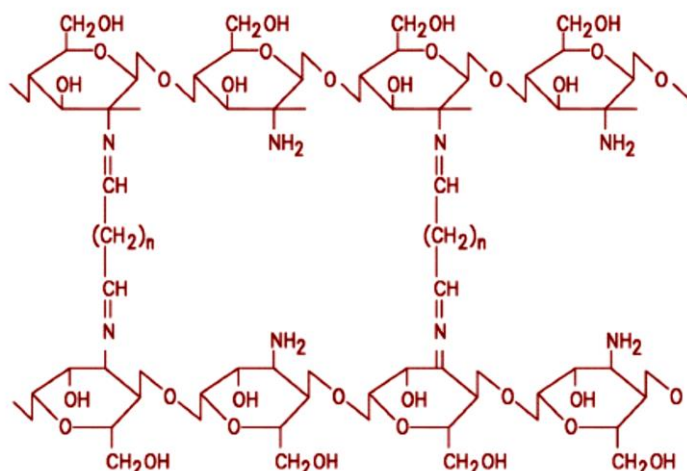
***Neft-qaz sənayesində quyudibizonanın bərkidilməsi, lay sularının qarşısının almaq üçün biopolimerlər əsaslı təcridedicilə reagentlərin hazırlanması və tətbiqi***

Bir ABŞ patentində [9] təbii biopolimer olan xitozanın qlutar aldehidi ilə qarşılıqlı kimyəvi reaksiyasından alınan tikilmiş gəldən quyudibi zonada suyun izolyasiyası üçün keçirici məsamələrin bloklanması texnologiyasına rast gəlinir. Xitozan təbii biopolimer olub xitin təbəqəsinə malik canlı orqanizmlərin, molyuskaların, və s. həşəratların bərk üst-dəri təbəqələrinin emalından əldə olunur. Molekulyar strukturunda hidrosil və amin qrupları saxlayan (şəkil 3) xitozan 1%-li turşu məhlulunda həll olaraq özülü-axıcı sistem əmələ gətirir.



Şəkil 3. Xitozan biopolimerinin kimyəvi strukturu

Patentdə xitozanın qlutar aldehidi ilə tikilməsindən torvari struktura malik suda həll ola bilməyən biopolimer gel alınır (Şəkil 4). Biopolimer gelinin strukturunu sxematik olaraq aşağıdakı kimi göstərmək olar.



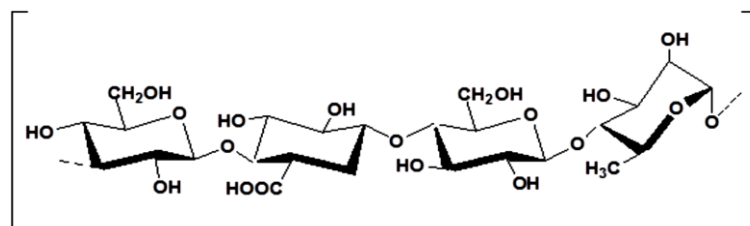
Şəkil 4. Shoy C.George və başqalarına əsasən [9] xitozan biopolimerinin qlutar aldehidi ilə tikilməsindən alınan gel sadə sxematik təsviri

0.05-5% miqdarında qlutar aldehidinin xitozan məhlulu ilə qarışdırılmasından alınan tərkib asanlıqla inyeksiya olunaraq daha dərin məsələlərə nüfuz edə bilər. Nəticədə son tərkib quyudibi zona şəraitində tikilərək həll ola bilməyən gel əmələ gətirir. Tikici reagentin qatılığını dəyişməklə gel əmələ gəlmə müddətini nəzarətdə saxlamağa imkan verən tərkib hazırlamaq mümkündür. Belə ki, bu zaman 70-80 °C-də gel əmələ gəlmə müddəti tikicinin qatılığından asılı olaraq 30 dəq.-dən 30-40 saata qədər dəyişə bilər. Alınan tərkibdən lay suyu, dəniz və yüksək mineralı sularda şişə bilən, davamlı, deqradasiyaya müqavimətli ekoloji təmiz təcridedici məqsədli tərkiblər kimi istifadə etmək olar.

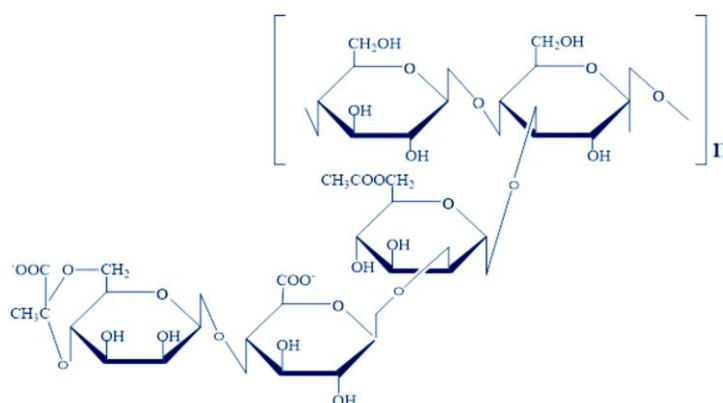
Zhanara N. və əməkdaşları [10] iki müxtəlif biopolimer olan gellan qum və xantandan, eləcə də onların qarışığının divalent metal duz məhlulları ilə kompleksindən həm təcridedici, həm də qazma məhlulu kimi istifadə imkanlarının tədqiq etmişdirlər. İstifadə olunan biopolimerlərin kimyəvi molekulyar quruluşu aşağıdakı kimidir.

Göstərilən polimerlərin kiçik qatılıqlı məhlullarının qələvi torpaq metal ionları qarşılıqlı təsiri nəticəsində suda həll olmayan spiralvari struktura malik metal-gel komplekslər yaranır. Əmələ gələn gellərin fiziki-mexaniki xassələri onlardan təcridedici materiallar kimi istifadə olunmasına əsas yaratmışdır. Müəlliflər göstərmişlər ki, gellan qum biopolimerinin 72 qr/L duz qatılıqlı lay suyunda əmələ gətirdiyi gel  $9.54 \times 10^{-2} \text{ N m}^{-2}$  Yunq modulu göstəricisinə malik olur ki, bu da kifayət qədər mexaniki davamlılıq deməkdir. Tədqiqatlar həmçinin 20 D keçiricilik və  $47 \text{ sm}^3$  məsəmə

həcminə malik qum modelində 72 qr/L lay suyu ilə doyurulmuş halda neftverimin dəyişmə əmsalına təsiri baxımından da yoxlanılmış və müsbət nəticələr alınmışdır.

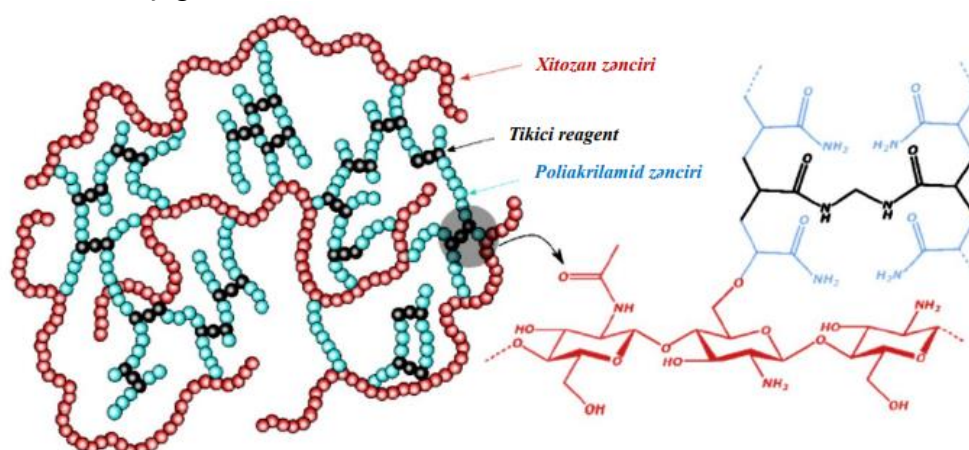


Şəkil 5. Gellan qum biopolimerinin struktur formulu



Şəkil 6. Xantan biopolimerinin sadə kimyəvi quruluşu

Digər bir tədqiqatda yüksək temperaturlu və duzluluqlu sularda şişərək gel əmələ gətirə bilən və profil nəzarəti üçün tövsiyyə edilə bilən ekoloji təmiz biopolimer olan xitozanın poliakrilamidlə calaq sopolimerinin N,N-metilenbisakrilamidlə tikilməsindən mikrogellər hazırlanmışdır. Əldə olunan mikrokürəciklərin lay suyu, dəniz və ya şirin suda dispers məhlulu asanlıqla inyeksiya oluna bilər, süxur məsələlərinə nüfuz edərək müəyyən dövr ərzində adsorbsiya xüsusiyyətləri göstərir. Hazırlanmış biopolimer əsaslı mikrokürəciklər 130 °C temperatúra qədər termiki davamlı olub, aşağıdakı struktur tərkibə malikdir.

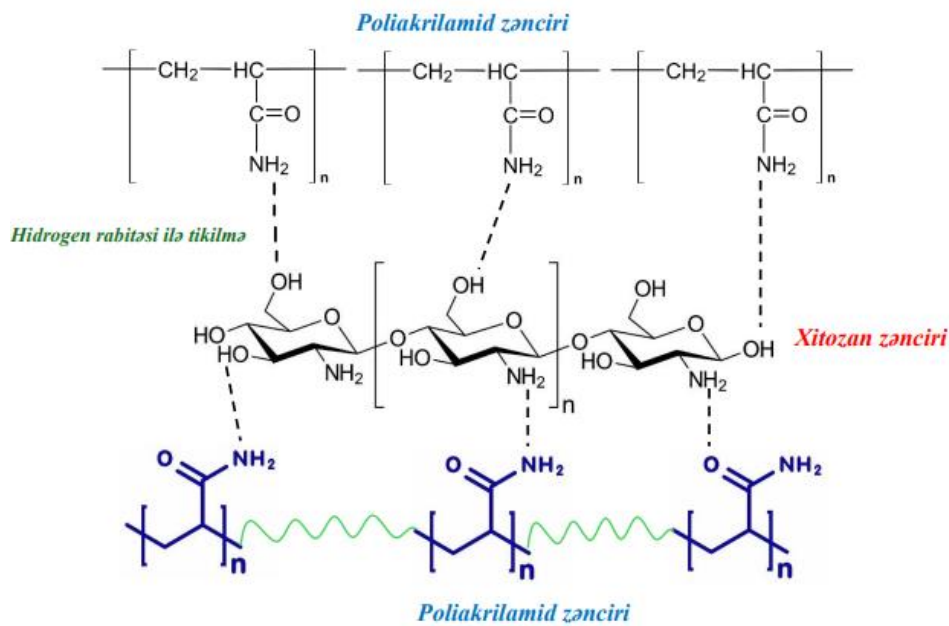


Şəkil 7. R.Alam və digərlərinə görə [11] xitozan calaq poliakrilamid əsaslı mikrogelin kimyəvi strukturu

Müəlliflər [11] göstərmişlər ki, tərkibində 0.25-1.0% miqdarında poliakrilamid və tikici reagent saxlayan mikrokürəciklər 200 qr/L qatılıqlı lay suyunda 18 qr/qr-a qədər şişmə dərəcəsi göstərilir. Həmçinin həmin mikrokürəciklərin pH=7-9 mühitində uyğun olaraq 12-15 qr/qr şişmə

dərəcəsinə malik olduğu və bu göstəricini 15 gün ərzində stabil saxladığını müşahidə etmişlər. Tam şişmədən sonra biopolimer əsaslı gel elastiklik modulunun 3699 Pa olduğunu, 100 °C-də 15 gün ərzində yalnız 9-10% kütlə itkisinə məruz qaldığı müəyyən edilmişdir. Müəlliflər əldə olunan mikrokürəciklərdən neft-qaz sənayesində izolyasiya məqsədi ilə istifadə olunması qənaətinə gəlmişdirlər.

Digər bir tədqiqatda [12] təbii biopolimer olan xitozan ilə poliakrilamid qarışığının tipik rezervuar şəraitində gel əmələ gətirmə xassəsinə mühitin pH-ı, temperatur, xitozanın deasetilləşmə dərəcəsi, duzluluq və s. parametrlərin təsiri öyrənilmişdir. Gel formalaşma tikici reagent olmadan 50-125 °C temperatur intervalında tədqiq olunmuş və ammonium xloridin bu sistem üçün ləngedici funksiyası olduğu müəyyən edilmişdir. Müəlliflər gel əmələ gəlmənin xitozan zəncirindəki amin, hidroksil, qrupları ilə poliakrilamid zəncirlərindəki hidrogen və azot atomları arasında yaranan hidrogen rabitələri hesabına baş verdiyini göstərmişlər (Şəkil 11).

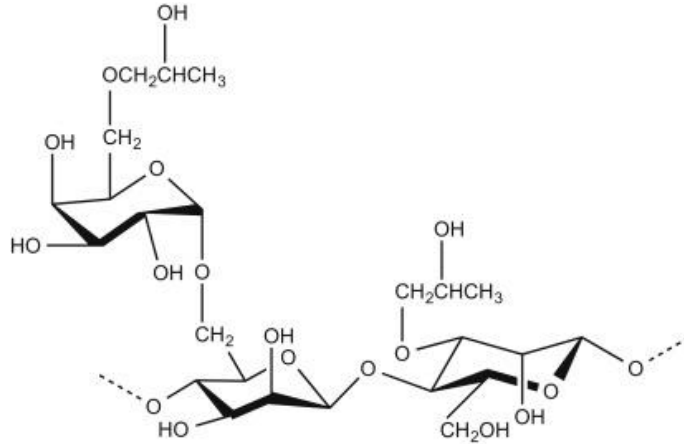


**Şəkil 8.** Xitozan - poliakrilamid əsaslı gel əmələ gətirə bilən sistemin sxematik təsviri

Müəyyən olunmuşdur ki, 2% NH<sub>4</sub>Cl istifadəsi xitozan/PAA sisteminin gel əmələ gəlmə müddətini 60 dəqiqədən 210 dəqiqəyə qədər ləngidə bilər. Həmçinin polimer/biopolimer qarışığı məhlulunun reoloji və özlülük parametrləri ekoloji təmiz yaşıl təcridedic material kimi yüksək temperaturlu quyularda istifadə oluna bilər.

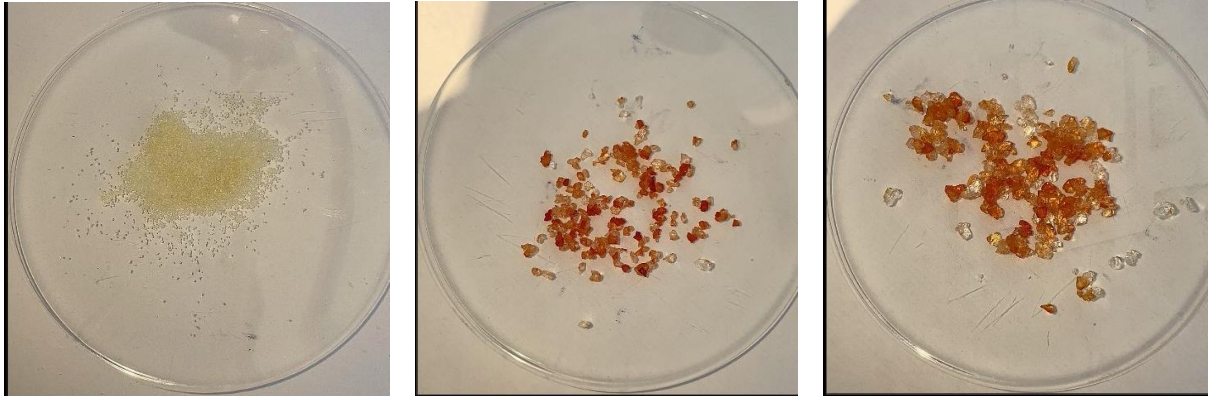
Müəlliflər [13] tərəfindən iki müxtəlif biopolimer olan quar qum və xitozan tərkibli kompozitdən quyudibi zonalarda suyun təcridi üçün istifadə oluna bilməsi imkanları tədqiq olunmuşdur. Quar qum biopolimeri digər biopolimerlər kimi zəngin funksional qruplara malik, reaksiyaya qabil aktiv hidroksil hissələrinə malik polisaxariddir (Şəkil 9). Göstərmişlər ki, şəraiti 60 °C olan quyular üçün kompozit anoloji temperatur və 0.68 bar təzyiqdə struktur dəyişikliyə uğrayaraq gel əmələ gətirir. Gel formalaşma zamanı sistemə poliakrilnitrid və akrilamid monomerinin əlavə edilməsi ilə gel əmələ gəlmə müddətini 120 dəqiqədən 720 dəqiqəyə qədər tənzimləmək olar. Lay modelində aparılan testlərə əsasən biopolimer əsaslı kompozit suyun nüfuzunu 99.98%-ə qədər azaldır ki, bu da suyun izolyasiyası məqsədi ilə tətbiqinə imkan verir.

Yan zəncir qalaktoza



Şəkil 9. Quar qum biopolimerinin sadə kimyəvi quruluş formulası

Reem Alaf və əməkdaşları biodegradasiya oluna bilən biopolimer olan xitozan və sintetik polimer poliakrilamid qarışığından *preformed particle gel* - əvvəlcədən hazırlanmış gel hissəcikləri olan tərkibi hazırlamış və ondan quyudibi zonada suyun təcridi tətbiqlərində istifadə olunmasını təklif etmişdirlər [14]. Müəlliflər müəyyən etmişlər ki, optimal qatılıq olaraq PAM-dən 0.25-0.5%, xitozandan isə 6.5% istifadə etməklə alınan gel yüksək duzluluqlu suda maksimum şişmə dərəcəsi (8.37 qr/qr) və əlverişli davamlılıq moduluna (2053-5989 Pa) malik olur (Şəkil 10).



Şəkil 10. Reem A.-ya görə [14] xitozan-PAA əsaslı gelin müxtəlif tərkibli görüntüləri. Soldan sağa. Quru gel, şirin suda şişmiş PAA<sub>3.5%</sub>/XZ<sub>0.5%</sub> və PAA<sub>9%</sub>/XZ<sub>0.5%</sub> tərkibli gel.

Göstərilmişdir ki, şişmiş gel hissəciklərinin duzlu suda ölçüləri 0.86-1.00 mm, şirin suda isə 0.63-1.62 mm təşkil edir ki, bu vəziyyətdə gel 75 °C-də bir ay müddətində öz strukturunu qoruyub saxlaya bilər. Bu da onların uzunmüddətli termiki stabillik və hidrolitik davamlılığa malik olduğunu sübut etmişdir.

Qeyd olunduğu kimi təbii polimerlərin tikilməsi yolu ilə təcridedicilərin tərkiblərinin neft sənayesində suyun qarşısının alınmasında gel əmələ gətirici materiallar kimi istifadəsinə geniş rast gəlinir. Təbii polimer olan qar qumunun *sis*-OH qrupları borat turşusu ilə reaksiyaya girərək hidrogen və ion rabitələri, eləcə də molekullararası və molekul daxili tikilmə yarada bilər [15]. Boratdan fərqli olaraq, tərkibində Ti<sup>4+</sup> və Zr<sup>4+</sup> ionları saxlayan müxtəlif üzvi liqandların və ya xelat əmələgətirən reagentlər kovalent rabitə ilə tikilməyə səbəb ola bilər ki, bu da yüksək temperaturda daha əlverişlidir. Göstərilmişdir ki, aşağı pH-da Al<sup>3+</sup> ionu boratdan daha effektivdir [16].

Son tədqiqatlar daha çox davamlı və effektivliyə malik yeni tikici materialların inkişafına yönəlmişdir. Məsələn, Sun və Qu tiofendiboron turşusu, benzoldiboron turşusu və bifenildiboron turşusu da daxil olmaqla yeni borat tikiciləri təklif etmişdilər. Boraks ilə müqayisədə yeni tikicilər molekullarının daha böyük ölçüsünə görə daha yüksək özlülük təmin edə bilər [17]. Gitanjali Chauhan, daha az miqdarda polimer istifadə etməklə 150°C-ə qədər stabilliyə malik Zr-Karay kitresi əsaslı yeni gel yaratmışdılar [18]. Bəzi hallarda, inyeksiya zamanı tikilmənin gecikdirilməsi tələb olunur. Bu məqsədlə Legema və başqaları tərəfindən Zr<sup>4+</sup> komplekslərinin spirt, karbonat turşusu və amin funksional qruplarının qarışığı ilə xelatlaşdırılması mümkün olmuşdur [19].

Biopolimerlərdən quyudibizonalarda (QDZ) tıxanma reagentləri kimi istifadə ətraf mühitin çirklənməsinin qarşısının alınmasında səciyyəvi amildir [20,21]. Biopolimerlər torpaq hissəcikləri ilə reaksiyaya girərək, bir-birinə nüfuz edən şəbəkələr əmələ gətirir ki, bu da, çirkləndirici maddələri inkapsullaşdırır. Bu konsepsiyadan çıxış edərək, neft istehsalında biopolimerdən tıxanma materialı kimi istifadə etməklə 1990-cı illərdən geniş araşdırmalar aparılır [22]. Laylar keçiriciliyə görə yüksək heterogenli olduqda, vurulan su yalnız yüksək keçiriciliyə malik zonalara axmağa meyilli olur, buna görə də aşağı keçiricilik zonalarında qalan nefti bərpa edə bilmir. Bununla mübarizə aparmaq üçün aşağı keçiricilik zonalarında suyun yerdəyişməsinə artırmaq üçün biopolimer gellərdən istifadə həyata keçirilə bilər. Polimer, təbəqənin mikrokanalında toplanaraq əmələ gələn məsamələri bağlayır və keçiriciliyi kəskin şəkildə azaldır. Keçiriciliyin azaldılmasında faza-selektiv olmalıdır və su əsaslı polimerlər su keçiriciliyini neft keçiriciliyinə nisbətən daha çox azaldır.

Tikici reagentlə birlikdə xətti polimer məhlulunun daxil edilməsi təbəqələrin keçiriciliyini azaltmaq üçün sadə, lakin effektiv üsuldür. Polimerin və tikicinin qatılığına dəqiq nəzarət etməklə, biopolimerin gəlləşməsi baş verir. Gəlləşmiş biopolimer daşınma zamanı minimum sürünmə ilə məqsədli şəkildə aktivləşdirilə və hədəf yerində toplanma bilər. Cr<sup>3+</sup> sistemi ilə ksantan kamediyə effektivliyinə görə tıxanma prosesində geniş şəkildə tətbiq edilir. Həmçinin, tikicinin qatılığı biopolimerin formalaşmada (quruluşda) seçici nüfuz etməsinə təsir edir, çünki zəif gel adətən aşağı tutum və yüksək hərəkətilik nümayiş etdirir [23]. Gecikmiş geləmələgəlmə sistemləri ilə yanaşı, pre-gellər də onların tıxanma effekti üzərində tədqiq edilmişdir. Müxtəlif biopolimerlərin qum yığınının keçiriciliyinə təsiri öyrənilmiş və 1 q/l ksantan kitresi, polihidroksi butirat, qar kamediyə, müvafiq olaraq poliqlutamin turşusu və xitozan ilə keçiriciliyin 74,8%, 99,78%, 96,3%, 92,3% və 96,5% azaldığı müəyyən edilmişdir [24].

Biopolimerlərin əsas üstünlüyü ətraf mühit üçün ekoloji təhlükəsizliyədir. Lakin bəzi biopolimerlər sintetik polimerlərlə müqayisədə deqradasiya oluna bilərlər ki, bu da onların sıxışdırılma işlərində NVA-da istifadəsini azaldır. Aşağıda bəzi biopolimerlər ilə aparılmış tədqiqatlarda üstünlükləri xarakterizasiya olunmuşdur.

**Cədvəl 2.**

*Bəzi biopolimerlərin NVA istifadəsinin üstün və çatışmayan cəhətləri*

<b>Biopolimer</b>	<b>Üstünlüyü</b>	<b>Çatışmazlığı</b>
Karboksimetilsellüloza	Suda həll olur, Ekoloji təmiz	Oksidativ destruksiya, termiki deqradasiya,
Sellüloza	Termiki stabil, axın stabilliyi, bol xammal mənbəsi	Suda həll olmur, heterogen şişmə
Quar qətranı (Quar qum)	Əlverişli duz uyğunluğu, ekoloji təhlükəsiz	Təcrid üçün əlverişlidir, zəif elastiklik, termiki destruksiya, Ca <sup>2+</sup> ionları ilə çöküntü əmələ gətirir
Hidroksietilsellüloza	Suda həll olma, termiki stabillik, axın stabilliyi, yaxşı özlülük modifikasiyası	Biodeqradasiya, aşağı pH-larda hidroliz, oksidativ parçalanma
Liqnin	Ucuz qiymət, ekoloji təhlükəsiz	Suda həll olmur, biodeqradasiya, strukturun mənbədən asılılığı
Skleroqlukan	Termiki stabil, axın stabilliyi, özlülük modifikasiya imkanları	Bahadır, məsaməli mühitdə zəif süzülmə imkanları, biodeqradasiya

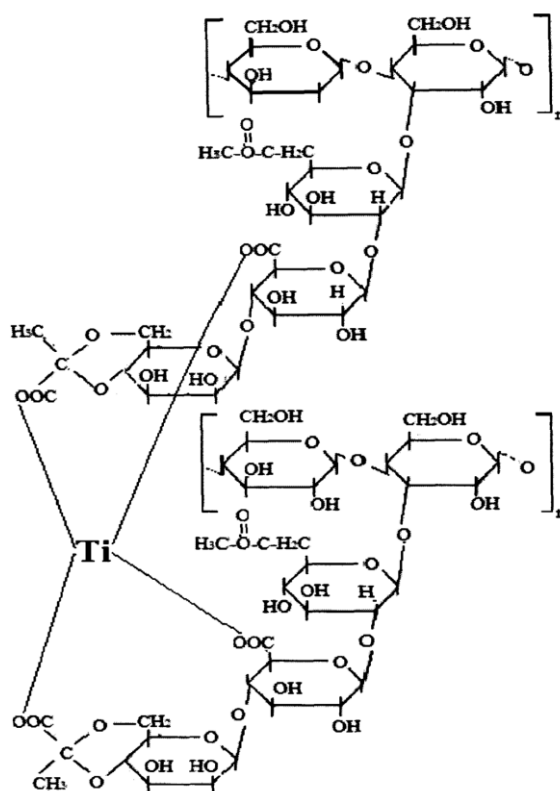


Vellan Qum	Uzun müddətli stabillik, yüksək özlülük və viskoelastiklik	Rezervuardakı qeyri-üzvi kationların təsirinə həssasdır
Xantan Qum	Termiki stabillik, yaxşı duz uyğunluğu, sərtlik müqaviməti, axın stabilliyi	Biodeqradasiya, bahalılığı, biodeqradasiya və oksidativ parçalanma

Biopolimerlərdən sellüloza duzluluq və temperatura qarşı daha yüksək davamlılığa malik olduğundan onun əsasında hazırlanan gel sistemlər xüsusi maraq kəsb edir [25]. Təbii sellüloza ilə müqayisə etdikdə nano-sellüloza 2-20 nm diametr və 50-300 nm uzunluq ilə yüksək səth sahəsi və kristallıq, aşağı sıxlıq və üstün mexaniki xassələrə malik olur [26].

Sellülozanın akrilamid, PAM və tikici fenol-formaldehid qətranları ilə ammonium-xlorid iştirakında reaksiyasından 80 °C-də yüksək axın müqavimətinə malik gel sistemlər hazırlamaq mümkün olmuşdur. Hətta gel əmələ gətirdikdən sonra uzun müddət 80%-ə qədər ilkin xüsusiyyətlərini saxlayır. Belə gel sistemlər məsaməli mühitlərdə hərəkət etdikdə güclü tıxanma tutumuna malik olmaqla axına müqavimət göstərirlər [27].

Petroudy və əməkdaşları karboksimetil, hidroksetil və termo-oksidləşmiş sellüloza nanoliflərinin limon turşusu ilə tikilməsindən gel yarada bilən sistemlər əldə etmişdirlər. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, gel 200 qr/qr şişmə dərəcəsinə malik olmaqla, biodeqradasiya oluna bilir, toksiki deyildir. Su təcridi üçün belə ekoloji təhlükəsi olmayan biopolimer əsaslı gel sistemlər asanlıqla kanallara daxil olaraq həcmi genişləndirir və məsamələri tutmaqla davamlı qat əmələ gətirirlər [28].



Şəkil 11. G.R.Alidzhavad və digərlərinə [29] görə xantan ilə trietanol titanatın əmələ gətirdiyi gelin kimyəvi quruluşu

Bir patent tədqiqatında [29] quyudibi zonada su axınının təcridi üçün xantan və trietanolamin titanatdan ibarət bir kompozisiya təklif edilmişdir. Tərkibdə reagentlərin miqdarı 0.4-0.6% xantan və 0.5-0.8% trietanolamin titanatdan ibarət olmuş, bəzən isə kimyəvi çökdürücü kimi 5-10% təbaşir tozundan istifadə edilmişdir. Müəlliflər kompozisiyanın müəyyən şəraitdə tikilmiş struktura

çevrildiyini və əmələ gələn gelin quruluşunun Şəkil 11-dəki kimi olduğunu müəyyən etmişlər. Göstərilmişdir ki, tərkibdə reagentlərin qatılığını dəyişməklə gel əmələ gəlmə müddəti 20-150 dəqiqə arasında dəyişə bilər ki, nəticədə gelin möhkəmliyi 0.005-0.057 MPa, 7 gündən sonra davamlılığı 97-98%, izolyasiya əmsalı isə 95-100% təşkil edir. Hazırlanmış tərkibdən quyuya daxil olan suyun təcrid edilməsi, o cümlədən quyunun maksimal təzyiqdə inyeksiya qabiliyyətinin təyin edilməsi, quyu ağzında təzyiq nəzarət, quyunun təzyiq altında saxlanması, laylara süzülməyən artıq tərkibin sütun boşluğundan əks təzyiqlə geri yuyulması yolu ilə təmizlənməsi işlərində istifadə oluna bilər.

Digər ABŞ patentində QDZ-də keçiricilik profilinə nəzarəti üçün xantan, melamin-formaldehid və Al, Cr, Zr duzlarından ibarət gələ əmələ gətirə bilən tərkib təklif edilmişdir. Müəlliflər [30] göstərmişdirlər ki, xantanın amin törəmələri ilə birlikdə di, trivalent metal kationları iştirakında reaksiyasından termiki daha davamlı və stabil gel alınır. Tərkibdə xantan, melamin-formaldehid qətranının və xrom duzunun qatılığı uyğun olaraq 2500-5000, 500-4000 və 45 ppm təşkil etmiş, gel əmələ gəlmə adi otaq temperaturu və atmosfer təzyiqində əmələ gələ bilmişdir. Hazırlanmış melamin-formaldehid ilə modifikasiya olunmuş biopolimer qarışığından karbohidrogen mayelərin çıxarılması zamanı rezervuarda hərəkətiliyə nəzarət reagenti kimi məhlul və ya gel yaranmamış formada istifadə edilə bilər.

Yuxarıdakı patent tədqiqatına yaxın olaraq müəlliflər anoloji tərkibə dodesilbenzol sulfonat əsaslı qeyri-ionogen yaxud ionogen səthi aktiv maddə əlavə etməklə keçiriciliyin azalması üçün köpüklü biopolimer əsaslı gel əmələ gətirən tərkib hazırlamışdılar [31]. Tərkibdə biopolimer xantan 0.1-5.0%, melamin-formaldehid qətranı 1-6%, xantanın 1-10%-i qədər xrom duzu istifadə olunmuşdur. Tərkibə həmçinin alternativ olaraq CO<sub>2</sub> və N<sub>2</sub> qazı ayrılması üçün azodikarboksil turşuları əlavə edilmişdir. pH 12-dən kiçik olan şəraitdə və 60 °C-dən yuxarı temperaturalarda azodikarboksil turşuları parçalanaraq qaz əmələ gətirir ki, bu da bloklanmış hissələrdə kiçik ölçülü keçirici zonaların yaranmasına gətirib çıxara bilər.

Biopolimer əsaslı təcridedic materiallarla konkret çöl-tətbiq işlərinə də rast gəlmək mümkündür. Belə ki, ksantan qətranın xromun üzvi düzü ilə tikilmiş gel əmələ gətirici qarışığından Şimal dənizindəki neft yataqlarında suyun kəsilməsi və profil nəzarəti üçün tətbiqinə rast gəlinir [32]. Tərkibin istifadəsi zamanı sullaşmada əhəmiyyətli azalma müşahidə olunmuş və neft hasilatında artım baş vermişdir.

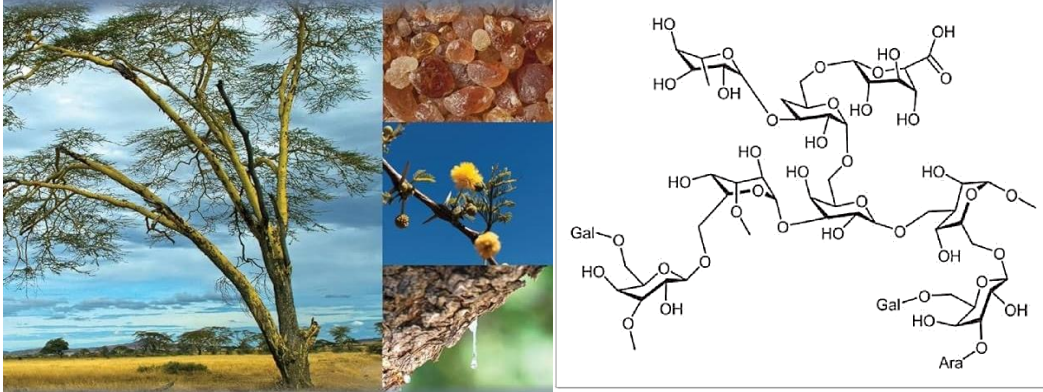
Digər bir çöl tədqiqatlarında xantan biopolimerinin üç valentli metal duzları ilə tikilməsindən alınan gel tərkiblər Alyaskada bir neft yatağında su axınının azaldılması məqsədi ilə təcridedic kimi sınağı həyata keçirilmişdir [33]. Tətbiqdən sonra sulaşmanın 85%-dən 60%-ə qədər azalması, neft hasilatının 25% artması baş vermişdir. Gelin davamlılığı uzun müddətli olmuş və təsir gücünü 12 aydan çox saxlamış olmuşdur.

Səudiyyə Ərəbistanının Ghavar yatağında həddindən artıq müşahidə olunan sulaşmanın qarşısını almaq üçün bor turşusunun duzları ilə işlənmiş biopolimer əsaslı kompozisiyadan istifadə olunmuşdur [34]. Nəticədə su hasilatında effektiv azalma baş vermiş, neftin əldə olunmasında artım olmuşdur.

Ümumiyyətlə biopolimerlər ilə aparılan tədqiqatlara görə su zonasını bağlamaq üçün xantan makromolekulu əsaslı tərkiblər yüksək duzluluqlu sularda əmələ gətirdikləri gelin möhkəmliyi və sabitliyi ilə xüsusilə seçilirlər [35].

Bu vaxta qədər aparılmış eksperimental tədqiqatlara nəzərən, tərəfimizdən aparılmış araşdırmada quyuya su axınının təcrid olunması üçün gələməgətirici tərkib, orta molekul kütləsi 2500 kDa olan təbii biopolimer qummiarabik daşıyıcı matrisa kimi istifadə olunmuşdur. Əlverişli adgeziya qabiliyyətinə və biopolimer ilə hidrogen rabitəsi hesabına dayanıqlı tikilməni təmin edəcək maddə kimi isə polimerləşə bilən akrilamid (3.2-12.4%) monomeri götürülmüşdür. Bundan başqa, QA (4.5-12.5%) ilə PAA zəncirləri arasında güclü kimyəvi koordinasiya rabitəsi yaradaraq davamlı gel strukturu təmin etmək məqsədi ilə iki fərqli tikiçidən dəmir (III) xlorid duzu (0.17-0.68%) və metilenbisakrilamid (0.32-1.28%) istifadə edilmişdir. Eləcədə, reaksiyanın inisiatoru

olaraq ammonium persulfatın (0.01-0.22) suda məhlulundan istifadə olunmuşdur. Suda yaxşı həll ola bilən biopolimer olaraq hiperşaxələnmiş qummiarabik akasiya ağacı mənşəli olub, orta molekulyar kütləsi 2500 kDa təşkil edir. Kimyəvi strukturu zəngin hidrosil qruplarına malik çoxşaxələnmiş polisaxariddir (Şəkil 12).



Şəkil 12. Akasiya mənşəli Qummiarabik biopolimerinin təbii mənbəsi və ehtimal olunan kimyəvi struktur zəvəsi

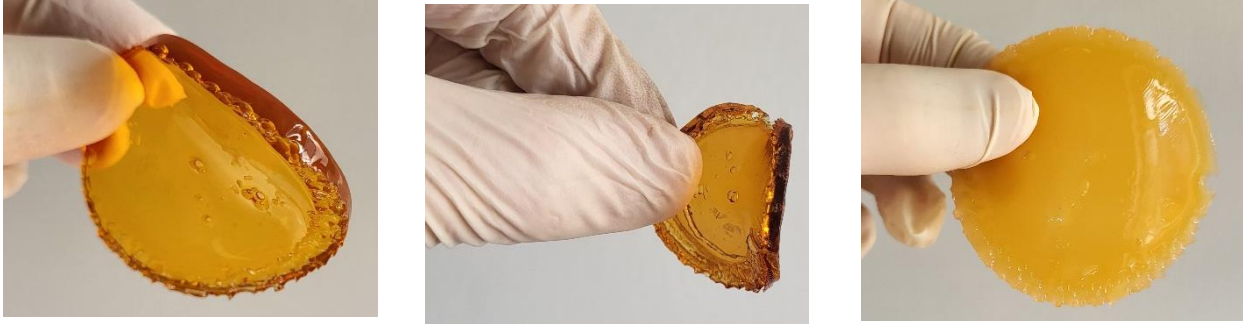
Tədqiqatın mahiyyəti quyulara daxil olan su axınının izolyasiyası üçün yüksək yapışma və örtük əmələ gətirmə qabiliyyətinə malik effektiv kompozisiya yaratmaqdır. Kompozisiyanın süxurun məsamələrinə dərhal nüfuz etməsini və effektiv adsorbsiyanı təmin etmək üçün qummiarabik biopolimerinin akrilamid ilə birlikdə dəmir (III) kompleksindən istifadə edilir. Qarışıq uyğun şəraitdə QA biopolimerinin poliakrilamid ilə calaq sopolimerinə çevrilir ki, sonuncu isə FeCl<sub>3</sub> və N,N-metilenbisakrilamid (MBAA) iştirakında tikilərək gel əmələ gətirir. Dəmir ionları QA və PAA zəvəsindəki funksional qrupların koordinasiya rabitəsi ilə tikilməsini təmin edir. MBAA isə PAA makromolekullarının çarpaz tikilməsini yaradaraq kovalent rabitə əmələ gətirir ki, bu da daha davamlı gel strukturun formalaşmasına səbəb olur.

QA/PAA calaq sopolimerinin suda məhlulu 120 °C-ə qədər hidrolitik dayanıqlığa və aşağı sıxlığa malikdir. Bundan əlavə, QA/PAA calaq sopolimer məhlulunun özlülüyü təklif olunan kompozisiyanı təbəqənin dərin məsamələrinə asanlıqla yeridilməsinə imkan verir. Prototipdən və analoqlardan fərqli olaraq, QA/PAA calaq sopolimerinin yapışma qabiliyyəti süxur səthində kompozisiyanın güclü adsorbsiyasını və onun uzunmüddətli dayanıqlığını təmin edir ki, bu da süxurların əmələ gəlməsindən sonra bərkimiş kütlənin mexaniki dayanıqlığının artmasına gətirib çıxarır. Bundan əlavə, QA/PAA calaq sopolimerinin kationlarla asanlıqla komplekslər yaratmaq qabiliyyəti polimer və süxur komponentləri arasında uzunmüddətli kimyəvi əlaqə yaradır və bu da gələn termiki dayanıqlığının artmasına səbəb olur.

Tərkibdəki biopolimer, monomer və tikici reagentlərin qatılığını dəyişməklə kompozisiyanın gel əmələ gətirmə müddətini tənzimləmək mümkündür. Kompozisiyanın ilkin məhlulunun hazırlanması sadə metodika tələb edir. Reagentlərin qatılıqlarından asılı olaraq homogen məhlul əldə edildikdən sonra gel əmələ gəlmə 25 – 75 °C temperatur intervalında 43-397 dəqiqə müddətində baş verir. Tələb olunan şəraitdə tərkib tərpənməz rejimdə saxlanıldıqdan sonra əmələ gələn gel getdikcə sərtləşir.

Gel əmələ gəlmə yaxud kompozisiyanın tam hidrofob faza əmələ gəlmə müddəti tənzimləndiyinə görə ilkin homogen məhlul quyuya vurulduqda aşağı keçiricilikli məsamələrə asanlıqla nüfuz edir. Gel əmələ gətirici tərkibdə qummiarabik biopolimerinin AA ilə calaq sopolimeri kompozisiyanın adgeziyasını təmin etməklə süxur səthində örtük əmələ gətirməsini təmin edir. QA biopolimeri və PAA-in calaq sopolimerləşməyə sərf olunmayan hissəsi isə kompozisiya tərkibində homopolimer formasında tikilərək daha sərt strukturların yaranmasına gətirib çıxarır. Tikilmiş fəza strukturu isə tikici kimi FeCl<sub>3</sub> və N-,N'-metilenbisakrilamidin istifadəsi ilə mümkün olur.

Gel əmələ gətirən kompozisiyanın tərkibində biopolimerin, tikici reagentlərin, monomerin, duzun və inisiatorun qatılığının dəyişdirilməsi ilə gəlləşmə vaxtını uzatmaq və ya qısaltmaq mümkündür ki, bu da tərkibin layın uzaq dərinliklərinə yaxud yaxın məsələlərə daxil olması üçün zəruridir. AA və APS həm sürətləndirici kimi, həm də təklif olunan gəlləşmə tərkibinin gücünü artırmaq və axıcılıq kimi tələb olunan xüsusiyyətləri vermək üçün istifadə olunur. QA biopolimerinə əsaslanan gel əmələ gətirici tərkibdəki reagentlər təklif olunan bircins məhlulun asanlıqla yeridilməsinə imkan verən özlülük dəyərinə malikdir və onu boru kəmərləri vasitəsilə laya vurarkən heç bir texnoloji çətinlik yaxud aqressiv təsirləri yaranmır. Laboratoriya şəraitində alınmış gəlin vizual görüntüsü aşağıdakı şəkildə verilmişdir.



**Şəkil 13.** Biopolimer əsaslı gel. Sintezdən dərhal sonra, urudulmuş forması və suda tam şişdikdən sonra

Gel əmələ gəlmə müddəti eyni zamanda temperaturun qiymətinə həssas olduğundan reagentlərin optimal qatılığında temperatur artdıqca gəlin sərtləşmə müddəti də qanunauyğun olaraq azalır. Məlumdur ki, Vant-Hoff qanununa görə temperaturun hər 10 °C artması ilə kimyəvi reaksiyanın sürəti 2-4 dəfə artır. Bu baxımdan temperaturun yüksəlməsi təklif etdiyimiz tərkibdə radikal zəncirvari reaksiyanın baş verməsini sürətləndirir. Müəyyən olunmuşdur ki, 50 °C temperaturda gəlləşmə müddəti reagentlərin qatılığından asılı olaraq 151-183 dəqiqə təşkil edir ki, bu da quyuya vurulma üçün kifayətdir. 25 °C temperaturda komponentlərin konsentrasiyasından asılı olaraq gəlləşmə müddəti isə nisbətən daha uzun müddətli olub 375-397 dəqiqə, müvafiq olaraq 35 °C temperaturda isə 236-299 dəqiqə təşkil edir.

Ədəbiyyat materiallarının bu sahədəki təhlilinə əsasən yüksək minerallıqlı lay sularında möhkəmliyin, termiki stabilliyin və dayanıqlığın artırılması hesabına quyuya su axınının tədric olunmasının effektivliyinin artırılması daha çox diqqət mərkəzindədir. Eləcə də, lay suyu ilə təmasda yüksək udma qabiliyyəti göstərməklə effektiv şişmə dərəcəsinin təmin olunması və həmçinin gəlmə vaxtının idarə olunması aktual problem olaraq qalmaqdadır.

### ƏDƏBİYYAT

1. Majid, A. L., Masoud, H., Mohsen, V. S., Mahsa, B. S., and Aghdas, H. (2018). Experimental study of swelling and rheological behavior of preformed particle gel used in water shutoff treatment. *J. Pet. Sci. Eng.* 169, 739–747.
2. Sydansk, R. D., Seright, R. S. (2007). When and where relative permeability modification water-shutoff treatments can be successfully applied. *SPE Production & Operations*, 22(02), 236-247.
3. Cheraghian, G., and Hendraningrat, L. (2016). A review on applications of nanotechnology in the enhanced oil recovery part A: Effects of nanoparticles on interfacial tension. *Int. Nano Lett.* 6 (2), 129–138
4. Al-Muntasheri, G. A., Sierra, L., Garzon, F., Lynn, J. D., and Izquierdo, G. (2010). “Water shut-off with polymer gels in a high temperature horizontal gas well: A success story,” in Paper SPE 129848-MS Presented at the SPE Improved Oil Recovery Symposium, Tulsa, Oklahoma, USA.

5. Zhao, F., Dai, C., Wang, Y., Feng, D., and Chen, K. (2006). Comprehension of water shutoff in oil wells and its technical keys. *Acta petro. Sin.* 27 (5), 71–74.
6. Bryant, S. L., Bartosek, M., Lockhart, T. P., and Giacca, D. L. (1997). Polymer gelants for high temperature water shutoff applications. *SPE J.* 2 (04), 447–454
7. Ge, J.; Guo, H.; Zhang, T.; Zhou, D.; Xu, Y.; Lv, Q. Development of temperature and salinity resistant phenolic gel and its performance regulation mechanism. *Acta Pet. Sin.* **2022**, *43*, 1145–1157.
8. Rinaudo, M.; Milas, M., Xanthan properties in aqueous solutions, *Carbohydr. Polym.* 1982, 2, 264-269.
9. Shoy C. George, Prajakta Ratnakar Patil, Prasanta Das. Crosslinking Chitosan For Reducing Permeability In A Well. USA Patent, US 9,611,420 B2
10. Zhanara N., Iskander G., Vladimir A., Vladimir S., Sarkyt K. Application of Sol-Gel Transition of Gellan and Xanthan for Enhanced Oil Recovery and As Drilling Fluids *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 53, 1, 2018
11. Reem E., Ahmed B. A., Mohammed S., Ibelwaleed A. H., Baojun B. Development of eco-friendly chitosan-g-polyacrylamide preformed particle gel for conformance control in high-temperature and high-salinity reservoirs. *Geoenergy Science and Engineering.* 2023, 230, 212136
12. M. Shamlooh et al., "Chitosan/Polyacrylamide Green Gels for Water Control in High-Temperature Reservoirs," *Energy and Fuels*, vol. 36, no. 7, pp. 3816 - 3824, American Chemical Society, Apr 2022.
13. Siti N. K. and Suzylawati I. Investigation on guar gum and chitosan based polymer composite for oilfield water shut off fluid. *International Journal of Agricultural and Applied Sciences*, 2020, 1(1): 6-13
14. Elaf, R.; Ben Ali, A.; Saad, M.; Hussein, I.A.; Nimir, H.; Bai, B. Biodegradable Preformed Particle Gel (PPG) Made of Natural Chitosan Material for Water Shut-off Application. *Polymers* 2023, 15, 1961
15. Harris P.C. Chemistry and rheology of borate-crosslinked fluids at temperatures to 300F. *J. Pet. Technol.* 1993;45:264–269
16. Rae P., Di Lullo G. Fracturing fluids and breaker systems—A review of the State-of-the-Art; Proceedings of the SPE Eastern Regional Meeting; Columbus, OH, USA. 23–25 October 1996
17. Sun H., Qu Q. High-efficiency boron crosslinkers for low-polymer fracturing fluids; Proceedings of the SPE International Symposium on Oilfield Chemistry; The Woodlands, TX, USA. 11–13 April 2011
18. Chauhan G., Verma A., Doley A., Ojha K. Rheological and breaking characteristics of Zr-crosslinked gum karaya gels for high-temperature hydraulic fracturing application. *J. Pet. Sci. Eng.* 2019;172:327–339.
19. Legemah M., Guerin M., Sun H., Qu Q. Novel high-efficiency boron crosslinkers for low-polymer-loading fracturing fluids. *SPE J.* 2014;19:737–743
20. Stewart T.L., Fogler H.S. Biomass plug development and propagation in porous media. *Biotechnol. Bioeng.* 2001;72:353–363.
21. Etemadi O., Petrisor I.G., Kim D., Wan M.-W., Yen T.F. Stabilization of metals in subsurface by biopolymers: Laboratory drainage flow studies. *Soil Sediment Contam.* 2003;12:647–661
22. Vossoughi S., Buller C. Permeability modification by in-situ gelation with a newly discovered biopolymer. *SPE Reserv. Eng.* 1991;6:485–489
23. Hoefner M.L., Seetharam R.V., Shu P., Phelps C.H. Selective penetration of biopolymer profile-control gels: Experiment and model. *J. Pet. Sci. Eng.* 1992;7:53–66.
24. Khachatoorian R., Petrisor I.G., Kwan C.-C., Yen T.F. Biopolymer plugging effect: Laboratory-pressurized pumping flow studies. *J. Pet. Sci. Eng.* 2003;38:13–21

25. Chang, C., Duan, B., Cai, J., and Zhang, L. (2010). Superabsorbent hydrogels based on cellulose for smart swelling and controllable delivery. *Eur. Polym. J.* 46 (1), 92–100
26. Hu, Z., Patten, T., Pelton, R., and Cranston, D. (2015). Synergistic stabilization of emulsions and emulsion gels with water-soluble polymers and cellulose nanocrystals. *ACS Sustain. Chem. Eng.* 3 (5), 1023–1031
27. Zhang, L., Pu, C., Zheng, L., and Gu, X. (2016). Synthesis and performance evaluation of a new kind of gel used as water shutoff agent. *J. Pet. Explor. Prod. Technol.* 6 (3), 433–440
28. Petroudy, S. R. D., Ranjbar, J., and Garmaroody, E. R. (2018). Eco-friendly superabsorbent polymers based on carboxymethyl cellulose strengthened by TEMPO-mediated oxidation wheat straw cellulose nanofiber. *Carbohydr. Polym.* 197, 565–575
29. Патент Ru 2520 190 C1. 2013106051/03. Gasumov R. A., Ponomarenko M. N., Gasumov R. R., Shvets L.V., Kallaeva R. N., Sukovitsyn V.A. Isolation Method of Water Influxes to Well.
30. United States Patent. 4,716,966. Jan. 5, 1988. Paul Shu. Amino resin modified xanthan polymeric gels for permeability profile control.
31. United States Patent. 4,830,108. May. 5, 1989. Randy D.Hazlett., Paul Shu. Amino resin modified xanthan polymer foamed with a chemical blowing agent.
32. Moradi-Araghi, A. (2000). "A Review of Thermally Stable Gels for Fluid Diversion and Profile Modification." *SPE International Symposium on Oilfield Chemistry*. DOI: 10.2118/50752-MS.
33. Seright, R. S., Lane, R. H., and Sydansk, R. D. (2003). "A Strategy for Attacking Excess Water Production." *SPE Production & Facilities*, 18(03): 158-169. DOI: 10.2118/84966-PA.
34. Al-Muntasheri, G. A., Nasr-El-Din, H. A., and Zitha, P. L. J. (2007). "Gelation Kinetics and Performance Evaluation of an Organically Cross-Linked Gel at High Temperature and Pressure." *SPE Journal*. DOI: 10.2118/100056-PA.
35. Seright, R. S. (1999). "Polymer Gel Dehydration during Oil Production." *Petroleum Science and Technology*, 17(3-4): 383-398. DOI: 10.1080/10916469908949797.

#### SUMMARY

#### THE SHORT REVIEW OF THE PREPARATION AND INVESTIGATION OF BIOPOLYMER-BASED COMPOSITIONS FOR THE ISOLATION OF FORMATION WATERS IN ENHANCED OIL RECOVERY

*Tapdıqov Sh.Z., Ibrahimov Kh.M., Mustafayev M.M., Hajiyev A.A.*

**Keyword:** formation water; isolation; composition; biopolymer; injection; in-situ gel.

In recent years, one of the common challenges in oil recovery, particularly in wells that have been in operation for extended periods, is water formation. The issue arises due to the influx of formation waters into the reservoir zone. Both technological and chemical solutions are applied in the modern oil and gas industry for the effective isolation of formation waters in the wellbore zone. However, technologies that are sensitive to factors like pH, rock composition, temperature, and the physicochemical properties of formation waters are more promising. One of the current trends in the oil and gas industry is the preparation and study of polymer-based isolation compositions, which undergo chemical transformation under reservoir conditions after penetrating pores. Among such polymers, natural polymers stand out due to their ease of chemical modification, abundant raw material sources, eco-friendly, and non-toxic nature. This review analyzes studies on natural polymer-based gel-forming compositions used in the oil industry, highlighting their advantages and disadvantages, and assessing prospects. Additionally, a new isolation composition based on the natural polymer gum arabic, developed for water isolation, has been prepared, and some of its properties are presented in comparison to other materials.

**РЕЗЮМЕ**

**КРАТКИЙ ОБЗОР ПОДГОТОВКА И ИССЛЕДОВАНИЕ БИОПОЛИМЕРНЫХ СОСТАВОВ  
ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПУТЕМ ИЗОЛЯЦИИ ПЛАСТОВЫХ ВОД**

*Тандыгов Ш.З., Ибрагимов Х.М., Мустафаев М.М., Гаджиев А.А.*

**Ключевые слова:** *пластовая вода; изоляция; состав; биополимер; закачка; гель in-situ.*

В последние годы одной из распространённых проблем при добыче нефти, особенно на скважинах с длительным сроком эксплуатации, является обводнение продукции. Проблема возникает из-за притока пластовых вод в призабойную зону. В современной нефтегазовой промышленности для эффективной изоляции пластовых вод в призабойной зоне применяются как технологические, так и химические решения. Однако более перспективными считаются технологии, чувствительные к таким факторам, как рН, состав породы, температура и физико-химические свойства пластовых вод. Одним из современных направлений в нефтегазовой отрасли является подготовка и исследование полимерных изоляционных составов, которые подвергаются химическим изменениям при прохождении через поры пласта. Среди таких полимеров особенно выделяются природные полимеры благодаря их лёгкой химической модификации, доступности сырья, экологичности и нетоксичности. В этом обзоре анализируются исследования гелеобразующих составов на основе природных полимеров, используемых в нефтяной промышленности, обсуждаются их преимущества и недостатки, а также оцениваются перспективы. Кроме того, был разработан новый изоляционный состав на основе природного полимера гуммиарабика для изоляции воды, и некоторые его свойства представлены в сравнении с другими материалами.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	20.09.2024
	Son variant	25.11.2024

UOT 544.653

DOI 10.54758/16801245\_2024\_24\_4\_38

## ETİLBENZOLUN YAN ZƏNCİRDƏ ELEKTROKİMYƏVİ XLORLAŞMASI

<sup>1</sup>HƏTƏMOV MƏTLƏB MURTUZ oğlu [ORCID](#)

<sup>2</sup>ŞAHGƏLDİYEV FİZULİ XANƏLİ oğlu [ORCID](#)

<sup>3</sup>ADİLOVA LƏMAN İSMİ qızı [ORCID](#)

<sup>4</sup>ABDULLAYEVA MİNAYƏ BİLAL qızı [ORCID](#)

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, Azərbaycan, 1-dosent, 2-elmi işçi, 3,4-kiçik elmi işçi  
[adilovalaman@mail.ru](mailto:adilovalaman@mail.ru)*

*Açar sözlər: elektrokimyəvi sistem, yan zəncir, sulfuril xlorid, şüşə elektroliz qurğusu, elektrod, cərəyana görə çıxım*

Aromatik birləşmələrdə elektrofil əvəz olunmanın mexanizminin öyrənilməsində əsas məsələlərdən biri də əvəzedicinin rolu və reaksiya prosesinə təsir etməsidir.

Məlumdur ki, etilbenzolun elektrofil halogenləşməsi zamanı etil qrupu “daşıyıcı” xlorla toxunulmaz qalır [1]. Əgər etilbenzol və yaxud benzolun digər alkiləvəzli törəmələri ultrabənövşəyi (UB) şüalarla şüalandırılsa (xüsusən də aromatik birləşmənin qaynama temperaturunda) halogenləşmə prosesi yalnız yan zəncirdə zəncir mexanizmi üzrə baş verir.

Diqqət çəkən və maraqlı məsələlərdən biri də odur ki, ultra bənövşəyi (UB) və radiasiyalı şüalanma ilə halogenin yan zəncirdə əvəz olunmasını digər üsullarla da, məsələn müxtəlif inisiyatorların, o cümlədən 2,2'-azobisizobutironitril istifadə olunması ilə də həyata keçirmək olur. Azobisizobutironitril 40 °C -də asanlıqla parçalanır və alınan sianpropil radikalı aromatik karbohidrogeni alkil qrupunda xlorlaşdırır [2].

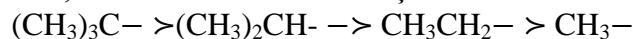
Yan zəncirində xlor atomu olan xloraromatik karbohidrogenlər geniş tətbiq olunma imkanlarına malikdir, onlar adətən, spirtlərin elektroizolyasiya örtüklərinin və lakların alınmasında istifadə olunur. Hal-hazırda sənayedə onların efirlərindən geniş miqyasda istifadə olunur, eləcə də onlardan plastifikatorlar, amartizatorlar kimi də istifadə edilir. Karbon turşuları ilə uyğun efirlər əmələ gətirirlər. Alkilləşdirici agent kimi də geniş tətbiq olunurlar.

Onların çoxsaylı müxtəlif kimyəvi metodlarla alınmasına baxmayaraq, bu ənənəvi üsullarda aşağıda sadalanan bir sıra çatışmazlıqlar mövcuddur:

- prosesin yüksək temperaturda aparılması;
- ilk xammalın təmizlənməsi üçün xüsusi avadanlıqlardan istifadə olunması;
- xüsusi qiymətli avadanlıqlardan istifadə olunması;
- qaz halında molekulyar xlorun və qələvi maddələrdən istifadə edilməsi;
- məqsədli məhsulun aşağı çıxımla alınması;
- fotokimyəvi xlorlaşma prosesində vahid gücə malik reaktorların yaradılmasının

mürəkkəbliyi və s.[3-4]

Birli, ikili və üçlü alkilbenzolların halogenləşmə reaksiyalarının sürətini müqayisə etdikdə, məlum olur ki, bu sürət birli alkilbenzoldan üçlüyə doğru azalır, məhz ona görə də, üçlü alkilbenzolda müsbət induktivlik, ikilidən və bundan daha çox isə birli alkildən böyük olur:



Deməli, radikalların böyük olması benzol halqasının elektron sıxlığını daha da artırır və reaksiya elektrofillə daha tez baş verir. Bu paradoks Natan-Beker effekti adlanır və bu növ reaksiyaları öyrənir, C-H əlaqəsinin C-C əlaqəsi ilə müqayisəsində C-H əlaqəsinin  $\sigma - \pi$  əlaqəsi



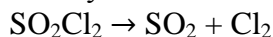
yaxud da hiperqoşulma hesabına daha çox polyarlaşması ilə izah olunur. Hər iki elektron effektini müqayisə etdikdə, görünür ki, mezomer effekt  $\sigma - \pi$  qoşulmada induktiv effektə nisbətən əks istiqamətdə azalır.



Məhz bu səbəbdən etilbenzol toluola nisbətən zəif, digər alkiltörəmələrinə nisbətən daha tez halogenləşir. Son zamanlar xüsusilə, son iki-üç onillikdə, aparılan çoxsaylı tədqiqat işləri nəticəsində aromatik karbohidrogenlərin halogenləşməsi üçün çoxlu sayda maraqlı halogenləşdirici agentlər təklif olunmuşdur, onlara böyük miqdarda üzvi və qeyri üzvi halogenləşmə birləşmələri aid edilir. Qeyd edək ki, halogenləşmə reaksiyalarında istifadə olunan birləşmələr aktiv Hal<sup>+</sup>-ionu və Hal atomu mənbələri hesab olunur. Bununla belə bu prosesdə halogenləşmə kifayət qədər çox sakit və mülayim şəraitdə baş verir, belə ki, halogenləşmə zamanı alınan istiliyin bir hissəsi reagentin dissosiasiyasına sərf olunur[5].

Qeyd edilməlidir ki, sulfuril xlorid son zamanlar aromatik karbohidrogenlərin halogenləşməsində daha çox tətbiq olunan halogenləşdirici agentdir, son vaxtlar müxtəlif təcrübə şəraitlərdə alifatik birləşmələrin xlorlaşmasında da onun tətbiq olunma həddləri çox genişdir.

Şəraitdən asılı olaraq sulfuril xloridlə xlorlaşma mexanizmi müxtəlifdir, beləki katalizator iştirakı olmadan da sulfuril xlorid asan dissosiasiya edərək molekulyar xlor mənbəyi olur.



Parçalanma şəraitindən, xlorlaşan maddənin təbiətindən, hər hansı bir əlavənin alınmasından asılı olaraq, parçalanma baş verir və xlorun verilməsini asanlaşdırır. Bütün deyilənləri nəzərə alaraq SO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>-lə aromatik karbohidrogenlərin yan zəncirdə halogenləşməsinə və mövcud bəzi çatışmazlıqların aradan qaldırılmasına aktual məsələ kimi baxmaq olar.

Təklif olunan işin məqsədi diafraqmasız elektroliz qurğusunda etilbenzolun elektrokimyəvi sistemdə xlorlaşma agentləri olan SO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> və 2,2'-azobisizobutironitril inisiatoru iştirakında yan zəncirdə xlorlaşdırılmasından, reaksiyanın getmə şəraitinin, optimal rejiminin müəyyən edilməsindən, məhsulun çıxımına cərəyan sıxlığının, reaksiya vaxtının və reagentlərin mol nisbətlərinin təsirinin öyrənilməsindən və mövcud ənənəvi üsullarda olan bir sıra çatışmazlıqları aradan qaldırmaqdan ibarətdir.

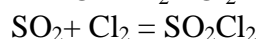
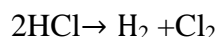
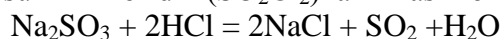
Qeyd edək ki, elektrokimyəvi metodla etilbenzolun yan zəncirdə SO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> və 2,2'-azobisizobutironitril inisiatoru iştirakında xlorlaşması tərəfimizdən ilk dəfə yerinə yetirilmişdir.

Proses termostat, mexaniki qarışdırıcı, əks soyuducu və sabit cərəyan mənbəyi ilə təhciz olunmuş şüşədən hazırlanmış slindrik elektroliz qurğusunda aparılmışdır.

**Təcrübə hissə:** elektroliz qurğusuna 43,1 q (0,34 mol) natrium sulfit (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>), 15-20%-li HCl turşusu və katalizator olaraq aktiv kömür, həlledici olaraq 30 ml CCl<sub>4</sub> yüklənir və qurğu işə salınır, 30 dəqiqədən sonra qurğuya 10,6 q (0,1 mol etilbenzol), ümumi kütlənin 0,1%-i qədər isə inisiator (2,2'-azobisizobutironitril) yüklənir və 85°C temperaturda qurğuya 6 A elektrik cərəyanı verilir və reaksiya 1 saat davam etdirilir. Proses sona çatdıqdan sonra alınan üzvi təbəqə ayrılır, bir neçə dəfə distillə suyu ilə yuyulur, CaCl<sub>2</sub> üzərində qurudulur, analitik tərəzidə çəkilir və xromotoqrafiya üsulu ilə analiz edilir. Nəticədə 10,5q 1-xlor-1-feniletan və cüzi miqdarda mono- və dixloretan da alınır.

Alınan məhsulun maddəyə görə çıxımı 75 %, cərəyanla görə çıxımı isə 67 % təşkil edir. Prosesdə xlorun ayrılmasına KJ məhlulu ilə nəzarət olunur.

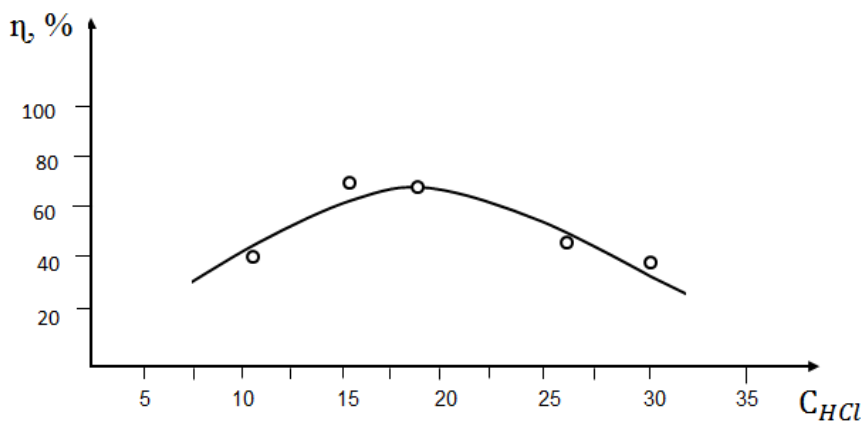
Aparılan təcrübələrin nəticələri göstərir ki, natrium sulfitin (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>), hidrogen xloridlə qarşılıqlı təsirdən alınan SO<sub>2</sub> ilə hidrogen xloridin elektrolizindən alınan molekulyar xlorun aktiv kömür iştirakında qarşılıqlı təsiri sulfuril xloridin (SO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) alınması ilə nəticələnir.



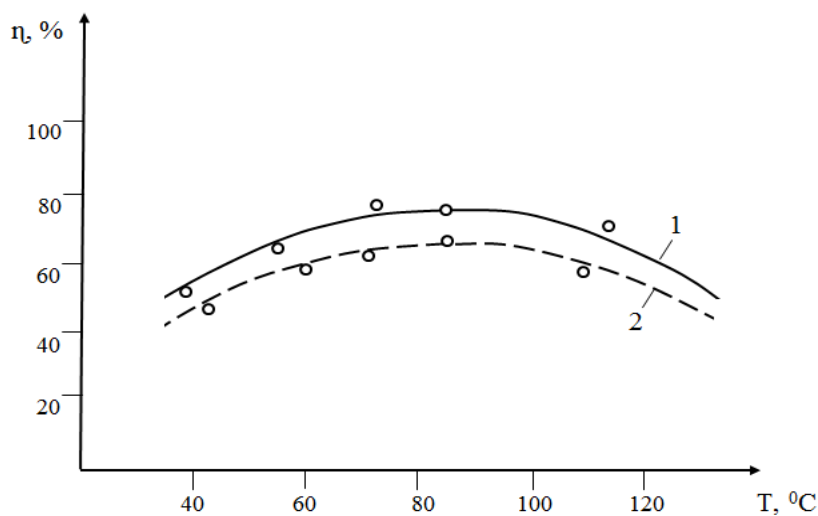
Kimyəvi metoddan fərqli olaraq SO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> ilə elektrokimyəvi xlorlaşma prosesində, SO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> prosesin özündə alınır və inisiator (azobisizobutironitril) iştirakında etil qrupunda xlorlaşmaya

səbəb olur. Alınan 1-xlor-1-feniletanın çıxımı artır, həmçinin prosesin ekoloji təhlükəsizliyi təmin olunur, zərərli maddələrin atmosfərə atılması azaldılır.

**Nəticələr və onların müzakirəsi:** Yerinə yetirilən təcrübələrin nəticələrinin təhlili göstərir ki, HCl-in yüksək qatılıqlarında nüvədə xlorlaşmanın artması səbəbindən yan zəncirdə xlorlaşmanın sürəti zəifləyir bu isə məhsulun çıxımının azalmasına gətirir. Məhsulun çıxımına hidrogen xloridin qatılığının təsiri şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. Məhsulun çıxımının HCl- un qatılığından asılılığı



Şəkil 2. Məhsulun maddəyə görə (1) və cərəyana görə (2) çıxımının temperaturdan asılılığı

Şəkildən görüldüyü kimi prosədə HCl-in optimal qatılığı 15-20% həddində olduqda məqsədli məhsulun çıxımı daha yüksək olur.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Несмеянова А.Н., Несмеянов Н.А. Начало органической химии. - М.: Химия, 1970, Т.2, - 824 с.
2. Уолинг. Ч., Хойзер Э. Органическая химия. - М.: Мир, 1966, С.13, - 103 с.
3. Гатамов М.М., Имамалиев А.Б., Абдуллаева М.Б., Байрамов.А.А. Элект-рохимическое хлорирования п-ксилола в боковой цепь, Перспективы использо-вания материалов устойчивых к коррозии в промышленности Республики Таджикистан. -Душанбе, 2018, с.175-178

4. Hətəmov M.M., Muradov M.M., Abdullayeva M.B., Ağayev Ə.Ə., Aşurov D.Ə. Elektrokimyəvi sistemdə benzilxloridin alınması, Akademik Murtuza Nağı-yevin 110 illiyinə həsr olunmuş “Nağıyev qıraətləri” Elmi konfransının materialları, Bakı, 2018, səh. 247
5. Hətəmov M.M., Şahgəldiyev F.X., Abdullayeva M.B., Rüstəmov G.C. Elektrokimyəvi sistemdə toluolun bromlaşması, SDU, “Elmi xəbərlər” jurnalı, Təbiət və texniki elmlər bölməsi, Sumqayıt, 2022, cild 22, №3, səh. 28-32

#### SUMMARY

#### CHLORINATION OF ETHYLBENZENE SIDE CHAIN IN AN ELECTROCHEMICAL SYSTEM

*Gatamov M.M., Shakhgeldiev F.Kh., Adilova L.I., Abdullaeva M.B.*

**Key words:** *electrochemical system, side chain, sulfuryl chloride, electrolysis unit, electrodes, current output*

The presented work is devoted to the chlorination of side chain ethylbenzene in an electrochemical system. In contrast to the chemical method, the chlorinating agent is obtained in the process itself, the reaction proceeds under mild conditions at low temperature. Experimental results show that the amount of intermediate products is sufficiently reduced. Environmental safety of the process is ensured with a significant reduction of harmful emissions into the atmosphere and the environment.

#### РЕЗЮМЕ

#### ХЛОРИРОВАНИЕ ЭТИЛБЕНЗОЛА С БОКОВОЙ ЦЕПЬЮ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

*Гатамов М.М., Шахгельдиев Ф.Х., Адилова Л.И., Абдуллаева М.Б.*

**Ключевые слова:** *электрохимическая система, боковая цепь, хлористый сульфурил, электролизная установка, электроды, выход по току*

Представленная работа посвящена хлорированию этилбензола боковой цепи в электрохимической системе. В отличие от химического метода хлорирующий агент получается в самом процессе, реакция протекает в мягких условиях при низкой температуре. Результаты опытов показывают, что количество промежуточных продуктов достаточно снижается. Обеспечивается экологическая безопасность процесса при значительном снижении выбросов вредных веществ в атмосферу и окружающую среду.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.05.2024
	Son variant	20.10.2024

UOT 544.2

DOI 10.54758/16801245\_2024\_24\_2\_42

## ETOKSİNAFTALİNİN KATALİTİK ÇEVİLMƏSİNİN TƏDQIQI

SÜLEYMANOVA PƏRVANƏ VAQİF qızı [ORCID](#)*Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, baş müəllim*  
[parvana.suleymanova80@mail.ru](mailto:parvana.suleymanova80@mail.ru)*Açar sözlər: 1-naftol, 1-etoksinaftalin, etanol, alkülləşmə, sirkonium mordenit, katalizator, 2-etil-1-naftol, oksobirləşmə.*

Naftolların C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> alkiltörəmələri vitaminlər, boyalar, aşqarlar istehsalında istifadə olunur [1-2]. Bu maddələrə olan tələbatı ödəmək üçün sintetik üsullardan istifadə olunur və bu üsullar içərisində 1- və 2-naftolların spirtlərlə alkülləşmə reaksiyası daha çox diqqəti cəlb edir. İstifadə olunan katalizatorların iştirakı ilə [3-4] bu üsullar mürəkkəbliyi, yan çevrilmələrin mövcudluğu ilə səciyyələnir. Məqalədə sirkonium mordenit katalizatorunun iştirakında 1-naftolun və 1-etoksinaftalinin etanolla alkülləşmə reaksiyasının katalitik çevrilməsi araşdırılmış və nəticələri verilmişdir.

Zr, H-mordenit katalizatoru iştirakı ilə 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsiri reaksiyasından alınan katalizatların tərkibinin araşdırılması və reaksiya göstəricilərinin təhlili prosesin mürəkkəb olduğunu və çoxlu sayda çevrilmələrin baş verdiyini sübut edir (cədvəl).

Aşağı temperaturlarda (300-340<sup>0</sup>C) etilnaftolların, yuxarı temperaturda isə (360-400<sup>0</sup>C) naftalinin alkil (C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>) homoloqlarının əsas reaksiya məhsulları olması, həmçinin katalizatlarda 1-etoksinaftalinin və müxtəlif quruluşlu oksobirləşmələrin iştirakı dediklərimizi təsdiq edir. Bu səbəbdən proses zamanı baş verən əsas və yan çevrilmələrin müəyyən edilməsi, ardıcıl və paralel reaksiyaların aşkar olunması vacib məsələlərdən biri kimi ortaya çıxır.

1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirindən alınan məhsullar içərisində 1-okso-2,2-dietil-1,2-dihidronaftalinə, 1-okso-4,4-dihidronaftalinə rast gəlinir. Güman edilir ki, bu birləşmələr 1-etoksinaftalin ilə birlikdə naftalinin alkil (C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>) homoloqlarının alınmasında aralıq maddə rolunu oynaya bilər. Digər tərəfdən əmələ gələn 1-etoksinaftalinin məqsədli məhsullar olan 2-etil-1-naftolun və 4-etil-1-naftolun alınmasındakı rolunu müəyyən etmək maraq doğurur.

**Cədvəl.***Zr, H-mordenit iştirakı ilə 1-etoksinaftalinin və 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsiri reaksiyalarının müqayisəli nəticələri Reaksiyanın şəraiti:  $v=1.0 \text{ st}^{-1}$ ,  $v=1:5 \text{ mol/mol}$* 

Göstəricinin adı	Metilləşən reagentinin adı					
	1-etok-sinaftalin	1-naftol	1-etok-sinaftalin	1-naftol	1-etok-sinaftalin	1-naftol
Temperatur, <sup>0</sup> C	300	300	340	340	380	380
Alınmışdır, kütlə % ilə, o cümlədən						
1-etoksinaftalin	69.0	7.3	47.0	1.0	25.5	-
1-naftol	4.0	70.6	2.8	53.7	2.0	29.7
2-etil-1-naftol	5.9	18.5	7.0	37.8	6.8	50.8
4-etil-1-naftol	1.0	0.7	1.5	2.3	2.0	4.5
Dimetilnaftollar	-	-	-	-	0.5	2.4
1-okso-2,2-dietil-1,2-dihidronaftalin	3.0	1.9	2.8	1.0	1.6	-

Naftalin	1.5	-	1.6	-	4.0	2.4
1,2-dietilnaftalin	9.5	1.0	20.0	2.3	25.0	7.1
Digər alkil (C <sub>1</sub> -C <sub>2</sub> ) naftalinlər	2.7	-	14.1	1.2	29.2	1.9
İdentifikasiya olunmamış maddələr	3.4	-	3.2	0.7	3.4	1.2
Cəmi	100	100	100	100	100	100
1-naftolun konversiyası, %		24.7		40.3		67.5
1-etoksinaftalinin konversiyası, %	27.4		46.7		72.2	

Ona görə Zr,H-mordenit katalizatoru və etanol iştirakı ilə 1-etoksinaftalinin çevrilməsi tədqiq edilmişdir. Tədqiqatları aparmaqda əsas məqsəd 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirindən alınan 1-etoksinaftalinin verilmiş şəraitdə reaksiya qarışığında mövqeyini müəyyən etmək və ya daha dəqiq desək onun aralıq maddə, yaxud paralel sxem üzrə alındığını müəyyənləşdirmək olmuşdur.

Tədqiqatlar 300-380<sup>0</sup>C temperaturda 1-etoksinaftalinin etanola olan mol nisbətinin 1:5 qiymətində və  $v = 1.0 \text{ st}^{-1}$  həcmi sürətdə aparılmışdır. Alınmış nəticələr cədvəldə verilmişdir.

Su və qaz halında alınan maddələr həmçinin çevrilməyən etanoldan başqa alınmış məhsulların kimyəvi tərkibi 41.1-42.8% kütlə olmaqla hər iki halda 100%-ə gətirilməklə verilmişdir.

Zr, H-mordenit katalizatoru iştirakı ilə 1-etoksinaftalinin və 1-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasının nəticələrinin müqayisəli təhlili aşağıdakıları müəyyən etməyə imkan vermişdir.

- etanolla qarşılıqlı təsir zamanı 1-etoksinaftalinin və 1-naftolun konversiyaları arasında fərq 2.7-6.4% təşkil edir;

- 1-etoksinaftalin nüvədəki karbona görə etilləşməyə məruz qalmır və 2-etil-1-metoksinaftalin praktiki olaraq alınmır. 1-naftolun etil efiri etilləşmə şəraitində qismən deetilləşməyə uğrayaraq 1-naftolu əmələ gətirir. Marahlı odur ki, temperaturun artması ilə bu reaksiyanın sürəti qismən azalır və alkilatda alınan naftolun qatılığı iki dəfə aşağı düşərək 380<sup>0</sup>C temperaturda 2.0 kütlə % olur.

- 1-etoksinaftalinin etilnaftollara çevrilməsi reaksiyası onun əsas çevrilmələri ilə müqayisədə qismən baş verir. Xüsusən aşağı temperaturda (300-340<sup>0</sup>C) 1-etoksinaftalindən alınan 5.9-7.0% 2-etil-1-naftol, digər reaksiya ilə alınan bu məhsuldan 3-5 dəfə az olması ilə seçilir. Digər tərəfdən 1-etoksinaftalinin molekul daxili izomerləşməsi ilə 2-etil-1-naftolun alınma reaksiyasının yavaş getdiyi reaksiya məhsullarının kimyəvi tərkibini araşdıranda da aydın olur. Belə ki, hətta 300<sup>0</sup>C temperaturda alınan 2-etil-1-naftolun qatılığı naftalinin alkil homoloqları ilə müqayisədə 2 dəfə azdır. Temperaturun 380<sup>0</sup>C-yə qaldırılması alkilatda alınan 2-etil-1-naftolun qatılığına praktiki olaraq təsir etməsə də digər izomer olan 4-etil-1-naftolun qatılığını cüzi artırır. Lakin bu izomerin kütlə payı 1-naftol və etanoldan alınan 4-etil-1-naftolun qatılığı ilə müqayisədə iki dəfə azdır. Bəzi katalizatorlar iştirakı ilə aşağı temperaturda fenol və krezolların metileflərinin aralıq maddə kimi alınmış sonradan müvafiq mono- və dimetilfenollara çevrilmələri haqqında irəli sürülən fərziyyə bizim halda özünü doğrultmur. Əksinə, turşu-əsaslı xassələri tənzim edilmiş katalitik sistemlər iştirakı ilə 320<sup>0</sup>C temperaturda əsasən fenolun nüvəsindəki karbona görə metilləşmənin baş verdiyi və efir mexanizminin inkar edilməsi barədə əsaslı fikirlər 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsiri reaksiyası üçün də qəbul edilə bilər.

1-etoksinaftalinin etanol iştirakı ilə baş verən çevrilmələrinin digər fərqli cəhətlərinə görə alınan məhsullar içərisində 1-okso-2,2-dietil-1,2-dihidronaftalinin və naftalinin alkil (C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>) homoloqlarının qatılıqlarının kifayət qədər çox olmasıdır. Hətta 300<sup>0</sup>C temperaturda 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirindən alınan 1-okso-2,2-dietil-1,2-dihidronaftalinin qatılığı 1-etoksinaftalin olan halda əmələ gələn bu birləşmənin qatılığından 2 dəfə, naftalinin alkil (C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>) homoloqlarının qatılığından isə 12 dəfə azdır. 1-etoksinaftalinin etanolla qarşılıqlı təsirində 1-okso-2,2-dietil-1,2-

dihidronaftalinin, onun əsasında alınan 1,2-dietilnaftalinin və digər alkil ( $C_1-C_2$ ) homoloqların alınması reaksiyasının 1-naftol-etanol sistemi ilə müqayisədə digər temperaturalarda da xeyli üstünlük təşkil etməsi cədvəldə verilmiş nəticələrin təhlilindən əyani görünür. Belə ki, 1-naftolla qarşılıqlı təsirdən əsasən 1-etoksinaftalin alınıb sonradan qeyd etdiyimiz çevrilmələrə məruz qalsa idi, onda reaksiya məhsullarının kimyəvi tərkibi tamamilə başqa cür olardı. Digər tərəfdən  $340^{\circ}C$  temperaturda 46.7%,  $380^{\circ}C$  temperaturda 72.2% konversiyaya uğrayan 1-etoksinaftalin həmin şəraitlərdə 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsiri reaksiyasında cüzi ( $340^{\circ}C$ ) miqdarda əmələ gəlir və ya ümumiyyətlə alınmır ( $380^{\circ}C$ ).

Dediklərimizi yekunlaşdıraraq qeyd etmək lazımdır ki, 1-naftolun etanolla alkilləşmə reaksiyasında paralel yolla əsasən  $340^{\circ}C$  temperaturda az miqdarda alınan 1-etoksinaftalin yuxarıda göstərdiyimiz çevrilmələrə qismən məruz qala bilər. 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsiri reaksiyasında bu birləşmənin rolu seçilmiş reaksiya şəraitində böyük deyildir. Digər tərəfdən onun reaksiyada alınan miqdarda xammalın tərkibinə daxil edilməsi belə prosesin göstəricilərinə xələl gətirməyəcəyi də güman olunur. Ancaq aşağı temperaturda alınan 1-etoksinaftalinin sistemində dövr etdirilməsi onun miqdarının sonrakı artımının qarşısını ala bilər.

Beləliklə, aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, 1-naftolun etanolla qarşılıqlı təsirdən əmələ gələn 1-etoksinaftalin etilnaftolları alınmasında aralıq maddə rolunu oynamır. Paralel mexanizm üzrə alınan 1-etoksinaftalin etanol və Zr, H-mordenit katalizatoru iştirakında əsasən alkil ( $C_1-C_2$ ) naftalinlərə çevrilir. Alınmış nəticələr prosesin qanunauyğunluqlarının işlənilib hazırlanmasında kinetik tədqiqatların aparılmasında və kinetik modelin tərtib olunmasında müstəsna əhəmiyyətə malikdir.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Жижина Е.Г., Одяков В.Ф., Матвеев К.И. Каталитическое окисление 2.3.6-триметилфенола и 2-метил-1-нафтола в соответствующие парахиноны кислородом в присутствии растворов Мо–V фосфорных гетерополикислот-ключевые стадии синтеза витаминов Е и К // Катализ в промышленности 2005, № 6, с.119-125.
2. Almquist A., Harris B., Owec V. Vitamins K group // The vitamins vol. N.Y. 1984, p. 387- 448.
3. Kulkarni S.J., Marthy S.R.,Nagaiiah K.M., Subrahmanyam K.V. Alkylation of 1-naphthol with methanol over modified zeolites // Microporous and Mesoporous Materials 1998, 21, p. 53-57.
4. Агаев А.А., Назарова М.К., Каталитическое алкилирование 1-нафтола метанолем // ЖПХ, 2003, т. 76, № 4, с. 579-581.

#### SUMMARY

#### STUDY OF CATALYTIC CONVERSION OF ETHOXYNAPHTHALENE

*Suleymanova P.V.*

**Keywords:** 1-naphthol, 1-ethoxynaphthalene, ethanol, alkylation, zirconium mordenite, catalyst, 2-ethyl-1-naphthol, oxocompound.

A study of the composition of catalysts obtained as a result of the reaction of 1-naphthol with ethanol in the presence of a Zr,H-mordenite catalyst and an analysis of the reaction parameters prove that the process is complex and a large number of transformations occur. This is confirmed by the fact that the main reaction products at low temperatures are ethylnaphthols, and at high temperatures - alkyl ( $C_1-C_2$ ) homologues of naphthalene, as well as the participation of 1-ethoxynaphthalene and oxo compounds of various structures in the catalysts.

**РЕЗЮМЕ**  
**ИЗУЧЕНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ КОНВЕРСИИ ЭТОКСИНАФТАЛИНА**  
*Сулейманова П.В.*

**Ключевые слова:** 1-нафтол, 1-этоксинафталин, этанол, алкилирование, морденит циркония, катализатор, 2-этил-1-нафтол, оксосоединение.

Исследование состава катализаторов, полученных в результате реакции взаимодействия 1-нафтола с этанолом в присутствии катализатора Zr,H-морденита, и анализ показателей реакции доказывают, что процесс сложный и происходит большое количество превращений. Подтверждает сказанное нами тот факт, что основными продуктами реакции при низких температурах являются этилнафтолы, а при высоких - алкильные (C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>) гомологи нафталина, а также участие в катализаторах 1-этоксинафталина и оксосоединений различного строения.

Daхilolma tarixi:	İlkin variant	23.10.2024
	Son variant	28.11.2024

UOT 504.

DOI 10.54758/16801245\_2024\_24\_4\_46

## NEFT ŞLAM TULLANTILARI QARIŞIĞININ $\text{FeSO}_4$ KOAQULYANTI İLƏ TƏMİZLƏNMƏSİNİN TƏDQIQI

<sup>1</sup>HACIYEVA SEVİNC RAFİK qızı [ORCID](#)<sup>2</sup>BAYRAMOV QIYAS İLYAS oğlu [ORCID](#)<sup>3</sup>OSMANOVA TƏHMİNƏ MİRZƏBƏY qızı

*Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan, 1,2-professor, 3-böyük mütəxəssis  
[s.hajiyeva-bsu@mail.ru](mailto:s.hajiyeva-bsu@mail.ru), [qiyasbayramov@mail.ru](mailto:qiyasbayramov@mail.ru), [t.a-1990@mail.ru](mailto:t.a-1990@mail.ru)*

*Açar sözlər: ekoloji, neft emalı sənayesi, neft şlam, tullantılar qarışığı, koagulyant, effektiv, metod*

### Giriş

Yeraltından çıxarılan neftin mənbəyi əsasən də tərkibindən asılı olaraq onun əmtəə xammalı kimi hazırlanması prosesi zamanı müxtəlif xüsusiyyətli neftşlam tullantısının alınması, formalaşması barədə bir çox texniki və tədris ədəbiyyatlarında geniş izahlar verilmişdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, müxtəlif texnoloji proseslərə malik olan neft emalı sənaye müəssisələrində formalaşan neft şlam tullantıları qarışığı bir birindən və həmçinin neft hasilatı sənayesində formalaşan neft şlam tullantılarının tərkib və xüsusiyyətlərinə görə çox fərqli olur. Məhz buna görə də neft emalı sənayesinin (NES-in) istehsalat sahələrində formalaşan və əsasən də istehsalat tullantı sularının (İTS-in) təmizləyici qurğularının dib hissələrində yığılan neft şlam tullantıları qarışığının (NŞTQ-nin) çox mürəkkəb tərkib və xüsusiyyətlərinə malik olduqlarına görə həmin tullantıların bu vaxta qədər dərindən təmizlənməsi üzrə aparılan ekoloji elmi tədqiqat işləri neft emalı sənayesində əsas ekoloji aktual problemlə mövzulardan biri hesab olunur.

### Eksperimental hissə

Tərəfimizdən NŞTQ nümunələrinin ilkin benzin fraksiyasından,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{FeCl}_3$  koagulyantlarından və bentonit gildən istifadə edilərək effektiv təmizlənməsinin işlənmiş və müəyyənləşdirilmiş metodlara uyğun olaraq  $\text{FeSO}_4$  duzunun 5%-li məhlulu ilə NŞTQ nümunəsinin təmizlənməsi üzrə də tədqiqat işi aparılmışdır. Tədqiqat üçün 50 qr NŞTQ qarışığı şüşə qabda 500 qr İTS-lə tam duru məhlul halına salınıb ayırıcı qıfa doldurulur və üzərinə 10 ml texniki benzin (ilkin benzin) fraksiyası əlavə olunur və otaq temperaturunda fasilələrlə bir saat müddətində qarışdırılır. Sonra qarışığın üzərinə 10 ml 5%-li  $\text{FeSO}_4$  əlavə olunaraq su hamamında  $50^\circ\text{C}$ -də qızdırılaraq bir saat ərzində fasilələrlə qarışdırılır. Ayırıcı qıfda olan qarışığın çöküntü, su və üzvi laya ayrılır. Hər layın miqdarı müəyyənləşdirilir. Həmin mexaniki qarışığın tərkibində olan bərk mexaniki birləşmələrin və üzvi layda NMTQ-nin ümumi miqdarını müəyyənləşdirmək üçün onun çəkisinə 1:10 nisbətində  $70\text{-}80^\circ\text{C}$  dərəcəli 200 ml distilə suyu əlavə edilərək bir saat müddətində qarışdırılır. Sonra qarışıq ayırıcı qıfa keçirilir, otaq temperaturuna qədər soyudularaq üzərinə 5 ml petroley efiri (benzin distilləsinin  $40\text{-}70^\circ\text{C}$  qaynama fraksiyası) əlavə olunaraq alınmış üzvi və su layın mexaniki qarışıqdan ayrılması aparılaraq miqdarları müəyyənləşdirilir. Su layında olan üzvi petroley efiri qovulur və alınmış su layının analizi aparılaraq tərkibi istifadə olunmuş distillə suyunun tərkibi ilə müqayisə olunmuşdur. Beləliklə, Heydər Əliyev adına NEZ-in təmizləyici qurğularından çıxarılmış və Alfa-laval qurğusunda emal olunması üçün izolyasiya olunmuş dəmir beton neft tutucusuna doldurulmuş sahədən NŞTQ nümunələri götürülmüşdür. Götürülmüş həmin NŞTQ nümunəsinin bir hissəsindən istifadə edilərək müxtəlif həcmdə ekstragent kimi petroley efiri əvəzinə texniki benzin (ilkin benzin fraksiyası), müxtəlif qatılıqda koagulyant kimi 5%-li  $\text{FeSO}_4$



duzunun məhlulu vasitəsi ilə NŞTQ nümunəsinin NMTQ-dən təmizlənməsi effektivliyinin müəyyənəndirilməsi üzrə aparılmış tədqiqat işinin nəticələri cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1-dən göründüyü kimi koaqulyant kimi 5% FeSO<sub>4</sub> duzunun 20 ml miqdarında istifadə etdikdə NŞTQ-nin tərkibindən NMTQ-nin təmizlənməsi effektivliyi 89,82% təşkil edir. Həmin koaqulyantın miqdarı artdıqca NŞTQ-nin tərkibindən NMTQ-nin ayrılması effektivliyi azalır. Məhz buna görə də hər hansı ekstragentdən ilkin olaraq istifadə edilərək və sonrakı mərhələlərdə koaqulyantın istifadə olunma miqdarının müəyyənəndirilməsi üçün optimal şəraitin işlənməsi üzrə tədqiqat işinin aparılması əsas şərtlərdən biri kimi nəzərə alınmalıdır.

Tədqiqat işində əsas çəki üsulundan istifadə edilərək hər bir mərhələdə alınan təmizlənmə göstəriciləri müəyyənəndirilmişdir. Bununla bərabər NMTQ-dən təmizlənen NŞTQ-nin son bərk qalıqının xüsusi ekstragentlərindən (i-C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>, n-C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>) 3:7 nisbətində istifadə edilərək NŞTQ-nin tərkibində qalan NMTQ-nin miqdarının müəyyənəndirilməsi istiqamətində analizlər aparılmışdır.

**Cədvəl 1.**

*NŞTQ nümunəsinin NMTQ-dən texniki benzin və 5%-li FeSO<sub>4</sub>-la təmizlənməsinin nəticələri*

NŞTQ nümunəsinin									
miq- darı, q., təmiz. temp., °C	təmizlənməsindən əvvəl tərkibi			təmizlənməsin-də istifadə edi-lən reagentlər		təmizlənmədən sonra tərkibi		NMTQ-dən təmizlənməsinin	
	NMTQ- nin miqda-rı, %, q.	suyun miqda- rı, %, q.	mexa- niki qa- rışığın miqdarı, %, q.	texniki benzi- nin həcmi, ml	5%-li FeSO <sub>4</sub> - in həcmi, ml	NMTQ miqda-rı, q.	mexa- niki qa- rışığın miqdarıq .	müd- dəti, saat	effek- tivli-yi, %
50, 20	55,6;	19,5;	24,9;	5,0	5,0	22,35	12,45	2	19,6
	27,8	9,75	12,45		10,0	17,46	12,45	2	37,19
					15,0	10,75	12,45	2	61,33
					20,0	2,83	12,45	2	89,82
					25,0	8,26	12,45	2	70,31
					30,0	17,54	12,45	2	36,91
					35,0	24,15	12,45	2	13,13
					40,0	26,86	12,45	2	3,38

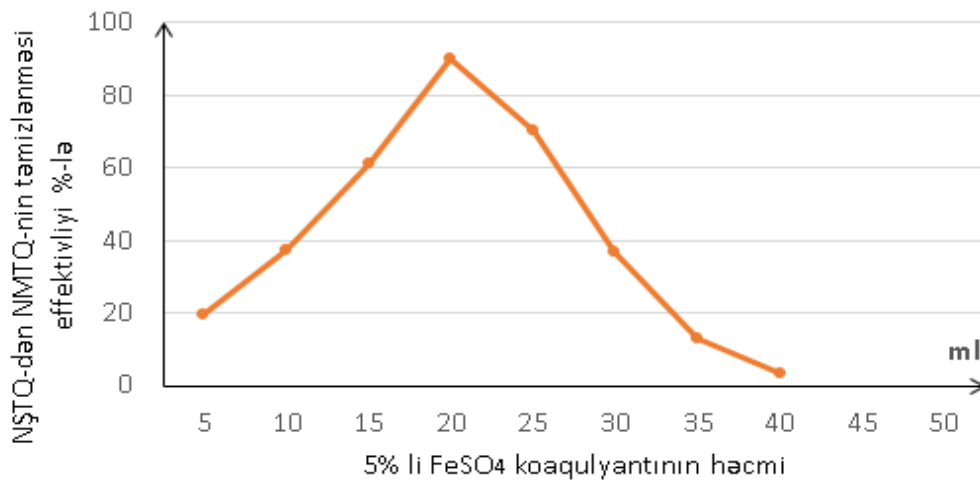
### **Tədqiqat işinin müzakirəsi və nəticəsi**

Tədqiqat işində müəyyən olunmuşdur ki, laboratoriya şəraitində əsasən ekstragent kimi petroley efirindən istifadə olunması zamanı ekstraksiya prosesi sürətlənir. Tədqiqat zamanı texniki benzindən ekstragent kimi istifadə olunması üzrə də tədqiqat işi aparılmış və eyni nəticələr alınmışdır.

NŞTQ nümunəsinin tərkibindən FeSO<sub>4</sub> koaqulyantı vasitəsi ilə dərindən NMTQ-nin təmizlənməsi üçün ilkin olaraq petroley efirindən (və ya onun əvəzinə texniki benzindən) istifadə etdikdə təmizləmə effektivliyinin artması müəyyən olunmuşdur. Bunun səbəbini aşağıdakı kimi izah etmək olar. Ekstragent NŞTQ nümunəsinə əlavə edilərək 20 dəqiqə müddətində qarışdırılması zamanı NMTQ su fazasından ayrılır. Əgər birinci mərhələdə ilkin olaraq koaqulyant məhlulu NŞTQ nümunəsinə əlavə edilib 20 dəqiqə müddətində qarışdırıldıqda [1-4] ədəbiyyatlarda qeyd edilən Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> kimi hidroliz prosesi baş verir. Bu zaman Fe(OH)<sub>2</sub> öz ağırlıq qüvvəsi ilə tərkibində NMTQ olan NŞTQ-nin bərk hissəciklərini cəzb edərək dib hissəyə çökür. Sonra həmin qarışıqdan ekstraksiya vasitəsi ilə NMTQ-nin ayrılması prosesi çətinləşir və keyfiyyətli təmizlənməsi uzun müddət tələb edir.

NŞTQ nümunəsinin ekstragent və 5%-li FeSO<sub>4</sub> duzunun məhlulundan koagulyant kimi istifadə edilərək təmizlənməsi zamanı koagulyasiya prosesinin baş verməsi səbəbi [1-4] ədəbiyyatlarda geniş məlumatlar – izahlar verilmişdir.

Tədqiqat zamanı koagulyantın istifadə olunması qatılıq miqdarından asılı olaraq koagulyasiya prosesinin effektivliyi müəyyənəşdirilmişdir. Həmin nəticələrə əsasən yuxarıda verilən və [1-4] ədəbiyyatlarda göstərilən izahlar isbat edilmişdir. Tədqiqatın nəticələrinə əsasən koagulyasiya prosesinin, yəni NŞTQ-dən NMTQ-nin təmizlənməsi effektivliyinin koagulyantın qatılıq miqdarından asılılıq qrafiki şəkil 1-də göstərilmişdir.



**Şəkil.** Koagulyantın (5%-li FeSO<sub>4</sub>-in) qatılıq miqdarından (həcmindən) asılı olaraq NŞTQ nümunəsindən NMTQ-nin təmizlənməsi effektivliyi qrafiki

Tədqiqatın aparılmasından aşağıdakı nəticələri qeyd etmək olar. NŞTQ-dən NMTQ-nin təmizlənməsində:

- petroley efirinə nisbətən daha ucuz olan texniki benzindən (ilkin benzin fraksiyasından) ekstragent kimi istifadə olunması müəyyənəşdirilmişdir;
- təmizlənməsi aparılan 50 qr NŞTQ-nin NMTQ-dən 89,82%-ə qədər təmizlənməsi üçün 20 ml FeSO<sub>4</sub> duzunun 5%-li məhlulundan koagulyant kimi istifadə edilməsi üzrə optimal vəziyyət müəyyən edilmişdir;
- daha effektiv koagulyant xüsusiyyətli maddələrin müqayisə olunması üçün FeSO<sub>4</sub> duzunun 5%-li məhlulu ilə koagulyant kimi tədqiqatının nəticələrindən istifadə edilməsi məqsədəuyğundur;
- NŞTQ nümunələrinin NMTQ-dən müxtəlif koagulyant maddələrlə təmizlənməsi üzrə aparılmış tədqiq işlərinin gedişatında göstərilən metodlardan istifadə edilməsinin əhəmiyyətli olmasını əsaslı hesab etmək olar.

### **Ədəbiyyat**

1. Байрамов Г.И., Алиева Т.И., Османова Т.М. Разработка экологически рационального метода переработки нефтешламов / Сборник научных трудов по итогам V международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы естественных и математических наук в современных условиях развития страны». Санкт-Петербург, 2018, с. 28-30.
2. Байрамов Г.И., Османова Т.М. Выбор оптимальных условий для переработки нефтешламовых отходов / Материалы LIII Международной научной конференции «Теоретические и практические вопросы современной науки». Москва, 2019, часть 2, 124 с.
3. Османова Т.М. Переработка смеси нефтешламов новым разработанным химическим методом и ее первоначальные результаты // Естественные и технические науки. Москва: Спутник+, 2020, № 3, с. 20-22.

4. Османова Т.М. Экологически эффективная очистка образующейся в нефтеперерабатывающей промышленности нефтешламовой смеси химическим методом // Естественные и технические науки. Москва: Спутник+, 2022, № 4, с. 36-40.

#### **SUMMARY**

#### **STUDY OF PURIFICATION OF OIL SLUDGES WASTE MIXTURE WITH FESO<sub>4</sub> COAGULANT**

*Hajiyeva S.R., Bayramov G.İ., Osmanova T.M.*

**Key words:** *ecological, oil refining industry, oil sludges, waste mixture, coagulant, effective, method*

Study of purification of oil sludges waste mixture using coagulant FESO<sub>4</sub> was conducted in this research work. Technical gasoline (primary gasoline fraction) was used as an extractant instead of petroleum ether, and a 5% solution of FeSO<sub>4</sub> salt was used as a coagulant in order to conduct the experiment. Based on the results of the study, the dependence of the coagulation process, that is, the efficiency of cleaning of the oil products mixture from the oil sludges waste mixture on the concentration of the coagulant was established. Also, as a result of the study, it was determined that the efficiency of cleaning of the oil products mixture from the oil sludges waste mixture using a 5% solution of FeSO<sub>4</sub> salt as a coagulant is 89.82%.

#### **РЕЗЮМЕ**

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТКИ СМЕСИ ОТХОДОВ НЕФТЕШЛАМОВ КОАГУЛЯНТОМ FeSO<sub>4</sub>**

*Гаджиева С.Р., Байрамов Г.И., Османова Т.М.*

**Ключевые слова:** *экологический, нефтеперерабатывающая промышленность, нефтешламы, смесь отходов, коагулянт, эффективный, метод*

В данной исследовательской работе было проведено исследование очистки смеси отходов нефтешламов коагулянтом FESO<sub>4</sub>. Для проведения опыта в качестве экстрагента вместо петролейного эфира был использован технический бензин (первичная бензиновая фракция), а в качестве коагулянта – 5%-ный раствор соли FeSO<sub>4</sub>. На основе результатов исследования была установлена зависимость процесса коагуляции, то есть эффективности очистки смеси нефтяных продуктов от смеси нефтешламовых отходов от концентрации коагулянта. Также в результате исследования было определено, что при использовании 5%-ного раствора соли FeSO<sub>4</sub> в качестве коагулянта эффективность очистки смеси нефтяных продуктов от смеси нефтешламовых отходов составляет 89,82%.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	29.09.2024
	Son variant	04.11.2024

UOT 62

DOI 10.54758/16801245\_2024\_24\_4\_50

## METAL MƏMULATLARIN EMALINDA İSTİFADƏ OLUNAN MƏHLULLAR VƏ ONLARIN ƏMƏYİN MÜHAFİZƏSİ BAXIMINDAN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

TAĞIYEVA SAİDƏ ABDULƏLİ qızı

*Gəncə Dövlət Universiteti, Gəncə, Azərbaycan, tex.f.d., baş müəllimi*  
[saida.taqiyeva@bk.ru](mailto:saida.taqiyeva@bk.ru)

*Açar sözlər: Metal emalı, metal emalında istifadə olunan yağlar, əməyin təhlükəsizliyi*

**Giriş.** Metal məmulatların emalında istifadə olunan məhlulların mürəkkəb kimyəvi tərkibə malik olduğunu nəzər alaraq, onların bu sektorda işləyən insanların sağlamlığına təsirini düzgün qiymətləndirmək baxımından, həmin mayelərin xüsusiyyətlərini yaxşı bilmək vacibdir. Əməyin mühafizəsi və təhlükəsizliyi baxımından risklərin qiymətləndirilməsi və bununla bağlı prosesə nəzarət düzgün həyata keçirilə bilməzsə, işçilərin birbaşa maye və ya dolayısı ilə onun buxarına məruz qalması halında əməyin mühafizəsi kontekstində böyük tibbi problemlərlə qarşı-qarşıya qalınması qaçınılmazdır.

Metal məmulatların emalında kimyəvi məhlullardan iki formada istifadə olunur: saf və ya su ilə qarışdırılaraq. Emal maşınlarında geniş şəkildə istifadə edilən bu mayelər nasosların köməyi ilə borularla emal edilən metala doğru hərəkətləndirilir və emalat başa çatdıqdan sonra saxlanıldığı qaba geri qaytarılır. Bu istehsalat prosesində dəzganın hissələrindən axan yağlar da bu məhlul ilə qarışır və mayenin üzərində bir təbəqə meydana gətirir. Eyni zamanda məhlulun toplandığı saxlama qabında metal qırıntıları və toz kimi hissəciklərin toplanması nəticəsində yaranan çirklənmə məhlulun keyfiyyətinə və saxlanmasına neqativ təsir göstərir.

Metal məmulatların emalında istifadə edilən məhlulların müəyyən müddət ərzində öz keyfiyyətini itirməyə və bioloji cəhətdən parçalanmaya meyli olması, eyni zamanda işçilər üçün sağlamlıq riskləri yaratması bu halların qarşısını almaq üçün texniki və təşkilati tədbirləri qaçılmaz edir. Sözügedən prosesin idarə edilməsi üçün müəyyən parametrlər, xüsusilə konsentrasiya, neytrallaşma (pH) və bakteriya miqdarı müntəzəm olaraq yoxlanılmalı və nəzarətdə saxlanılmalıdır.

Metal məmulatların emalında istifadə edilən məhlullarda zamanla meydana gələn bioloji deqradasiyaya əlavə olaraq, emal prosesində onlarda temperaturun artmasına bağlı olaraq ya da müəssisədəki şəraitin səbəb olduğu buxarlaşma, əməyin mühafizəsi baxımından təhlükəli sayılacaq çirklənmələrə yol açır ki, belə müəssisələrdə aparılan monitorinqlər zamanı bu hallar nəzərdən yayınmamalıdır.

**Metal məmulatların emalında istifadə olunan məhlullar.** Belə məmulatların emalında istifadə olunan məhlullar, emal proseslərində yaranan problemləri aradan qaldırmaq üçün istifadə olunur. Onların istifadəsi emal çərçivəsində kəsmə prosesi zamanı yaranan istilik nəticəsində ortaya çıxan yüksək temperaturu (350-1000 °C) azaltmaqla yanaşı, yağlama effekti ilə alət-məhsul interfeysindəki sürtünməni də azaldır, eyni zamanda emal prosesi başa çatmış məhsulu emal sahəsindən uzaqlaşdırmaq üçün istifadə olunur. Beləliklə, həm dəzganın və ya onun müvafiq parçasının istifadə müddəti uzadılır, həm də məhsulun keyfiyyəti yüksəlir [9, s. 112].

Metal məmulatların emalında istifadə olunan məhlullar, yağlama və soyutma olmaqla, iki əsas funksiyayı, soyutma xassəsinə malik suyun və yağlama xassəsinə malik yağın, anti-korroziya və emulqator xassələrinə malik kimyəvi məhlullarla birləşmələri nəticəsində yaranan qarışım vasitəsilə həyata keçirir.

Yağlama funksiyasının soyutma funksiyasından daha çox zəruri olduğu yerlərdə saf yağlara su əlavə etmədən müxtəlif kimyəvi məhlullarla qarışdıraraq istifadə edilməsinə üstünlük verilir. Kəsmə yağları kimi tanınan bu metal emal mayelərinə çox vaxt mineral yağlar deyilir. Mineral yağlara donuz yağı, qunduz yağı, kükürd və xlorit kimi bir sıra qatqılar əlavə edilir. Təmiz mineral yağlardan təmiz alüminium və maqnezium, həmçinin kükürlü polad kimi metalların emalında istifadə olunur. Aşqar yağları qazma vintləri, yivlər və metalların deşilməsi məqsədilə istifadə olunur. Aşqar yağlarına qiymətlərinin baha olması, yanğın riski və insan sağlamlığına neqativ təsirləri səbəbindən üstünlük verilmir [1, s. 28]. Yaxın keçmişə kimi su başlıca soyuducu vasitə kimi istifadə edilsə də, artıq günümüzdə yağlayıcılıq xassəsinin zəif olması və korroziya təsirləri səbəbindən istifadəsinə üstünlük verilmir.

Emalı sənayesində istifadə olunan məhlulların əsas komponentləri bunlardır: mineral yağlar, bitki yağları, sistetik yağlar, antibakterial və göbələk xəstəliklərinin qarşısını almaq üçün istifadə olunan kimyəvi maddələr. Həmin mayələr, həll olan və nisbətən həll olan yağlar, yarı sintetik və sintetik yağların suda emulsiya yolu ilə həll edərək əldə edilir. Demək olar ki, bütün belə məhlullarda stabilizatorlar, biosidlər, seyrəldicilər, rəngləndiricilər, odorantlar və s. kimi əlavələr yer alır. Bu məhlulların təsnifatı cədvəldə göstərildiyi kimi aparılır.

**Cədvəl.**

*Metal emalında istifadə olunan məhlullar*

<b>Yağ əsası</b>	<b>Su əsası</b>		
Suda həll olmayan	Suda həll olan		
Xalis yağlar (100%)	Həll olan yağlar (60-90% yağ)	Yarı sintetik yağlar Mayələr (2-30% yağ)	Sintetik mayələr (0% yağ)
Mineral yağlar Heyvan mənşəli yağlar Bitki mənşəli yağlar	mineral yağ+ emulqator	Həll olan yağlar+sintetik yağlar	Su+orqanik kimyəvi maddələr

Metal məmulatların emalı sənayesində belə məhlulların yüzlərlə növü istifadə olunsa da, bu mayeləri ümumi olaraq dörd müxtəlif kateqoriyada nəzərdən keçirmək olar: yuxarıdakı cədvəldə göstərildiyi kimi təmiz, həll olan, yarı sintetik və sintetik.

Peşə sağlamlığı problemlərini nəzərə alaraq, son illərdə ənənəvi yağlama üsullarına alternativ olaraq xam və ya kimyəvi cəhətdən dəyişdirilmiş bitki mənşəli yağlara, ion mayelərinə və nano yağlama üsullarına üstünlük verilir [6, s. 393].

**Metal məmulatların emalında istifadə olunan kimyəvi məhlulların yaratdığı təhlükələr.** İşin xarakterinə görə bir çox emal sektorunda müxtəlif metal emal mayeləri istifadə olunur. Bu kimyəvi maddələrlə əlaqəli təhlükələri müəyyən etmək mümkün olmadıqda, işçilərin sağlamlığına mənfi təsir göstərəcək risklər yaranır. Bu riskləri aradan qaldırmaq və ya minimuma endirmək üçün təhlükəli kimyəvi maddələrlə bağlı cari məlumatlar diqqətlə toplanmalı və risklərin qiymətləndirilməsində kimyəvi məruz qalmanın bütün aspektləri nəzərə alınmalıdır.

Qlobal bazar şəraitində müxtəlif kimyəvi tərkiblərdə və keyfiyyətlərə malik soyuducu kimyəvi məhlullar tapmaq və satın almaq mümkündür. İş yerində istifadə üçün alınmış və emal prosesində soyuducu vasitə kimi istifadə olunan maddələrlə bağlı məlumatlar satış əsnasında tədarükçüdən əldə olunmalıdır. Bu kontekstdə, mövcud qanunvericiliyə daxil edilmiş kimyəvi maddələr üçün, əgər varsa, son istifadəçi üçün xüsusi risk qiymətləndirmələrinin təmin edilməsi vacibdir.

ABŞ-da “Əməyin Təhlükəsizliyi və Sağlamlığı İdarəsi (OSHA)” metal məmulatların emalı sənayesində istifadə edilən məhlullarla bağlı hazırladığı kitabçada göstərilir ki, satıcılar belə mayelərin əməyin mühafizəsi və işçilərin sağlamlığına zərərləri haqqında məlumatları son istifadəçiyə verməli və eyni zamanda zərurət halında əlavə dəstək xidməti göstərə biləcəyini öhdəliyinə götürməlidir [5].

Metal məmulatların emalında kimyəvi məhlullardan istifadə zamanı qarşılaşılan əsas problemlərdən biri, bakteriya və göbələk xəstəliklərinin yaranmasına gətirib çıxaracaq çirklənmənin baş verməsi, həmçinin kəsmə aləti ilə metal kəsilərəkən yağın yüksək temperatura qədər qızması nəticəsində, tərkibində polisiklik aromatik karbohidrogenlərin olduğu buxarlanmanın meydana gəlməsidir. Belə məhlullarla işlədikdə, onların istifadə müddətini maksimum dərəcədə artırmaq üçün hansı metodların mövcud olduğunu bilmək vacibdir. Soyuducu maddə kimi istifadə edilən belə məhlulların vaxtından əvvəl öz funksiyasını itirməsinin əsas səbəblərindən biri mikrobakterial çirklənmədir. Belə məhlulların kimyəvi tərkibi mürəkkəbdir, çünki onlar müəyyən funksiyaları yerinə yetirmək üçün nəzərdə tutulur. Açıq ərazilərdə və ətraf mühit temperaturunda bu kimyəvi birləşmələr bakteriya və göbələklər kimi mikroblar üçün qida mənbəyinə çevrilir. Həmin mikrobların yaratdığı çirklənmə yağın vaxtından əvvəl xarab olmasına səbəb olduğu kimi, işçilərin sağlamlığı və təhlükəsizliyi üçün təhlükə mənbəyinə çevrilir [3, s. 49].

Su ilə qarışan metal məmulatların emalında istifadə olunan məhlullarının əksəriyyətində mikroskopik orqanizmləri öldürən və mayeni mikrobların xarab olmasından qoruyan kimyəvi biosid əlavə edilir, həmçinin istifadəçilər özləri də biosid əlavə edə bilərlər. Həddindən artıq biosid konsentrasiyası isə işçilərdə dəri və ya tənəffüs yollarının qıcıqlanmasına, öksürəyə səbəb ola bilər. Mikrobial artım, məhlulun çəkisinin 0,15%-i qədər biosid əlavə edilməklə aradan qaldırılır. Bu biosidlər antimikrobiyal olsalar da, işçilərin sağlamlığı üçün kanserogen olan formaldehid maddəsi buraxırlar [4, s. 405-406].

Metal məmulatların emalında istifadə olunan mayələrinin seçimində xlorlu parafinlər, alkanolaminlər, nitritlər və tərkibində formaldehid buraxan biosidlər olan yağlar kimi potensial kanserogen komponentlərdən qaçınmaq lazımdır. Tərkibində etanolamin olan metal məmulatların emalı mayələrinə nitrit tərkibli materialların əlavə edilməsinin qarşısını almaqla, nitrosamin əmələ gəlməsi potensialı azaldılmalıdır. Xlorlu parafinlər təhlükəsiz hesab olunur və metal emalı sənayesində geniş istifadə olunur, çünki onlar aşağı uçuculuq və yüksək alışıma dərəcələri ilə yanıcı olmayan birləşmələrdir [8, s. 806].

Metal məmulatların emalında istifadə olunan məhlulları bütün istifadə müddəti ərzində yaxından və sistemli şəkildə nəzarətdə saxlanması vacibdir və beləliklə, işçilərin sağlamlığı və təhlükəsizliyi üçün yaranacaq təhlükələr vaxtında ortaya çıxarılaçaq və qarşısı alınmalıdır. İstifadə zamanı meydana gələn aşağıda qeyd edilmiş hallar, əməyin mühafizəsi və təhlükəsizlik baxımından əhəmiyyət kəsb edir:

- Yağın miqdarının kəskin azalması. Yağın miqdarının tam doluluğun 30 faizinin altında düşməsi zamanı yağlama zamanı kimyəvi maddələrin konsentrasiyasının artmasına səbəb ola biləcəyi nəzərə alınaraq, hər növbənin əvvəlində yağın səviyyəsi yoxlanılmalı və lazımi miqdarda yağ əlavə edilməlidir [5].

- Məhlulun anormal görünüşü. Mayenin rəngi, onun keyfiyyətinə dair müəyyən məlumat əldə etməyə imkan verir. Müvafiq şəraitdə sintetik mayələr şəffaf, yarı sintetik mayələr şəffafdan süd rənginə qədər, su ilə qarışdırılmış yağlar isə sərbəst yağ təbəqəsi olmayan süd rəngində görünür. Mayədə bakteriyaların olması onun rənginin boz və ya qara olmasına səbəb olduğu halda, bu məqsəd üçün istifadə olunmayana və zərərli yağın olması isə onun sarı və ya qəhvəyi rəngə çevrilməsinə gətirib çıxarır.

- Ağır qoxu. Məhluldakı ağır qoxu, çirklənmənin, başqa bir ifadə ilə tərkibindəki maddələrin külli miqdarda artmasının nəticəsidir. Belə qoxuya səbəb olan mikro orqanizmlər mayenin buxarlanması nəticəsində iş mühitinə qarışır və işçilərin sağlamlığına mənfi təsir göstərir [5].

- Məhlulun üstünə yığılan maddələr və başqa yağlar. Müəyyən qırıntılar və metal qırıntılarının metal məmulatların emalında istifadə olunan kimyəvi məhlula qarışması normal qarşılınır. Belə olan halda məhlulun səthi qazıyıcının və ya uyğun alətin köməyi ilə ondan təmizlənməlidir.

- Həddindən artıq köpüklənmə. Yumşaq suyun istifadəsi nəticəsində çox köpük yarana bilər. Yüksək konsentrasiya, istifadə edilən təmizləyicilərdən çirklənmə və ya səthi aktiv maddələrdəki

balanssızlıq da köpük mənbəyi ola bilər. Bunların xaricində olan ehtimallar normadan kiçik sistem, axıntının miqdarının çox olması və ya mayenin havanın çıxmasına imkan verəcək qədər hərəkətsiz qalmaması ola bilər.

- Avadanlıqların vaxtaşırı təmizlənməməsi. Metal məmulatların emalında istifadə olunan avadanlıqlar vaxtaşırı təmizlənməlidir. Buna diqqət edilmədiyi zaman mayelərin çirklənməsi daha tez baş verir [5].

**Metal məmulatların emalında istifadə olunan məhlulların yaratdığı təhlükələrdən qorunma üsulları.** Metal məmulatların emalında istifadə olunan mayelərin tərkibinə qarışan çirklənmiş maddələrin, spreylərin və ya buxarlaşaraq dəri ilə təmas etməsi, həmçinin inhalyasiya olunmuş buxarın və aerozolların inhalyasiyası nəticəsində onların sağlamlığa mənfi təsiri baş verə bilər. Belə məhlullarla cild və ya tənəffüz yolları vasitəsilə təmas edilməsi zamanı dərinin, gözlərin, ağciyərlərin, boğazın və burnun qıcıqlanması da daxil olmaqla, bir sıra sağlamlıq problemləri yarana bilər. Dermatit, sızanaq, astma, hiperhəssaslıq pnevmoniti (HP), yuxarı tənəffüs yollarının qıcıqlanması və müxtəlif xərçənglər bu cür mayələrə məruz qalma ilə əlaqələndirilir [10]. Yaranan tibbi problemlərin ağırlığı istifadə olunan mayenin növü, çirklənmənin növü və dərəcəsi, məruz qalma səviyyəsi və müddəti daxil olmaqla bir neçə amildən asılıdır.

Bir sıra tədbirlərlə işçilərin sağlamlığı və təhlükəsizliyi üçün riskləri aradan qaldırmaq və ya minimuma endirmək mümkündür. Bu tədbirlərə aşağıdakılar daxildir:

*İzolyasiya.* İşçiləri, həmin mayeləri emal prosesinə daxil edən mexaniki daşıyıcılar və avadanlıqlarla belə mayələrdən uzaq tutmağa çalışmaq, dəri və tənəffüs yolları ilə təması minimuma endirə bilər.

*Havalandırma.* İş yerlərində işçilərin metal emalında istifadə olunan mayelərin aerozollarına məruz qalmasını azaltmaq məqsədilə havada olan zərərli qazların miqdarının artmasının və resirkulyasiyasının qarşısını alacaq lokal (eqzoz) ventilyasiya sisteminin quraşdırılması vacibdir [5].

*İş şəraitinin yaxşılaşdırılması.* Mühəndisliyin teorik yanaşmasından fərqli olaraq, əməyin praktikasını işlərin yerinə yetirilməsinin praktik üsullarını özündə birləşdirir. Məhz bu təcrübə özündə daha praktik tədbirləri də ehtiva edir.

*Təlimlər.* Bu zaman istifadə olunan mayeyə xas olan əməliyyat məlumatlarının təqdim edilməsi vacibdir.

*Fiziki qoruyucular.* Metal məmulatların emalında istifadə olunan məhlullarla təmas edən işçilər üçün qoruyucu avadanlıq onları kimyəvi maddələrdən, zədələrdən, kəsiklərdən və dəri sıyrılmalarından mühafizə etməlidir. İşçilər dərilərini metal emalı mayeləri ilə təmasdan qorumaq üçün müvafiq əlcəklər, önlüklər, şalvarlar və kasklardan istifadə etməlidirlər.

**Nəticə və təkliflər.** Metal məmulatların emalında istifadə olunan məhlullara ümumi qaydada su və yağın qarışığı əkimi baxmadan, təhlükəli kimyəvi maddələrin idarə olunmasına dair qanunvericilik çərçivəsində müəssisələrdə əməyin təhlükəsizliyi və çalışanların sağlamlığının qorunması sahəsinə nəzarət edən rəhbər heyətin daha çox diqqət mərkəzində olmalıdır. Su-yağ qarışığı xaricində mayenin tərkibində qatqı maddələri və yağ buxarına məruz qalmanın sağlamlığa vurduğu ziyan istehsal və istehlak qaydaları da əldə olunmaqla, müəssisə tərəfindən ətraflı şəkildə müzakirə edilməlidir. Maye ilə təmas edən işçilərin təlim və maarifləndirmə prosesinə cəlb edilməsinin düzgün şəkildə aparılmasının birinci şərti istifadə edilən həmin mayenin zərərli cəhətlərinin və nəzarət qaydalarının dəqiq bilinməsidir.

Metal məmulatların emalı sənayesində istifadə olunan məhlulların istehsalı və onların keyfiyyətinə nəzarət olunması da daxil olmaqla, istifadə qaydalarına riayət edilməsi, işçilərin bəhanələrinin qarşısının alınmasında əhəmiyyətli məqamlardan biridir. Bu prosesləri ənənəvi üsullarla və klişe məlumatlarla deyil, sistemli və operativ məlumatlarla idarə etmək gələcəkdə yarana biləcək ciddi sağlamlıq problemlərinin azaldılmasında mühüm rol oynayacaqdır.

Metal məmulatların emalı üçün hazırlanan məhlulların seçilməsində texniki göstəricilərlə yanaşı, iş yeri həkiminin və əməyin mühafizəsi üzrə mütəxəssisin tövsiyələrinə qulaq asaraq, işçilərin sağlamlığı üçün risklər azaldıla bilər. İş yerinin həkimi dəri ilə təmas zamanı allergiyaya

qarşı həssaslığı nəzərə alaraq, sözügedən mayelərlə işləyən operatorlara qoruyucu kremlərdən istifadə etməyi tövsiyə etməlidir və onları nəzarətdə saxlamalıdır.

### ƏDƏBİYYAT

1. Akkurt, M. Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları / M. Akkurt. - İstanbul: Birsen, - 2004. – 377 s.
2. Burton, N.C. Preventing Health Hazards from Metal Working Fluids /N.C. Burton, - NIOSH Science Blog, - 2008.
3. Canter, N. Metalworking fluids: the quest for bioresistance // Tribology and Lubrication Technology, - 2019. № 75/3, - pp. 46-58.
4. Nune, M. M. & Chaganti, P. K. Development, characterization, and evaluation of novel eco-friendly // Measurement, - 2019. № 137, - pp. 401-416.
5. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) / Metalworking Fluids: Safety and Health Best Practices Manual, -1999.
6. Osama, M., & Singh, A. Recent developments and performance review of metal working fluids // Tribology International, - 2017. № 114, pp. 389-401.
7. Puneeth, H., & Prasad, M. Biological factors influencing the degradation of water-soluble metal working fluids // Sustainable Water Resources Management, - 2019. № 5, - pp. 1357–1367.
8. Schinkel, L., & Lehner, S. Transformation of chlorinated paraffins to olefins during metal work and thermal exposure // Chemosphere, 2018. № 194, - pp. 803-811.
9. Şahin, Y. Talaş kaldırma prensipleri 2 / Yusuf Şahin, - Ankara: Nobel, 2001. – 490 s.
10. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) / Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Metalworking Fluids. – 1998.

### SUMMARY

#### **SOLUTIONS USED IN METAL PROCESSING AND THEIR EVALUATION FROM THE POINT OF OCCUPATIONAL PROTECTION**

*Taghiyeva S.A.*

**Key words:** *metal processing, oils used in metal processing, labor safety*

The increasing number of facts about the negative effects of solutions on the health of workers, the rules for the correct use of such liquids, the health problems caused by them, and the measures that must be taken in the processing process have increased the interest in scientific research. This article evaluates the chemical solutions used in the metalworking industry and their effects on occupational safety.

The information used in the article was obtained by studying scientific research works, articles, official documents, and electronic resources. Here, the liquids used in the metal processing industry, their characteristics, the effects on the health and safety of workers operating in this field in the short and long term, as well as the measures that need to be taken, were investigated in three directions.

In the article, the liquids used in the metal processing industry and their typology were made taking into account a number of their characteristics, and the results obtained on how those liquids affect the health of the workers were analyzed. In the article, both educational and measures to be taken to reduce physical contact with such liquids are extensively analyzed.

### РЕЗЮМЕ

#### **РЕШЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ И ИХ ОЦЕНКА С ТОЧКИ ОХРАНЫ ТРУДА**

*Тагиева С.А.*

**Ключевые слова:** *металлообработка, масла, используемые при металлообработке, охрана труда.*

Возрастающее количество фактов о негативном влиянии растворов на здоровье рабочих, правилах правильного использования таких жидкостей, проблемах со здоровьем, вызываемых ими,



мерах, которые необходимо принимать в процессе обработки, повысили интерес к научному исследованию. В данной статье дана оценка химическим растворам, применяемым в металлообрабатывающей промышленности, и их влиянию на безопасность труда.

Информация, использованная в статье, получена путем изучения научно-исследовательских работ, статей, официальных документов и электронных ресурсов. Здесь по трем направлениям исследовались жидкости, используемые в металлообрабатывающей промышленности, их характеристики, влияние на здоровье и безопасность работников, работающих в этой сфере в краткосрочной и долгосрочной перспективе, а также меры, которые необходимо принять.

В статье учтан ряд особенностей жидкостей, используемых в металлообрабатывающей промышленности, и составлена их типология, а также проанализированы полученные результаты о влиянии этих жидкостей на здоровье работающих. В статье подробно анализируются как просвещенческие меры, а также мероприятия, которые необходимо предпринять для уменьшения физического контакта с такими жидкостями.

Daxilolma tarixi:	Ilkin variant	01.07.2024
	Son variant	20.09.2024

UOT 582.28

DOI 10.54758/16801245\_2024\_24\_4\_56

## ŞAHDAĞ MİLLİ PARKINDA YAYILAN *POLYPORUS CİNSİNƏ* AİD QOV GÖBƏLƏKLƏRİNİN EKOFİZİYOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

<sup>1</sup>NAMAZOV NİZAMİ RZA oğlu [ORCID](#)  
<sup>2</sup>YUSİFOVA SƏBİNƏ NİZAMİ qızı [ORCID](#)

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, 1- professor, 2- c.f.d.*

[nizami.namazov63@gmail.com](mailto:nizami.namazov63@gmail.com)

**Açar sözlər:** *ksilotrof, mikrobiota, biomüxtəliflik, fauna, flora, populyasiya, endemik, hipsometrik, ekosistem, biotop.*

**Tədqiqatın aktuallığı və məqsədi.** Hazırda Azərbaycanda mövcud olan 10 milli parkdan biri və ərazicə ən böyüyü Şahdağ Milli Parkıdır. O 2006-cı ilin 8 dekabrında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Sərəncamı ilə yaradılmışdır. Milli Park ölkənin Quba və Qusar rayonlarının inzibati ərazilərindən başlayaraq, Şamaxı, İsmayilli və Qəbələ rayonları daxil Oğuz rayonunun inzibati ərazisinə qədər böyük bir sahəni tutur. Ərazisi təqribən 130,508 hektara çatır ki, onun da 81,797 hektarı meşələrdən, qalan 48,711 hektarı isə yüksəkliklərdə yerləşən alp çəmənliklərindən ibarət yaylalardan təşkil olunmuşdur.

Şahdağ Milli Parkına çox zəngin biomüxtəliflik, geniş çeşidli fauna və flora elementləri, eyni zamanda çoxsaylı endemik və nəslə kəsilməkdə olan növlər xasdır. Burada ərazinin şaquli hipsometrik dəyişməsi ilə iqlimində də fərqlər meydana gəlir ki, bu da qanunauyğun olaraq onun ekosistemlərinin təbii komplekslərinin və biotoplarının müxtəlifliyinə səbəb olur. Ərazinin əksər hissəsinin mülayim və rütubətli iqlimi, humusla zəngin münbit torpaqları olduğu üçün geniş meşə və otlaq ekosistemləri meydana gəlmişdir. Parkın bu cür zəngin təbii kompleksə malik olması onu həm elmi-tədqiqat işlərinin aparılması, həm də əlverişli turizm potensialına malik olduğu üçün ekoturizmin yaxşı inkişafı üçün cəlbedici edir.

Tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, Şahdağ Milli Parkının meşələrində şər q fısıdğı, göyrüş, iberiya palıdı, qaraçöhrə, Qafqaz vələsi, ağcaqayın, şər palıdı, həmçinin cır alma, cır armud, qoz, söyüd kimi ağac növləri, böyütkən, zirinc, yemişan, cır əzgil, itburnu və s. kimki kol növləri üstünlük təşkil edir ki, bu da həmin ərazilərdə qov göbələklərinin geniş yayılmasının başlıca səbəblərindəndir. Ərazinin çox zəngin mikobiotası buradakı meşə biogeosenozunun ayrılmaz tərkib hissəsidir. Ümumiyyətlə burada mikobiotanın zənginliyinin başlıca səbəbi ərazinin sıx və rəngarəng bitki örtüyünə malik olması, əlverişli iqlim və torpaq amilləridir.

Mikoloji elmi tədqiqatları buradakı iki başlıca yanaşma zəruri edir ki, bunlardan birincisi ərazidə yayılmış makromiset və mikromiset növlərinin bir çoxunun, o cümlədən qov göbələklərinin fitopatogen xassəli olub, floraya neqativ təsiri ilə bağlıdır, digər yanaşma isə bu növlərin içərisində bioloji aktiv maddələrin produsentləri olan, bir sözlə farmokoloji əhəmiyyətə malik taksonomik baxımdan daha geniş diapazonda növlərin geniş yayılması ilə əlaqədardır.

Son dövrlər göbələklərin müxtəlif növlərinin bioloji aktiv maddələrin, o cümlədən litik fermentlərin, müxtəlif növ zülalların, əhəmiyyətli lipidlərin, üzvi turşuların, karbohidratların, xüsusən B qrupu vitaminlərin və s. kimi əhəmiyyət kəsb edən birləşmələrin fəal produsentləri olması onlardan biotexnoloji proseslərdə müvəffəqiyyətlə istifadəyə də geniş imkanlar açmışdır [1, 2]. Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində 3000-ə qədər göbələkmənşəli maddələr alınmışdır ki, onların arasında lipotenziv, insektisid, tromboz, antibiotik, antidiabet, hipolipodemik, hepatoprotector, immunomoduləedici, şişəleyhinə, antihelmint, insektisid və s. təbiətli güclü təsiredici birləşmələr

vardır [11, 12]. Göbələkmənşəli bu maddələrin sintetik analoqlarından başlıca fərqi ondadır ki, bu preparatların orqanizmə hər hansı bir mənfi təsiri yoxdur, iqtisadi baxımdan da çox ucuz və sərfəlidir. Eyni zamanda ksilotrof makromiset növləri içərisində yeməli növlər də kifayət qədər çoxdur ki, (məsələn, *Agaricus bisporus*, *Polyporus squamosus*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus* və s.) onlar bu məqsədlə aqrokulturalarda becərilir [13].

Şahdağ Milli Parkınının meşələrində *Basidiomycota* şöbəsi-nin *Aphyllphorales* sırası-na aid ksilotrof və ya ağacçürüdücü fitopatogen təsirli qov göbələkləri xüsusən geniş yayılmışlar. Onların nümayəndələrinin bazidiokarpları morfoloji cəhətdən fərqli formada, ömrünə görə birillik və ya çoxillik, himenoforları borucuq və ya lövhəşəkilli olur. Onlardan bir qrupu canlı ağaclar üzərində məskunlaşaraq ona liqnazalar ifraz etməklə “ağ çürümə”, bir qrupu isə sellülazalar ifraz etməklə “qonur çürümə” törədirlər və nəticədə meşə təsərrüfatına çox böyük zərər verirlər. Əksinə digər qrupu isə meşədəki ölmüş ağac qırıntıları üzərində yaşayaraq, əvvəldə qeyd edilən çürümə növlərini törətməklə əksinə sanitar rolu oynayırlar. Odur ki, zərərli qov göbələklərə qarşı vaxtında ekoloji-sanitar mübarizə tədbirləri yerinə yetirmək mütləq lazımdır. Lakin onlarda olan möhkəm dərivari və ya oduncaqlaşmış meyvə cismi bu işi bir qədər çətinləşdirir [1, 5, 6].

Şahdağ Milli Parkınının meşələrində yayılan *Aphyllphorales* sırası-na aid qov göbələklərindən *Fistulina cinsi*- nə daxil olan, xüsusən palıd ağaclarının üzərində məskunlaşan, bazidiokarpi sanki qaraciyərə bənzəyən, birillik *Fistulina hepatica* növü burada geniş yayılmışdır. Bazidiokarpları birillik və çoxillik, himenoforları isə borucuq və ya lövhəşəkilli olan *Coriolus*, *Daedalea*, *Phomitopsis* və *Fomes cinsləri*- nə əsl ağacçürüdən qov göbələkləri növləri daxildir. Belə ki, *Coriolus cinsi*- nin növlərindən olan *Coriolus hirsutus* və *Coriolus versicolor* burada əsasən enliyarpaqlı və iynəyarpaqlı ağacların üzərində məskunlaşaraq saprotrof həyat tərzini keçirir və bu ağacların kütləvi xəstələnməsinə səbəb olurlar. *Daedalea cinsi*- nə aid çoxillik *Daedalea quercina* növü parkdakı qurummuş ağacların kötüyündə və saprotrof həyat tərzini keçirirlər. *Fomes cinsi*- nə aid çoxillik, at dırnağına bənzər boz bazidiokarpli *Fomes fomentarius* və *Fomes annosus* növləri isə enliyarpaqlı ağacların üzərində parazitlik edirlər.

Parkda *Phellinus* və *Inonotus cinsləri*- nin növləri də geniş yayılmışdır. Xüsusən də *Yalançı qov* göbələyi adlandırılan *Phellinus igniarius* və *Inonotus hispidus* növlərinə buradakı enliyarpaqlı ağaclarda parazit və ya saprotrof həyat tərzini keçirən vəziyyətlərdə çox rast gəlinir. Onlar məskunlaşdığı ağaclarda “ağ çürümə” xəstəliyi törədirlər. *Ganoderma cinsi*- nin *Ganoderma resinaceum*, *Ganoderma applanatum* və *Ganoderma lucidum* növləri- nə Milli Parkın ərazisində daha çox rast gəlinir.

Parkdakı enliyarpaqlı ağaclarda “ağ çürümə” törədən və bəzi növləri yeməli olan *Polyporus cinsi*- nin “pulcuqlu qov göbələyi” adlandırılan *Polyporus squamosus* növü, “dəyişən qov göbələyi” adlandırılan *Polyporus variu* növü də burada geniş yayılmışdır [2, 3, 4].

Beləliklə də təqdim olunan işin başlıca məqsədi Şahdağ Milli Parkında yayılmış ksilotrof makromiset qov göbələklərinin, xüsusən də *Polyporus cinsi*- nin növlərinin ekoloji və bioloji xüsusiyyətlərinin, həmçinin onlardan bioloji aktiv maddələrin produsentləri kimi istifadə imkanlarının araşdırılması olmuşdur.

**Metodlar və eksperimental hissə:** Tədqiqat işi əsasən 2021- 2024-cü illəri əhatə edir. Müşahidələrin və ilkin analizlərin aparılması, nümunələrin götürülməsi, təcrübələrin qoyulması bitkilərin vegetasiya dövrünə və ilin fəsilələrinə uyğun olaraq, eləcə də Şahdağ Milli Parkının ərazisinin çox böyüklüyünü nəzərə alaraq onun ekoloji cəhətdən nisbətən fərqlənən fərqli əraziləri üzrə təşkil olunmuşdur.

Tədqiqatların gedişində Şahdağ Milli Parkının ərazisinin müxtəlif biotoplarında geniş yayılan, növlərinin ekoloji əhəmiyyəti ilə yanaşı bioloji aktiv maddələrin yaxşı produsenti olmalarına və qida əhəmiyyətinə görə *Basidiomycota* şöbəsi- nin *Aphyllphorales* sırası- nın *Polyporaceae* fəsiləsi- nin *Polyporus cinsi*- nə aid növlərin ştammlarından istifadə etmişik. Cinsin nümayəndələrinin bazidiokarpları kötükçük və himenoforları borucuq və ya gözcüklü papaqcıqdan ibarətdir [7, 8, 9, 10].

Müəyyən edilmişdir ki, Şahdağ Milli Parkının ərazisində yayılmış *Ganoderma cinsi*-nin nümayəndələrindən sonra, növləri ən çox rast gəlinən *Polyporus cinsi*-nin *Polyporus squamosus*, *Polyporus umbellatus*, *Polyporus variu*, *Polyporus slide* və *Polyporus brumalis* növləri daha çox yayılıbdır və onların Parkın fərqli meşə ekosistemlərindəki rastgəlmə tezlikləri arasındakı fərq 7%-dən yüksək deyildir. Lakin bu növlərin müxtəlif ağac növləri üzrə paylanması həm də müvafiq meşə ekosistemlərinin xarakterindən asılıdır və bu cəhətdən *Polyporus squamosus* növünün məskunlaşdığı substratlar daha geniş (12), *Polyporus slide* isə daha məhdud (3) növ tərkibi ilə xarakterizə olunur.

*Polyporus cinsi*-nin rast gəlinən 5 növünə aid 45 ştammin morfo-kultural xüsusiyyətlərinin tədqiqi zamanı aydın olmuşdur ki, onlar aqarlaşdırılmış səməni şirəsində müxtəlif böyümə sürəti ilə xarakterizə olunan, adətən radial koloniyalar əmələ gətirirlər ki, onlar əvvəl rəngsiz olsalar da sonradan müxtəlif rənglərə boyanırlar. Maraqlıdır ki, həm aqarlaşdırılmış səməni şirəsi mühitində, həm də qlükoza-peptonlu duru qidalı mühitində (qlükoza- 10q/l; pepton – 2,5 q/l; NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – 2,0 q/l; NaCl – 0,5 q/l; MgSO · 7 H<sub>2</sub>O – 0,5q/l; KN<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 0,4 q/l) *Polyporus squamosus* növünün ştammları daha yüksək böyümə sürəti ilə xarakterizə olunur.

Müəyyən olunmuşdur ki, *Polyporus cinsi*-nə aid növlərin ştammları proteaza, sellülaza və digər hidrolazalar sinfinə aid ekzofermentlərin yaxşı produsentləridirlər. Bu proteazaların serin- və metalloproteazalar tipinə aid olduğu da məlum olmuşdur. Onların molekulyar kütləsi 49- 97 kDa arasında dəyişir. Qeyd olunan proteazalar hesabına onların antimikrob aktivliyinə malik olması da müəyyən olunmuşdur.

**Nəzəri və praktik əhəmiyyəti:** Toplanmış kolleksiyada bioloji aktiv maddələrin biotexnoloji yolla fəal produsentləri ola biləcək ştammlar əldə olunmuşdur. Onların mayefazalı fermentasiya şəraitində kultivasiyası üçün qidalı mühit və optimal şərait müəyyən edilmişdir ki, bunlardan digər bu tip perspektivli ştammların kultivasiyası üçün laboratoriya reqlamentlərinin hazırlanmasında mənbə kimi istifadə etmək olar. Alınmış nəticələr qov göbələkləri haqqında elmi informasiya bankı üçün faktoloji məlumat mənbəyidir.

**Nəticə:** Müəyyən edilmişdir ki, Şahdağ Milli Parkının ərazisində *Polyporus cinsi*-nin *Polyporus squamosus*, *Polyporus umbellatus*, *Polyporus variu*, *Polyporus slide* və *Polyporus brumalis* növləri geniş yayılmışdır.

*Polyporus cinsi*-nin rast gəlinən 5 növünə aid 45 ştammin morfo-kultural xüsusiyyətlərinin tədqiqi zamanı aydın olmuşdur ki, onlar aqarlaşdırılmış səməni şirəsində adətən radial koloniyalar əmələ gətirirlər. Onlar müxtəlif böyümə sürəti ilə xarakterizə olunurlar. Əvvəl rəngsiz olsalar da sonradan müxtəlif rənglərə boyanırlar. Maraqlıdır ki, həm aqarlaşdırılmış səməni şirəsi mühitində, həm də qlükoza-peptonlu duru qidalı mühitində *Polyporus squamosus* növünün ştammları daha yüksək böyümə sürəti ilə xarakterizə olunur.

Müəyyən olunmuşdur ki, *Polyporus cinsi*-nə aid növlərin ştammları proteaza, sellülaza və digər hidrolazalar sinfinə aid ekzofermentlərin yaxşı produsentləridirlər. Bu proteazalar serin- və metalloproteazalar tipinə aiddir. Onların molekulyar kütləsi 49- 97 kDa arasında dəyişir. Qeyd olunan proteazalar onların antimikrob aktivliyinə təsir göstərir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Abbasov A. D.M., Rəhimova M.M., Əliyeva G.Ə., Vəzirova İ.A. Ksilotrof makromisetlərin hidrolaza və oksidazaların aktivliyinə görə qiymətləndirilməsi.// AMEA-nın Mikrobiologiya İnstitutunun elmi əsərləri. Bakı: Elm nəşriyyatı, 2008, s. 415-418
2. Əliyeva G.Ə., Babayeva Ş.A., Keyseruxskaya F.Ş.Bjerkandera və *Ganoderma cins*lərinə aid göbələklərin fermentativ aktivliyi.//“Biologiya və müasirlik” mövzusunda Res. elmi konf. materialları. Bakı: BDU, 2008, s.208.
3. Muradov P.Z., Əliyev İ.Ə., Qəhrəmanova F.X. Azərbaycanın cənub bölgəsində(Cəlilabad rayonu) yerləşən meşələrində yayılmış ksilotrof bazidiomisetlərin taksonomik və ekolo-trofik analizi.//AMEA-nın Xəbərləri, biologiya elmləri seriyası, 2006, №1-2, s.102-108.

4. Автономова А. В. *Ganoderma lucidum* (Curt.:Fr) P. Karst., трутовик лакированный: штаммовое разнообразие, антибиотические свойства и противоопухолевое действие. Автореферат диссертации на соискание канд. биол. наук. М., 2006, 22с
5. Бабицкая В.Г. и др. Физиологически активные соединения ксилотрофных базидиомицетов /Биология, систематика и экология грибов в природных экосистемах и агрофитоценозах (Материалы конф.). Минск: ИООО «Право и экономика», 2004, с.24-28.
6. Бабицкая В.Г., Щерба В.В., Гвоздикова Т.С. Новые биологически активные добавки на основе глубинного мицелия базидиальных грибов // Успехи медицинской микологии, 2006, т.7, с. 178-180.
7. Baldrian P. Fungal laccase—occurrence and properties.//FEMS Microbiol.Rev., 2006, v.30, p.215-242.
8. Bukhman V.M., Treshchalina E.M., Krasnopolskaya L.M. et al. Preparation and biological properties of basidiomy- cete aqueous extracts and their mycelial compositions // Antibiot Khimioterapia, 2007, v. 52, № 1-2, p. 4-9.
9. <http://www.cbs.knaw.nl/databases>
10. <http://www.mycobank.org/Mycotaxo.aspx>
11. Yildiz, O. Wild edible mushrooms as a natural source of phenolics and antioxidants / O.Yildiz, Z.Can, A.Qayoom [et al.] // J. Food Biochem., -2015. - v. 39. -p.148–154.
12. Zhao Y. A novel ribonuclease with potent HIV-1 reverse transcriptase inhibitory activity from cultured mushroom *Schizophyllum commune* / Y.Zhao, G.Zhang, T.Ng [et al.] // J Microbiol. – 2011. -v.49. №5. – p. 803-808.
13. Минаков, Д.В. Влияние эколого-биохимических параметров биоконверсии растительного сырья на выход биомассы плодовых тел ксилотрофных базидиомицетов: Диссертация на ....к.б.н. /-Бийск, 2018, - 156 с.

#### SUMMARY

#### ECOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FUNGI OF THE *GENUS POLYPORUS*, COMMON IN SHAHDAG NATIONAL PARK

*Namazov N.R., Yusifova S.N.*

**Key words:** *xylotroph, mycobiota, biodiversity, fauna, flora, population, endemic, hypsometric, ecosystem, biotope.*

It has been established that the species *Polyporus squamosus*, *Polyporus umbellatus*, *Polyporus variu*, *Polyporus slide* and *Polyporus brumalis* of the genus *Polyporus* are widespread in the Shahdag National Park.

When studying the morphocultural characteristics of 45 strains belonging to 5 common species of the *genus Polyporus*, it turned out that they usually form radial colonies in agarized malt juice. They are characterized by different growth rates. Although they are colorless at first, they later develop different colors. Interestingly, strains of the species *Polyporus squamosus* are characterized by a higher growth rate on both agar malt medium and solid glucose-peptone nutrient medium.

It has been established that strains of *Polyporus* species are good producers of exoenzymes belonging to the class of proteases, cellulases and other hydrolases. These proteases belong to the type of serine and metalloproteases. Their molecular weight varies between 49-97 kDa. These proteases affect their antimicrobial activity.

**РЕЗЮМЕ**  
**ЭКОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРИБОВ РОДА *POLYPORUS*,**  
**РАСПРОСТРАНЕННЫХ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ ШАХДАГ**  
**Намазов Н.Р., Юсифова С.Н.**

**Ключевые слова:** ксилотроф, микобиота, биоразнообразие, фауна, флора, популяция, эндемик, гипсометрический, экосистема, биотоп.

Установлено, что в Шахдагском Национальном Парке широко распространены виды *Polyporus squamosus*, *Polyporus umbellatus*, *Polyporus variu*, *Polyporus slide* и *Polyporus brumalis* рода *Polyporus*.

При изучении морфокультурных особенностей 45 штаммов, принадлежащих к 5 распространённым видам рода *Polyporus*, выяснилось, что они обычно образуют радиальные колонии в агаризованном солодовом соке. Они характеризуются разными темпами роста. Хотя вначале они бесцветны, позже они окрашиваются в разные цвета. Интересно, что штаммы видов *Polyporus squamosus* характеризуются более высокой скоростью роста как на агаризованной солодовой среде, так и на твердой глюкозо-пептонной питательной среде.

Установлено, что штаммы видов *Polyporus* являются хорошими продуцентами экзоферментов, принадлежащих к классу протеаз, целлюлаз и других гидролаз. Эти протеазы относятся к типу серин- и металлопротеаз. Их молекулярная масса варьируется в пределах 49-97 кДа. Указанные протеазы влияют на их антимикробную активность.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	03.09.2024
	Son variant	30.10.2024

UOT 66.097.2

DOI 10.54758/16801245\_2024\_24\_4\_61

## MULTIPHASE MODEL OF CARBON DIOXIDE FOR APPLICATION IN CARBON CAPTURE AND STORAGE TECHNOLOGIES

KUZNETSOV VYACHESLAV ALEKSEEVICH [ORCID](#)

*Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku, Azerbaijan, PhD*  
[viateslav@mail.ru](mailto:viateslav@mail.ru)

**Keywords:** *multiphase model, carbon dioxide, carbon capture, CCS, phase transitions, CO<sub>2</sub> transportation, CO<sub>2</sub> storage, environmental technologies.*

*In recent decades, the problem of global warming and climate change have led to increasing interest in carbon capture and storage (CCS) technologies. These technologies represent a promising approach to reduce CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere, which is important for slowing down the rate of climate change. However, CCS processes are accompanied by complex phase transitions of CO<sub>2</sub>, which include transitions between gaseous, liquid and solid states under different pressure and temperature conditions. Traditional models are often limited in their ability to accurately describe the behavior of CO<sub>2</sub> under these conditions, which creates obstacles for reliable and safe application of CCS. This work aims to develop and optimize a multiphase CO<sub>2</sub> model capable of accounting for complex phase transitions and CO<sub>2</sub> behavior under different storage and transportation conditions. The model includes refined parameters and mechanisms that provide high accuracy in predicting the behavior of CO<sub>2</sub>, which is especially important for leakage assessment and forecasting conditions in geological reservoirs.*

**Research methods:** The study was conducted in several stages, starting with the development of a multiphase model of carbon dioxide based on equations of state and phase transition data for CO<sub>2</sub>. The main physicochemical parameters were taken from available laboratory data and relevant scientific publications. The model took into account variables such as pressure, temperature and volumes of CO<sub>2</sub> phases, which allowed us to reflect the transitions between the gaseous, liquid and solid states under conditions typical of carbon capture and storage processes.

To validate the model, we used both laboratory and field data. Laboratory experiments were carried out using a high-pressure reactor and special thermostatic systems to create conditions similar to those of CO<sub>2</sub> storage. During the experiments, phase transition temperatures and pressures were recorded, which were then compared with the model results.

In addition to laboratory data, the model was tested based on data from industrial CCS installations, including parameters from real geological reservoirs. This allowed us to assess how suitable the model is for application in various industrial conditions. Numerical analysis methods implemented in specialized software packages were used for data processing and modeling. All results were subjected to statistical analysis to assess their reliability and accuracy. This approach allowed us to obtain an accurate and reliable model suitable for predicting the behavior of carbon dioxide under industrial storage and transportation conditions.

**Scientific novelty:** This study represents a significant contribution to the field of carbon capture and storage by proposing a new multiphase model of carbon dioxide that accounts for its complex phase transitions over a wide range of pressures and temperatures. Unlike existing models, our approach allows for a detailed description of CO<sub>2</sub> behavior during transitions from gaseous to liquid and solid states, which is especially relevant for CCS systems and storage in deep geological formations. The scientific novelty of the work also lies in the integrated approach to model validation, including both laboratory data and data from industrial CCS plants. This ensures high

accuracy of prediction for real conditions of CO<sub>2</sub> storage and transportation. The obtained results can significantly improve the reliability of existing carbon capture and storage technologies, as well as contribute to the development of new emission management methods.

**Research and Discussion.** Mathematical modeling is a powerful tool for understanding and predicting the behavior of carbon dioxide in multiphase systems. In this paper, various approaches including equations of state, thermodynamic models, and kinetic equations are used to simulate the behavior of CO<sub>2</sub> under different conditions.

To describe the behavior of carbon dioxide in different phases, the ideal gas equation of state is used:

$$PV = nRT$$

Where: P - is the pressure, V - is the volume, n is the amount of substance, R - is the universal gas constant, and T - is the temperature in Kelvin. This equation helps to determine the main parameters of CO<sub>2</sub> in the gas phase.

Thermodynamic models such as the van der Waals equation of state are also used to account for the interactions of CO<sub>2</sub> molecules in the liquid and solid phases. The van der Waals equation is written as:

$$\left(P + a \frac{n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

Where: a and b - are specific parameters for the interaction of gas molecules and their volume.

The kinetic equations describing the processes of absorption and desorption of CO<sub>2</sub> can be written as:

$$\frac{dC}{dt} = k_a(C_{eq} - C) - k_d C$$

Where: C - is the concentration of CO<sub>2</sub>, k<sub>a</sub> and k<sub>d</sub> - are the rate constants for the processes of absorption and desorption, respectively.

The table presents the results of modeling the processes associated with the absorption of CO<sub>2</sub> in various phases:

Phase	Model	Equations	Results
Liquid	Ideal gas	$PV = nRT$	Definition of pressure and volume
Liquid	Van der Waals	$\left(P + a \frac{n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$	Interaction characteristic
Solid	Kinetic model	$\frac{dC}{dt} = k_a(C_{eq} - C) - k_d C$	CO <sub>2</sub> absorption process

Analysis of mathematical models shows that the behavior of carbon dioxide in different phases depends on temperature and pressure conditions. For example, increasing pressure leads to greater solubility of CO<sub>2</sub> in liquid, which may be important for carbon capture processes.

Models also indicate that with increasing temperature, the thermodynamic properties of carbon dioxide change, which must be taken into account when designing installations for its capture.

Thus, mathematical modeling is an important aspect in understanding the behavior of carbon dioxide and can be used to optimize the processes of its capture and processing.

Mathematical modeling of carbon dioxide capture processes from the atmosphere is an important tool for the analysis and optimization of these technologies. One approach is the use of differential equations that describe the dynamics of the interaction of carbon dioxide with various



absorbents and process conditions. Consider the chemical absorption model, which is widely used to capture CO<sub>2</sub> using amine solutions.

The main process can be described using a system of equations representing the dynamics of CO<sub>2</sub> concentration in the gas and liquid phases. Let us denote:

- C<sub>gas</sub> — concentration of CO<sub>2</sub> in gas,
- C<sub>liquid</sub> — concentration of CO<sub>2</sub> in solution,
- k<sub>a</sub> — absorption rate constant,
- k<sub>d</sub> — desorption rate constant.

The process of CO<sub>2</sub> absorption can be described as follows:

$$\frac{dC_{gas}}{dt} = -k_a C_{gas} \cdot C_{liquid}$$

$$\frac{dC_{LIQUID}}{dt} = k_a \cdot C_{gas} \cdot C_{LIQUID} - k_d \cdot C_{liquid}$$

The first equation describes the decrease in the concentration of CO<sub>2</sub> in the gas phase as a result of its absorption in the liquid phase. The second equation takes into account both the influx of CO<sub>2</sub> from the gas and its desorption from the solution back into the gas. It is assumed that the absorption process is dynamic, and the concentration of CO<sub>2</sub> in the solution increases over time depending on the concentration in the gas.

It is also worth considering that, depending on the temperature and pressure, the rate constants of absorption and desorption may change. These parameters can be specified using the Arrhenius equations:

$$k_a = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}, \quad k_d = A \cdot e^{-\frac{E_d}{RT}}$$

where A<sub>a</sub> and A<sub>d</sub> are the pre-exponential factors, E<sub>a</sub> and E<sub>d</sub> are the activation energies, R is the universal gas constant, and T is the temperature in Kelvin.

Numerical methods such as the Euler method or the Runge-Kutta method can be used to solve this system of equations. These methods allow us to obtain values of CO<sub>2</sub> concentrations in gas and liquid as a function of time, and to analyze the behavior of the system under different conditions. An important aspect of mathematical modeling is also the consideration of thermal processes associated with absorption and desorption. These processes can be described by the heat transfer equation, which includes temperature changes as a result of the exothermic absorption reaction:

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{\rho c_p} (Q_{abs} - Q_{des})$$

where T is the temperature of the system, ρ is the density of the solution, c<sub>p</sub> is the heat capacity, Q<sub>abs</sub> and Q<sub>des</sub> are the heat fluxes associated with absorption and desorption, respectively.

Additionally, parameters that affect the efficiency of CO<sub>2</sub> capture can be taken into account, such as the gas flow rate, the surface area of contact between the gas and the liquid, and the chemical properties of the solution used. Optimization of these parameters will improve the capture efficiency and reduce the costs of the process.

Thus, mathematical modeling of CO<sub>2</sub> capture processes is an important tool for understanding and optimizing carbon dioxide capture technologies from the atmosphere. Using numerical methods, it is possible to predict the behavior of the system, which can contribute to the development of more efficient and cost-effective technologies to address the problem of climate change.

Research results: The model was developed taking into account various parameters such as CO<sub>2</sub> concentration, temperature, pressure, and properties of absorbents. The main attention is paid

to the dynamics of CO<sub>2</sub> absorption and desorption processes, as well as to the assessment of their efficiency under various conditions.

1. Simulation parameters

The following initial conditions and parameters were used to perform the simulation.

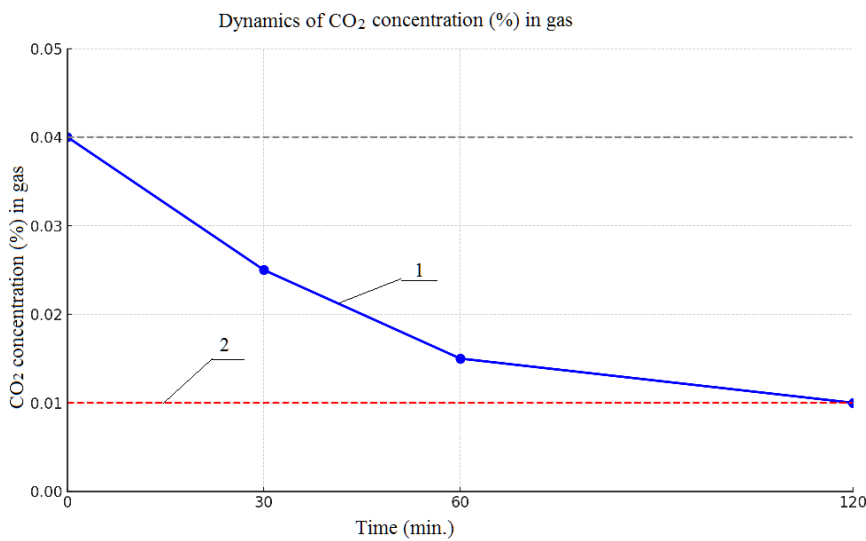
**Table 1.** *Presents the main simulation parameters:*

Parameter	Value
CO <sub>2</sub> concentration in air	0.04%
Temperature	25 °C (298 K)
Pressure	1 atmosphere
Absorber	25% MEA
Gas flow rate	1 m <sup>3</sup> /h
Contact surface area	10 m <sup>2</sup>

2. Absorption modeling results

Modeling of CO<sub>2</sub> absorption processes in MEA solution was carried out using numerical methods to solve a system of differential equations. The obtained results showed the dependence of CO<sub>2</sub> concentration in the gas and liquid phases on time.

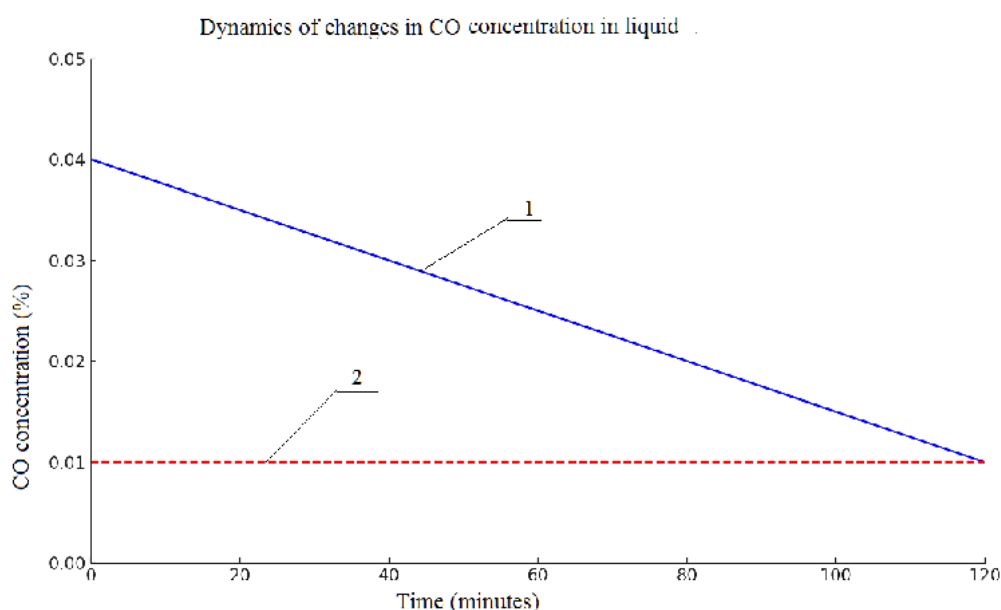
2.1. CO<sub>2</sub> concentration in gas



**Figure 1.** *Shows the dynamics of changes in CO<sub>2</sub> concentration in the gas phase depending on time. 1 - initial concentration of CO<sub>2</sub> (0.04%), 2 - final concentration of CO<sub>2</sub> (0.01%)*

Data analysis shows that over time the concentration of CO<sub>2</sub> in the gas decreases, which confirms the efficiency of the absorption process. The maximum decrease in CO<sub>2</sub> concentration is observed in the first 60 minutes, after which the rate of decrease slows down.

2.2. CO<sub>2</sub> concentration in liquid



**Figure 2** shows the dynamics of changes in  $CO_2$  concentration in MEA solution. 1 - initial concentration of  $CO_2$  (0.04%), 2 - final concentration of  $CO_2$  (0.01%)

The concentration of  $CO_2$  in the solution increases over time, reaching a stable level after about 120 minutes. This indicates that the absorption process is effective and reaches equilibrium.

### 3. $CO_2$ capture efficiency

To evaluate the efficiency of  $CO_2$  capture, the recovery factor was introduced, which is calculated using the formula:

$$E = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}} \times 100\%$$

Where: E - is the recovery factor,  $C_{in}$  - is the initial concentration of  $CO_2$ ,  $C_{out}$  - is the final concentration of  $CO_2$ .

**Table 2.** Shows the results of the calculation of the recovery factor for different time intervals:

Time (min)	$CO_2$ concentration before (%)	$CO_2$ concentration after (%)	Recovery factor (%)
0	0.04	0.04	0
30	0.04	0.025	37.5
60	0.04	0.015	62.5
120	0.04	0.01	75

The results show that the  $CO_2$  recovery rate increases with time, reaching 75% after 120 minutes.

### 4. Temperature and Pressure Conditions

The  $CO_2$  capture efficiency also depends on temperature and pressure. To investigate these parameters, a series of simulations were conducted at different temperatures and pressures.

#### 4.1. Temperature Effect

The simulations were conducted at temperatures of 15 °C, 25 °C and 35 °C. The results are presented in Table 3.

Temperature (°C)	CO <sub>2</sub> concentration before (%)	CO <sub>2</sub> concentration after (%)	Recovery factor (%)
15	0.04	0.02	50
25	0.04	0.015	62.5
35	0.04	0.01	75

Data analysis shows that increasing the temperature improves the recovery factor, which may be due to an increase in the reaction kinetics.

#### 4.2. Effect of pressure

A series of experiments were conducted at pressures of 1, 2 and 3 atmospheres. The results are presented in Table 4.

Pressure (atm)	CO <sub>2</sub> concentration before (%)	CO <sub>2</sub> concentration after (%)	Extraction coefficient (%)
1	0.04	0.02	50
2	0.04	0.012	70
3	0.04	0.008	80

Increasing the pressure also has a positive effect on the recovery factor, which confirms the importance of pressure for increasing the efficiency of the CO<sub>2</sub> capture process.

**Conclusions:** The results of the conducted research show that mathematical modeling of the processes of carbon dioxide capture from the atmosphere allows us to estimate the efficiency of various conditions and parameters. The dynamics of changes in CO<sub>2</sub> concentrations in the gas and liquid phases, as well as the recovery factor, demonstrate that with increasing time, temperature and pressure, the efficiency of capture increases.

The modeling also confirms that the use of amine solutions, such as monoethanolamine, is effective for CO<sub>2</sub> absorption, which opens up prospects for optimizing carbon dioxide capture technologies and developing more efficient installations.

Thus, this study contributes to the development of carbon dioxide capture methods and promotes the development of new approaches to solving the problem of climate change.

## REFERENCES

1. IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.
2. Rao, A. B., & Rubin, E. S. (2002). A technical, economic, and environmental assessment of amine-based CO<sub>2</sub> capture technology for power plant greenhouse gas control. *Environmental Science & Technology*, 36(20), 4390-4396.
3. Baciocchi, R., & Vassallo, A. M. (2016). CO<sub>2</sub> capture and storage: The state of the art. *Energy Procedia*, 114, 1-12.
4. Fischer, R. A., & Hennessy, J. (2008). CO<sub>2</sub> capture and storage in the context of global climate change. *Journal of Environmental Management*, 87(2), 228-236.
5. Gibbins, J., & Chalmers, H. (2008). Carbon capture and storage. *Energy*, 33(2), 208-219.
6. Kumar, S., & Ghoshal, A. K. (2010). CO<sub>2</sub> capture by solid sorbents and its application in bioreactors. *Bioresour Technol*, 101(6), 1385-1390.
7. M. A. Lackner, K. S., & O'Connell, J. (2014). Carbon dioxide capture from ambient air. *The Journal of Chemical Physics*, 141(5), 054501.
8. Liu, Z., & Zhang, D. (2019). The role of chemical absorption in CO<sub>2</sub> capture: A review. *Chemical Engineering Research and Design*, 147, 29-44.
9. Zheng, Z., & Wu, S. (2013). CO<sub>2</sub> capture by solvent absorption: An overview of the state of the art. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(8), 5824-5834.

10. Amann, J., & Rucker, J. (2019). The effectiveness of different CO<sub>2</sub> capture technologies. *Energy Reports*, 5, 106-113.

**XÜLASƏ**  
**KARBON TUTMAQ VƏ SAXLAMA TEXNOLOGİYALARINDA TƏTBİQ ÜÇÜN KARBON**  
**DİOKSİDİN ÇOXFAZALI MODELİ**

*Kuznetsov V.A.*

*Açar sözlər: çoxfazlı model, karbon qazı, karbon tutma, CCS, faza keçidləri, CO<sub>2</sub> nəqli, CO<sub>2</sub> saxlama, ətraf mühit texnologiyaları*

Karbon qazının (CO<sub>2</sub>) çoxfazlı davranışı, xüsusilə yüksək təzyiq və geniş temperatur diapazonu altında səmərəli karbon tutma və saxlama (CCS) texnologiyalarının inkişafında əsas rol oynayır. Bu məqalə CO<sub>2</sub>-nin qaz, maye və bərk fazalarda davranışını əhatə edən təkmilləşdirilmiş çoxfazlı modelini təqdim edir. Əsas diqqət CO<sub>2</sub>-nin tutulması, daşınması və saxlanması prosesində şərait dəyişdikdə baş verən faza keçidlərinə yönəldilir. Model atmosfərə CO<sub>2</sub> emissiyaları və onun dərin geoloji birləşmələrdə basdırılması ilə bağlı real prosesləri simulyasiya edərək hesablamaların dəqiqliyini artırmaq üçün hazırlanmışdır.

Tədqiqatlar göstərdi ki, faza keçidlərinin və çirklənmə davranışının nəzərə alınması CO<sub>2</sub> saxlama və daşıma şəraitini simulyasiya edərək proqnozları əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırır. Bu, ətraf mühit üçün riski azaltmaqla potensial sızmaları qiymətləndirməyə və saxlama parametrlərini optimallaşdırmağa imkan verir. Modelin tətbiqi sintetik yanacaq istehsalı və kimyəvi tutma kimi CO<sub>2</sub> ilə əlaqəli digər sənaye prosesləri üçün də faydalı ola bilər.

**РЕЗЮМЕ**

**МНОГОФАЗНАЯ МОДЕЛЬ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ**  
**УЛАВЛИВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ УГЛЕРОДА**

*Кузнецов В.А.*

*Ключевые слова: многофазная модель, диоксид углерода, улавливание углерода, CCS, фазовые переходы, транспортировка CO<sub>2</sub>, хранение CO<sub>2</sub>, экологические технологии.*

Многофазное поведение углекислого газа (CO<sub>2</sub>) играет ключевую роль в разработке эффективных технологий улавливания и хранения углерода (CCS), особенно при высоком давлении и широком диапазоне температур. В данной статье представлена усовершенствованная многофазная модель CO<sub>2</sub>, охватывающая его поведение в газообразной, жидкой и твердой фазах. Основное внимание уделяется фазовым переходам, которые происходят при изменении условий в процессе улавливания, транспортировки и хранения CO<sub>2</sub>. Модель разработана для повышения точности расчетов при моделировании реальных процессов, связанных с выбросами CO<sub>2</sub> в атмосферу и его захоронением в глубоких геологических формациях.

Исследования показали, что учет фазовых переходов и поведения примесей существенно улучшает прогнозы при моделировании условий хранения и транспортировки CO<sub>2</sub>. Это позволяет оценить потенциальные утечки и оптимизировать параметры хранения, снижая риск для окружающей среды. Применение модели может быть полезно и для других промышленных процессов, связанных с CO<sub>2</sub>, таких как производство синтетического топлива и химическое улавливание.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	04.11.2024
	Son variant	11.12.2024

## İSTEHSALIN TƏŞKİLİ SİSTEMİNDƏ ÇEVİK İSTEHSALIN TƏMİNATI

SEYDƏLİYEV İLHAM MƏHƏMMƏD oğlu [ORCID](#)

*Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti (UNEC), Bakı, Azərbaycan, dosent*  
[ilham.seydaliyev@mail.ru](mailto:ilham.seydaliyev@mail.ru)

**Açar sözlər:** istehsal sistemi, çevik istehsal, proses, altsistem, istehlakçı, çeşid, avtomatlaşdırılmış istehsal

İstehsalın təşkilinin əsas funksiyalarının təhlili istehsalın təşkili anlayışının mahiyyəti daha dəqiq formalaşdırmağa imkan verir. İstehsalın təşkili mahiyyətcə istehsal müəssisəsində fərdi və maddi istehsal amillərinin birləşdirilməsini, onların qarşılıqlı əlaqəsinin təminatını, istehsal prosesi iştirakçılarının qarşılıqlı əlaqələrinin, hərəkətlərinin qurulmasını, işçilərin iqtisadi maraqlarını və sosial ehtiyaclarını həyata keçirmək üçün təşkilati şəraitin yaradılmasını nəzərdə tutur [5].

Həyata keçirilməsi istehsal sisteminin elementlərinin rəşional fəaliyyətini və onların istehsal prosesində qarşılıqlı əlaqəsini təmin edən təşkilati formaların, metodların və qaydaların məcmusu istehsalın təşkili sistemini formalaşdırır.

İstehsalın təşkili sisteminin yaradılması hazırda müəssisənin yüksək iqtisadi və sosial səmərəliliyə nail olmaq, o cümlədən onun rəqabətqabiliyyətli məhsul istehsal etmək, mənfəət əldə etmək və əmək məhsuldarlığını artırmaq kimi əsas məqsədlərinə nail olunmasını təmin etməlidir.

İstehsalın təşkili sistemə üç istiqamətdə qruplaşdırılan bir sıra altsistemlər daxildir: elementlər üzrə, funksional və inteqrasiya.

Həmin qrupların hər birindəki altsistemlərin tərkibini nəzərdən keçirək.

1. İstehsal prosesinin elementlərinin fəaliyyətini və qarşılıqlı əlaqəsini təmin edən altsistemlər.

İstehsal prosesinin əsas elementləri əmək, əmək alətləri, əmək obyektləri və informasiyadır. İstehsalın təşkili istehsal sistemi daxilində bu elementlərin əlaqələndirilmiş və səmərəli fəaliyyətini təmin etməlidir. Bu təşkilati məsələni həll etmək üçün istehsalın təşkili sistemində dörd alt sistem fərqləndirilir.

- istehsal prosesinin iştirakçıları üçün əməyin təşkili altsistemi kadrların hazırlanması, yenidən hazırlanması və ixtisasının artırılmasını, əməyin elmi təşkilinin tətbiqini, əmək haqqının ödənməsinin, işçilərin maddi və mənəvi həvəsləndirilməsinin təşkilini təmin edir;

- əmək alətlərindən istifadənin təşkili altsistemə avadanlıq parkının optimal strukturunun formalaşdırılması, onun sistemli şəkildə yenilənməsi, avadanlığın yüklənməsinin təkmilləşdirilməsi və onun texniki imkanlarından istifadə, avadanlıqların təmiri və texniki xidmətinin səmərəliliyinin artırılması vəzifələri daxildir;

- istehsalatda əmək obyektlərinin hərəkəti altsistemi texnoloji marşrutların və plan həllərinin təkmilləşdirilməsi, istehsalda müxtəlif növ fasilələrin azaldılması, əsaslandırılmış ehtiyat normativlərinin işlənməsi və tətbiqi, ehtiyatların idarə edilməsi sisteminin tətbiqi əsasında istehsal prosesinin bütün mərhələlərində və əməliyyatlarında əmək obyektlərinin fasiləsiz hərəkətinin təmin edilməsi kimi məsələlərin həllinə yönəlmişdir;

- informasiya axınlarının təşkili altsistemi müəssisənin və onun bölmələrinin informasiya modelinin işlənilməsi hazırlanması, informasiya axınlarının formalaşması və onların hərəkəti, bu və ya digər idarəetmə səviyyəsi üçün zəruri olan məlumatların seçilməsi və istehlakçıya çatdırılması məsələlərini həll edir.

2. İstehsalın təşkilinin funksional altsistemləri.

İstehsal prosesinin tərkibində funksional təyinatlı proseslərin qrupları fərqləndirilir. Buna görə istehsalın təşkili sistemində aşağıdakı altsistemlər ayırd olunur:

- istehsalın kompleks hazırlığının təşkili və yeni məhsul növlərinin mənimsənilməsi altsistemi müəssisənin texniki cəhətdən yenidən təchiz edilməsi, yeni məhsulların işlənilib hazırlanması, yeni məhsulların və yeni texnoloji proseslərin mənimsənilməsinin təşkili məsələlərini həll edir;

- məhsulun istehsalı proseslərinin təşkili altsistemi onların həyata keçirilməsi forma və metodlarının seçilməsini, reallaşmasını təmin edir; əsas, köməkçi və xidmət prosesləri arasında qarşılıqlı əlaqə məsələlərini həll edir; mütərəqqi istehsal sistemlərinin tətbiqi üzrə tədbirlərin həyata keçirilməsini təmin edir.

- məhsulun keyfiyyətinin təminatı altsistemi yüksək keyfiyyətli məhsul istehsalı üçün lazımi şəraitin yaradılması, müasir keyfiyyət sisteminin tətbiqi, məhsulun keyfiyyətinə nəzarətin mütərəqqi metodlarının tətbiqi, müəssisə işçilərinin keyfiyyətin təminatı işinə cəlb edilməsi üzrə tədbirlərin həyata keçirilməsini təmin edir;

- istehsalat infrastrukturunun təşkili altsistemi bütün infrastruktur bölmələrinin: təmir, alətlərə texniki xidmət, enerji təchizatı, nəqliyyat, anbar bölmələrinin işinin təşkili məsələlərini yerinə yetirir;

- maddi-texniki təminatın təşkili altsistemi maddi ehtiyatların alınması və müəssisəyə təhvil verilməsi, onların istehsalda istifadəyə hazırlanması və istehsalat bölmələrinə çatdırılması, maddi ehtiyatların lazımi səviyyədə saxlanılması məsələlərinin həlli üçün nəzərdə tutulmuşdur.

- marketinq, satış, servis xidməti altsistemi bazar araşdırmasını, istehsal və satış planlarının koordinasiyasını, məhsulların satışı, onlara servis xidməti işlərini təmin etməlidir.

- 3. Bütün proses qruplarının vahid istehsal prosesinə inteqrasiyasını təmin edən altsistemlər.

- Bütün altsistemlərin vahid istehsal sistemə inteqrasiyasını təmin etmək və onların fəaliyyətini qurmaq üçün istehsalın təşkili istehsal strukturunun yaradılması, istehsalın operativ planlaşdırılması, istehsaldaxili təsərrüfat əlaqələrinin və kollektivin sosial formalaşmasının təşkili ilə həyata keçirilən sistem yaradan funksiyaları yerinə yetirir:

- istehsal strukturu istehsal prosesinin elementlərinin qarşılıqlı əlaqəsini, mühitdə ayrı-ayrı proseslərin birləşdirilməsini ifadə edir və müəyyən edir. İstehsal strukturunun formalaşdırılması altsistemi müəssisəyə daxil olan bölmələrin tərkibinin müəyyənləşdirilmək, onların ixtisaslaşma xarakterini əsaslandırmaq və bölmələr arasında istehsal əlaqələrini qurmaq; istehsal həcmələrini optimallaşdırılmaq və s. kimi məsələləri həll edir.

- operativ planlaşdırma altsistemi istehsal proseslərinin zamanla rəşional birləşməsi məsələlərini həll edir. Bu məqsədlə istehsalat-təqvim planları tərtib edilir, istehsal prosesinin gedışatının tənzimlənməsi həyata keçirilir, istehsal ehtiyatlarının lazımi səviyyədə saxlanması və s. təmin olunur.

- istehsaldaxili təsərrüfat əlaqələrinin təşkili altsistemi müəssisənin tərkibinə daxil olan bölmələrin iqtisadi sərbəstlik məsələlərinin həllini; istehsaldaxili təsərrüfat hesabının müxtəlif formalarının tətbiqini; mülkiyyət formalarının müxtəlifliyi şəraitində səmərəli iş üçün təşkilati şəraitin yaradılmasını nəzərdə tutur.

- istehsalda sosial proseslərin təşkili altsistemi əməyin zənginləşdirilməsi, iş vaxtının daha çevik istiqamətdə dəyişdirilməsi, işçi qrupların özünü idarəyə keçməsi, istehsal məsələlərinin həllinə işçilərin cəlb edilməsi əsasında işçilərin yaradıcılıq və təşkilatçılıq potensialından istifadə dərəcəsinin yüksəldilməsini təmin etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Müasir şəraitdə istehsal məhsul nomenklaturunun sürətli dəyişməsinə uyğunlaşdırılmalıdır. Müəssisənin hər bir bölməsi minimum vaxt və maliyyə sərfiyyatları ilə müəyyən bir məhsul qrupu daxilində istənilən istehsal tapşırığını yerinə yetirməyə hazır olmalıdır. Bu məsələnin həlli tələb

olunan vaxt çərçivəsində konkret istehlakçının tələblərini nəzərə alınmaqla müəyyən məhsul istehsalına imkan verən çevik istehsal sistemlərinin yaradılması ilə təmin edilir. Bu şəraitdə istehsal dinamik olmalı, dəyişən bazar ehtiyaclarına dərhal cavab verə bilməlidir.

**Çevik istehsal sistem** - müxtəlif RPİ dəzgahlarının, robotlaşdırılmış texnoloji komplekslərin, çevik istehsal modullarının, ayrı-ayrı avadanlıq vahidlərinin və ixtiyari məmulatın verilən xüsusiyyətlərdə avtomatlaşdırılmış yenidən sazlanma xüsusiyyətinə malik olan, avtomatik rejimdə verilən vaxt intervalında onların fəaliyyətini təmin edən sistemlərin toplusudur [1].

Müasir satış bazırının irəli sürdüyü tələblər istehsal sisteminin qurulmasında aşağıdakıların nəzərə alınmasını şərtləndirir.

Birincisi, məmulatların çeşidinin daim artması və həyat dövrünün davamlı olaraq qısalması ilə onların daha da kiçik partiyalarla istehsalı əlverişli olur.

İkincisi, istehsalçılar artıq uzunmüddətli müqavilələrə əmin ola (kifayətlənə) bilmirlər və hər hansı planlaşdırılmamış sifarişdən imtina edə bilməməklə yüksək qeyri-müəyyənlik şəraitində işləməyə məcbur olurlar.

Üçüncüsü, çatdırılma müddətləri müştəri tərəfindən diktə edilir və “tam zamanında” (just-in-time) sistemindən istifadə etməklə reallaşmalı olur. Bundan əlavə, istehsal müəssisələri dövrüvə vəsaitlərini “ehtiyat” kimi hazır məmulat şəklində saxlaya bilmir. Bu bir faktıdır ki, onlar davamlı olaraq bütün bunları satış qiymətlərinin fasiləsiz aşağı salınması şərti daxilində etməyə məcburdurlar.

Odur ki, müasir istehsal müəssisəsindən “operativ çeviklik” tələb olunur: lazım gələrsə, istehsal proqramını genişləndirmək və ya minimuma endirmək, yeni məhsulların istehsalını mənimsəməklə davamlı olaraq avadanlıqları yenidən tənzimləmək, fasiləsiz olaraq istehsal prosesində dəyişikliklər etmək, bütün bunları məhsulların maya dəyərini azaltmaqla icra etmək [3].

Çevik istehsal sisteminin işləməsi aşağıdakı vəzifələrin həyata keçirilməsini tələb edir [4]:

- müəssisənin təşkilati strukturlarının yenidən qurulması;
- istehsal proseslərinin çevikliyinə artırılması.

Çevik istehsalın tətbiq olunduğu müəssisələrin təşkilati strukturu bütün istehsalın idarə edilməsi sisteminin operativliyini, onun bazar tələblərinə həssas olmaq və tez cavab vermək qabiliyyətini təmin etməlidir. Səlahiyyətlərin ciddi şəkildə bölüşdürülməsinə, avtoritar idarəetmə tərzinə, bütün istehsal, idarəetmə proseslərinə ciddi, hərtərəfli nəzarətə əsaslanan sistem idarəetmənin müasir ənənələri və təcrübələri ilə ziddiyyət təşkil edir.

İdarəetmə strukturu və prosesləri digər daha “yüngül” prinsiplər üzərində qurulmalıdır:

- mərkəzi idarəetmə orqanları tərəfindən nəzarəti gücləndirməklə idarəetmənin qeyri-mərkəzləşdirilməsinin həyata keçirilməsi və müəssisə bölmələrinin müstəqilliyinin artırılması;
- səlahiyyətlərin yenidən bölüşdürülməsi və idarəetmə sisteminin aşağı səviyyəsinə ötürülməsi yolu ilə yuxarı idarəetmə səviyyələrinin strukturunun sadələşdirilməsi və məhdudlaşdırılması;
- elmi-tədqiqat, istehsal və satış funksiyalarının təşkilati cəhətdən birləşdirilməsi;
- bütün kateqoriyalı işçilərin istehsal xarakterli məsələlərin həllinə cəlb edilməsi.

Belə sistem istehsal prosesi zamanı yaranan problemlərin operativ həllinə imkan verir, onların daha tez və səmərəli həllinə şərait yaradır və beləliklə, istehsal sisteminin daha yüksək çevikliyinə təmin edir.

İstehsal proseslərinin çevikliyinə artırılması çevik texnoloji avadanlıqlardan və çevikliyin təşkilati amillərindən istifadə etməklə həyata keçirilir [2].

Müasir şəraitdə çevik avtomatlaşdırılmış istehsal (ÇAİ) çevikliyi təmin edən texniki vasitə kimi yüksək texnologiyalı istehsalda geniş istifadə olunur. Çevik avtomatlaşdırılmış istehsal - RPİ dəzgahları, emal mərkəzləri, avtomatik anbarlar və s. daxil olan, kompüterlərlə əlaqələndirilən,



müəyyən idarəetmə proqramları dəsti ilə təchiz edilən və çoxnomenklaturalı istehsalın avtomatlaşdırılmasını təmin edən avtomatlaşdırılmış texniki sistemlərdir [4].

ÇAİ bir məmulatın emalından digərinə keçməyə və eyni zamanda müxtəlif əməliyyatları yerinə yetirməyə imkan verir. ÇAI istehsal tələbləri ilə müəyyən edilən müxtəlif formalarda istifadə olunur.

Çevik avtomatlaşdırılmış sistemin bu altsistemlərdən təşkili daha məqsədəuyğundur: texnoloji, daşıma-saxlama, alət avadanlıqları, kompüterdən istifadə edərək avtomatlaşdırılmış idarəetmə altsistemləri.

Çevik avtomatlaşdırılmış sistemin mərkəzi həlqəsi çevik texnoloji sistemdir. Bu sistem detalların bilavasitə emalını həyata keçirən çoxəməliyyatlı RPİ dəzfahlarının (emal mərkəzi olaraq) məcmusudur.

Daşıma-saxlama sistemi, hazırlanan iş ehtiyatlarının və detalların avtomatlaşdırılmış yüklənmə və boşaldılmasını təmin edən avtomatlaşdırılmış anbarların və emal edilən hissələrin anbardan dəzgaha və əks istiqamətdə daşınmasını təmin edən avtomatlaşdırılmış daşıma vasitələrinin məcmusudur.

Alət xidməti altsistemində alətlər, tərtibatlar üçün anbarlar, alətlərin işə ayrıca hazırlanması (itilmə, quraşdırma və sazlama və s.) və alətlərin quraşdırılması, çıxarılması (sökülməsi), onların anbarlardan və anbarlara hərəkəti üçün çevik avtomatlaşdırılmış sistem daxildir.

Avtomatik idarəetmə altsistemi müəssisənin avtomatlaşdırılmış sistemlərindən məlumat qəbul etməyə, idarəetmə proqramlarının köməyi ilə onu çevirməyə, çevik avtomatlaşdırılmış sistemin bütün altsistemlərində avadanlıqların icra orqanlarına əmrləri birbaşa ötürməyə qabil kompüterləşdirilmiş texniki vasitələr kompleksidir.

Müəssisənin avtomatlaşdırılmış sistemində, bir qayda olaraq, aşağıdakılar nəzərdə tutulur: müəssisənin avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi (təqvim plan-qrafiklər), avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemi (detaiların cizgiləri), istehsalın texnoloji hazırlığının avtomatlaşdırılmış sistemi (detaiların emal edilməsinin və onlara nəzarətin texnoloji prosesi).

Aşağıdakılar çevik avtomatlaşdırılmış sistemin təşkilinin əsas prinsipləri hesab edilə bilər:

- layihələndirmə və istehsal proseslərinin hissələrin (məmulatların) konstruksiyasının avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsini və onların avtomatik rejimdə istehsalını təmin edən inteqrasiyası;
- bir iş yerində detaiların maksimum şəkildə tam emalını və məmulatların yığılmasını nəzərdə tutan detaiların emalının və məmulatların (və ya yığım vahidlərinin) yığılmasının inteqrasiyası;
- avadanlıqların çevikliyi – avadanlıqların eyni vaxtda müxtəlif məmulatlar istehsal etmək və ən az əlavə ehtiyat xərcləri ilə yeni məmulat çeşidinin istehsalına keçidi təmin edən müxtəlif parametrlərinin məcmusu.

Çevik istehsal sisteminin idarəetmə funksiyalarının inteqrasiyası sistemin avtomatlaşdırılmış idarəetməsinin formalaşdırılması əsasında həyata keçirilir və aşağıdakılar vasitəsilə həyata keçirilir:

- avadanlığın idarə edilməsi – idarəetmə proqramlarının saxlanması, onların dəzgahlar arasında bölüşdürülməsi, dəzgahların işinə nəzarət və s.;
- istehsalın idarə edilməsi - emal edilmiş detaiların seçilməsi və onların dəzgahlara təhkim edilməsi, detaiların sistemə daxil edilməsinin dövriliyinin müəyyən edilməsi, istehsal prosesinin idarə edilməsi;
- detaiların yerdəyişmə prosesinə nəzarət;
- alətlərin vəziyyətinə nəzarət;
- sistemin vəziyyətinin qeydiyyatı və onun fəaliyyəti haqqında məlumatın yaradılması.

Çevik istehsal sistemində istehsalın təşkili üçün sistemin maddi-texniki bazasının xüsusiyyətlərini nəzərə alan xüsusi şərtlər və tələblər mövcuddur.

Çevik istehsal sistemi formalaşdırılarkən istehsalın müxtəlif təşkilədiciləri vahid sistemdə birləşdirilməlidir.

Detalların konstruksiya edilməsi, istehsalın texnoloji hazırlığı və ayrı-ayrı istehsal elementləri (modullar, dəzgahlar) kompüterləşdirməyə əsaslanan vahid avtomatlaşdırılmış sistemdə birləşdirilir ki, bu da istehsalın ayrı-ayrı mərhələlərinin inteqrasiyasını təmin edən təşkilati formaların yaradılmasını zəruri edir. Bu səbəbdən istehsal prosesinin bütün iştirakçılarının dəqiq əlaqələndirilmiş fəaliyyətinin qurulması vəzifəsi meydana gəlir. Çevik avtomatlaşdırılmış sistemlərin işləməsi prosesində texniki xidmət prosesinə və onların işinin zəruri ehtiyatlarla təmin edilməsinə xüsusi diqqət yetirilməlidir. Çevik istehsal sistemlərinin işini təmin edən personal lazımı ixtisaslaşmaya, daim dəyişən istehsal və texnoloji şəraitə uyğunlaşmaq qabiliyyətinə malik olmalıdırlar.

Çevik istehsal sistemlərinin tətbiqi ənənəvi texniki vasitələrlə müqayisədə əhəmiyyətli üstünlüklər verir. Avadanlıqlardan istifadə yaxşılaşır. Avadanların yüklənməsi artır ki, bu da avadanlıqların quraşdırılmasına sərf edilən vaxtın qısaldılması, detalların paralel işlənməsi, daşınma sisteminin yüksək səmərəliliyi hesabına əldə edilir. İstehsal olunan hissələrin əmək tutmu azalır. İstehsal dövrünün müddəti hətta on dəfələrlə azala bilər. Tamamlanmamış istehsal həcmi azalır və dövriyyə vəsaitlərinin hərəkəti sürətlənir. İstehsalın çeviklik və mobillik dərəcəsi əhəmiyyətli dərəcədə artır və avadanlıqların tutduğu istehsal sahələri xeyli azalır.

Təşkilati çeviklik amillərindən istifadə istehsalda lazımı çevikliyi təmin etməyin mühüm vasitəsidir. İstehsal sistemlərinin çevikliyinə artırılmasını təmin edən təşkilati amillər kimi aşağıdakıları göstərmək olar:

- sistemdə əlavə struktur ehtiyatlarının yaradılması. Burada ilk növbədə, dəyişən istehlakçı tələblərinin təsiri altında istehsal sisteminə bazar tələbatını ödəməyə imkan verən, habelə mövcud istehsalı dayandırmadan yeni məhsul növlərinin yaradılması məsələlərini həll etməyə imkan verən müəyyən istehsal gücü ehtiyatının yaradılması nəzərdə tutulur;

- personalın mobilliyinin artırılması və işçilərin mürəkkəb peşələrə yiyələnməsi üçün tədbirlərin görülməsi, zəruri hallarda işçilər tərəfindən əməliyyatların və iş yerlərinin dəyişdirilməsi, operatorun əməyinin hazırlıq və köməkçi işlərlə birləşdirilməsi, geniş spektrdə istehsal tapşırıqlarının yerinə yetirilməsi üçün işçilərin müxtəlif peşə bacarıqlarına yiyələnməsi əsasında istehsal prosesi iştirakçılarının əməyinin təşkilinin yenidən qurulması;

- məhsulun konstruksiya elementlərinin standartlaşdırılması prinsiplərindən və texnoloji istehsal metodlarından istifadə etməklə istehsal olunan məmulatlarda dəyişkənliyin azaldılması;

- istehsalın təşkili və idarə edilməsinin çevik formalarının tətbiqi. Bu formalardan biri kütləvi və iriseriyalı istehsal şəraitində fərdi istehlakçı sifarişlərinin yerinə yetirilməsinə yönəldilmiş “fərdilənmiş istehsal” adlanan istehsalın təşkili sistemidir. Bu məsələnin həlli yüksək istehsal çevikliyi təmin edir və iki istiqamətdə fəaliyyətlə həyata keçirilir. Birincisi, məmulatların yüksək məhsuldarlıqla tək-tək nümunələrinin istehsalına imkan verən təşkilati sistemlərin tətbiqi. İkincisi, istehlakçılara bir çox funksional bircins məmulatlar arasından öz sifarişini seçməyə və istehsalçılara ən qısa müddətdə istehlakçının seçdiyi məmulatın istehsalı üçün istehsal hazırlığına imkan verən informasiya texnologiyalarından istifadə.

Aşağıdakı cədvəldən göründüyü kimi, təşkilati çevikliyi artırmaq üçün həm istehsal sistemində, həm də müəssisənin idarəetmə sistemində eyni vaxtda dəyişikliklər tələb olunur.

### ***İstehsalın “ənənəvi” və “çevik” təşkilinin müqayisəsi***

“Ənənəvi” istehsal	“Çevik” istehsal
Məhsulların kütləvi istehsalı üçün vahid axın xəttində “sərt” birləşdirilmiş xüsusi təyinatlı avadanlıqlar	Çevik müstəqil istehsal modulları, asan şəkildə yenidən sazlanabilən robotlaşdırılan sahələr, kompüterləşdirilmiş texnoloji komplekslərlə bilavasitə əlaqələndirilən CAM/CAD layihə sistemləri

Əməyin fərdiləşdirilən, əməliyyatlar üzrə təşkili	Müvəqqəti, müstəqil məqsədli istehsal komandaları
İerarxik şəquli kommunikasiya sistemləri	Müəssisənin hüdudlarından kənara çıxan, üfqi əlaqələrə üstünlük verən şəxələnən, şəbəkə informasiya sistemləri
Personalın iş yerlərində “sərt” sabit yerləşdirilməsi	Personalın “açıq planlı” iş yerləri mühitində yerləşdirilməsi

Bununla belə, ilk mərhələdə müəssisənin əsas, həlledici rola malik personalının “psixoloji modellərinin” dəyişdirilməsinə, köhnə stereotiplərin qırılmasına və yeni baxışların üzə çıxarılmasına üstünlük verilməlidir. Bütün müəssisə işçilərini çevikliyin artırılması ideyaları və məqsədləri ilə tanış etmək, onları bu prosesə cəlb etmək də eyni dərəcədə vacibdir.

### ƏDƏBİYYAT

1. Nərimanov V.Ə. Cihazqayırmanın texnologiyasının əsasları.-Bakı: “Müəllim”, 2006.-456 s.
2. İhsan Erozan Geleneksel ve modern üretim Sistemleri, Ankara: Gazi Kitabevi, 2019,442 s.
3. Tanyaş M., Baskak M. Üretim Planlama ve Kontrol, İrfan Yayımcılık ve Tanıtım Limited, İstanbul, 2019, 432 s
4. Выжигин А.Ю. Гибкие производственные системы. М.: Машиностроение, 2009. 288 с.
5. Володько В. Ф. Организация производства и управление предприятием. – Минск: БНТУ, 2017. – 493 с.

### SUMMARY

#### ENSURING FLEXIBLE MANUFACTURING IN PRODUCTION ORGANIZATION SYSTEM

*Seydaliyev I.M.*

**Keywords:** *production system, flexible manufacturing, process, subsystem, consumer, variety, automated manufacturing*

The article outlines that the production organization system includes various subsystems grouped by elements, functionality, and integration directions. It provides the composition of subsystems within each direction. Modern market demands require specific considerations in the design of manufacturing systems. These demands are analyzed in the article. Rapid changes in product nomenclature necessitate the creation of flexible manufacturing systems that can accommodate the specific requirements of consumers within a certain time frame. The functioning of a flexible manufacturing system involves restructuring the organization of enterprises and increasing the flexibility of production processes. The article presents the general principles of organizing flexible manufacturing, indicating that it is more effective to structure a flexible automated system with subsystems such as technological, transportation-storage, tool equipment, and computer-based automated control. The article also compares "traditional" and "flexible" manufacturing organization.

### РЕЗЮМЕ

#### ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИБКОСТИ ПРОИЗВОДСТВА В СИСТЕМЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

*Сейдалиев И.М.*

**Ключевые слова:** *производственная система, гибкое производство, процесс, подсистема, потребитель, ассортимент, автоматизированное производство.*

В статье показано, что система организации производства включает совокупность подсистем, которые группируются по интеграционному, функциональному и элементному направлениям. Здесь излагается состав подсистем, входящих в каждое направление. Требования современного рынка сбыта требуют учета определенных требований при построении производственной системы. Эти требования анализируются в статье. Быстрая смена номенклатуры выпускаемой продукции требует создания гибких производственных систем, позволяющих учитывать и удовлетворять требования конкретного потребителя в необходимые сроки. Функционирование гибкой производственной

системы возможно за счет реструктуризации организационных структур предприятия и повышения гибкости производственных процессов. В статье представлены общие принципы организации гибкого производства. Показано, что целесообразнее организовать гибкую автоматизированную систему из таких подсистем, как технологическая, транспортно-накопительная, инструментального оборудования и автоматизированное управление с помощью компьютеров. Также в статье сравниваются «традиционная» и «гибкая» организация производства.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	06.09.2024
	Son variant	30.10.2024

UOT 620.19

DOI 10.54758/16801245\_2024\_24\_4\_75

## TƏBİİ LİF TƏRKİBLİ MƏSAMƏLİ MATERİALLARININ ÜÇÖLÇÜLÜ NANO VƏ MİKRO QURULUŞLARININ TƏDQIQI

<sup>1</sup>RƏCƏBOV İLQAR SALEH oğlu  
<sup>2</sup>ƏHMƏDOVA AYSUN TELMAN qızı

<sup>1</sup>Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti (UNEC), Bakı, Azərbaycan, dosent

<sup>2</sup>Azərbaycan Kooperasiya Universiteti, Bakı, Azərbaycan, doktorant

[ilqar67@mail.ru](mailto:ilqar67@mail.ru), [ays.axmedova11@gmail.com](mailto:ays.axmedova11@gmail.com)

*Açar sözlər:* nanostruktur, mikrostruktur, tekstil materialı, plazma, atomgüclü mikroskop, lazerli 3D konfokal skanedici mikroskop, mikroməsamə, makromolekul.

### Giriş

Xüsusi təyinatlı geyimlər tekstil materiallarının mikro və nano strukturlarının tədqiqi üçün olan yeni təbii materialların quruluşlarının diaqnostikası, yaradılması və dəqiqliyi müxtəlif tətbiq sahələrində şox mühüm əhəmiyyətə malik olur. Bu zaman obyektlərin hazırlanmasında olduğu kimi, eləcə də ölçmələr zamanı dəyişməmiş təbii strukturun nanostruktur səviyyəsində saxlanması və sabitləşdirilməsi materialların mikroskopik tədqiqatında əsas tələb hesab olunur.

Müasir dövrdə bu məqsədə nail olmaq üçün əsas üsul, yüksək dərəcəli aşağı temperaturlu mikroskopiya hesab olunur. Hal – hazırda bu kimi tədqiqatlar üçün tətbiq edilən elektron mikroskopiya metodları şübhəsiz nailiyyətlərdən əlavə həm də verilən metodlarda ziddiyyət dəyişilməsi və formalaşdırılması fiziki prinsiplə-rindən irəli gələn bir sıra çatışmazlıqlar və məhdudiyətlərə, həmçinin, tədqiqatlar üçün həddən artıq böyük həcmdə avadanlığa və bu işlər üçün böyük əmək tutumuna malikdir. Verilən məhdudiyətlər xüsusilə əsas etibarilə liflərdən ibarət olan təbii materialların analizi məsələlərində daha çox nəzərə çarpır. Skanedici zondlu mikroskopiya metodları – nanoölçülü dərəcəli tekstil materialının üst səthinin strukturunun dağıdıcı olmayan analizi – elektron mikroskopiyanın nümunələrin strukturunun nümunənin kimyəvi funksiyası elektron dəstə ilə zəif elektron – mikroskopik ziddiyyət zədələnmə ilə əlaqədar pozulması kimi məhdudiyətlərini aşmağa imkan verir [3, 4].

### Təcrübi hissə

ACM seriyasının - təbii tekstil materialının səthinin eyni sahəsinin şəkillərinin əldə edilməsi üçün nümunənin verilən qalınlıqda (20 nm – dən) ardıcıl kəsimləri hazırlanır. Ölçmə dövrünün avtomatlaşdırılması və optimallaşdırılması bir saat ərzində 10 – a qədər, bir eksperiment ərzində isə 10 – larla ardıcıl şəkil əldə etməyə imkan verir [5,6].

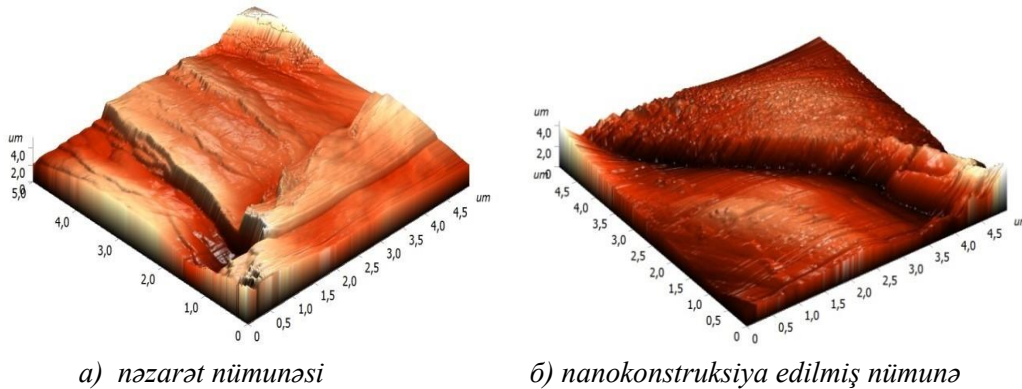
Aşağıda bu yeni tədqiqat metodunun nanokonstruksiya edilmiş tekstil materiallarının və nəzarət nümunələrinin nano – və mikrostrukturlarına plazmanın təsiri olmadan tətbiqinin nümunələri göstərilmişdir. Tekstil materiallarının nümunələrinin nano strukturası ilkin olaraq «BATT 1500 P/P ПЛІАЗМА 3» dövrü fəaliyyətli unikal yarımənaye plazma qurğusunda qeyri – taraz azaldılmış təzyiqli aşağı temperaturlu plazma axınında bu şəraitdə aparılmışdır: vakum kamerasında təzyiq  $P_k=20-22$  Pa; boşalmanın gücü  $W_p=4,0$  kVt; emalın müddəti  $\tau=2$  m/dəq; plazmaəmələgətirici qazın sərfi  $G=0,04$  q/s.

Tekstil materiallarının nümunələrinin üçölçülü strukturunun araşdırılması üçün nanoobyekt və nanostrukturların üst səthinin fiziki – kimyəvi xüsusiyyətlərinin tədqiq olunması üçün skanedici zondlu mikroskop – təcrübi Ntegra Prima (NT-MDT, Moskva), istifadə edilmişdir. Üst səthin maksimal skan edilmə sahəsi 100x100 mkm təşkil edir. ACM – ölçmələr skanetmənin sürəti 1 Hs

olduqda, silikon zondların – kantileverlərin tətbiqi ilə NSC14(MikroMasch Co., Estoniya), rezonans tezliyi 160 kHs olmaqla ucun ayrılıyının radiusu  $< 10$  təşkil etdiyi halda yarım təmas rejimində aparılır.

Şəkil 1-də tekstil materialının nanostrukturunun üçölçülü analizinin araşdırılması göstərilmişdir. Nəticələrin təkrar istehsalının təmin olunması üçün nəzarət və nanokonstruksiya edilmiş nümunələrin araşdırılan təcrübi partiyası nisbətən hamar olmalı, 10 mkm – dən çox olmayan orta codluğa malik olmalıdır ki, bu da sonradan təcrübi nümunələrin üst səthinin ACM – şəkillərinin ardıcıl faza seriyası kimi əldə edilməsinə imkan yaradır.

Təbii tekstil materiallarının təcrübi nümunə partiyasının üst səthinin strukturunun təyin edilməsi birbaşa ölçmə ilə həyata keçirilir. Parçaların nümunələrinin təcrübi partiyası skan edilir və cüt – cüt müqayisə edilirdi (nanokonstruksiya edilmiş nümunələr və nəzarət nümunələri).

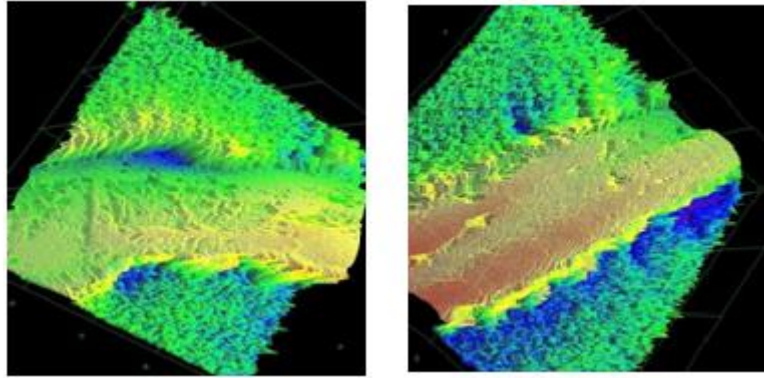


**Şəkil 1.**

Şəkil 1 – ACM – 3D Şəkil – “Yarımkətan yelkən” parçasının (50% pambıq + 50% kətan) nümunəsinin vizuallaşması. “Yarımkətan yelkən” parçasının (50% pambıq + 50% kətan) sərt parça nümunəsinin və QATP axını ilə nanokonstruksiya edilmiş nümunənin tədqiqi zamanı aşkar edilmişdir ki, üst səthin müxtəlif hissələri fərqli topoqrafiyaya malikdir ki, bu da strukturun ümumi qiymətləndirilməsini çətinləşdirir. Nümunənin seçilmiş sahələrinin strukturunu 4 mkm amplituda qədər qeyri – hamar səthlə xarakterizə edilir. Tekstil materialının üst səthinin bu bölmələrində bir neçə təbəqədən ibarət olan qatlı struktur formalaşmışdır. Yüksək böyüdülmə zamanı strukturun tədqiqi göstərir ki, nəzarət nümunəsi ilə müqayisədə nanokonstruksiya edilmiş parçanın lifləri daha strukturlaşmış üst səthə malikdir: bu, bir hissəsi lifin oxu boyu istiqamətlənmiş, ölçüləri 50 – 300 mkm olan ayrıca hissəciklərin olması (hissəciklərin düyünləri) ilə xarakterizə edilir.

Tekstil materiallarının təcrübi nümunələrinin nano- və mikrostrukturunun araşdırılması zamanı Olympus OLS LEXT 4000 konfokal lazerli skanedici mikroskopundan istifadə edilir. Belə ki, o, təcrübi nümunələrin  $85^\circ$  - yə qədər əyilməsi zamanı ölçülməsini təmin edir. Ölçmə həddi üfüqi xətt üzrə 120 nm - ədək, şaquli xətt üzrə isə 10 nm - ə qədər olur. Təbii tekstil materiallarının üst səthinin çəkilişi 3D konfokal lazerli skanedici mikroskopu ilə aparılır (KLSM) və bu zaman kiçik böyütmələr əhəmiyyətli fərqlər aşkar etmədi. Buna görə də növbəti tədqiqatlar zamanı ayrıca liflər araşdırılırdı.

Şəkil 2 – də nümunələrin üst səthinin böyüdülmüş KLSM təsviri (95,0x95,0 mkm) verilmişdir. Verilən şəkildə 50 mikron və daha böyük ölçüdə olan makroməsamələri ayıran 5 – 15 mikron qalınlıqda olan liflərin məsaməli divarları görünür ki, bu da daha əvvəl bu cür liflərin quruluşu barədə elektron və konfokal optik mikrodskopiya ilə əldə edilmiş məlumatlara uyğun gəlir [7].



a) nəzarət nümunəsi      b) nanokonstruksiya edilmiş nümunə  
**Şəkil 2.** KLSM – 3D şəkil – “Yarımkətan yelkən” parçası (50% pambıq + 50% kətan)

Şəkilə ölçüləri 50–200 nm arasında dəyişən nanokonstruksiya edilmiş nümunələrin makroməsamələrinin divarlarında əhəmiyyətli miqdarda nanoölçülü və submikron məsamələri nəzərə çarpır. Eyni zamanda nəzarət nümunələrində olduğu kimi strukturun ayrı - ayrı elementləri 40 – 70 nm hissəciklərdən ibarətdir. İki ölçülü ACM – seriyalı şəkillərin Image Analysis Nova 1.0.26.1443 proqram paketinin köməyilə statistik analizi bu cür şəkillər üçün məsamələri ölçülərinə görə təsnif etmək və məsaməliyinin səviyyəsini bütün məsamələrin ümumi sahəsinin makroməsamənin kəsiminin divarının üst səthinin ümumi sahəsinə münasibəti kimi müəyyən etməyə imkan verir. Bu yolla məsaməliliyin səviyyəsinin hesablanması 41,7% təşkil edir: məsamələr sırasının orta diametri 120 mkm olarsa. Sahə vahidinə düşən məsamələrin orta miqdarı  $3,81/\text{mkm}^{-2}$ -dir. Lakin həcmli məsaməliyinin parametrlərinin təyin edilməsi üçün və xüsusilə də məsamə sisteminin qarşılıqlı əlaqəsi üçün ayrıca 20 ACM – şəkillərin emalı yetərli deyil. Bu halda lifin məsaməli strukturun üçölçülü analizi vacibdir.

#### **Nəticə**

Bu işdə tekstil materiallarının liflərinin üçölçülü strukturunun ACM və KLSM – şəkil metodları ilə araşdırılması göstərilmişdir. Zondlu skanedici mikroskopiyanın köməyilə həcmli strukturun rekonstruksiyası, tədqiq olunan liflərin makroməsaməli divarlarının həcmində ölçüləri 50 – 300 nm olan ayrıca hissəciklərin (hissəciklərin düyünləri) mövcud olmasını nümayiş etdirirdi. Makro nümunələrin divarlarının məsaməliyinin həcmli əmsalı 41,7% təşkil edir. Bu zaman öz aralarında birləşmiş məsamələrin həcmli payı bütün məsamələrin həcmnin 20 % - ni təşkil edir. Əldə edilən nəticələr göstərir ki, işlənib hazırlanmış zondlu skanedici mikroskopiya metodu lifli materialların mikro- və nanoməsaməli həcmində üçölçülü nanostruktur araşdırma və vizuallaşdırma üçün də istifadə oluna bilər. Skanedici zondlu mikroskopiya metodunun mikro- və nanoməsamələr sisteminin xarakteristika və topologiyasının analizi üçün istifadə olunması verilən xarakteristikalara malik yeni tekstil materiallarının işlənməsi və hazırlanmasının effektivliyini artırmağa imkan verir.

Bu yolla tekstil materiallarının nümunələrinin nano- və mikrostrukturunun tədqiqi göstərmişdir ki, üçölçülü paylanma, orta ölçülər, məsaməlilik səviyyəsi və lifin makroməsaməsinin divarları həcmində submikron məsamələrin və nanoməsamələrin qarşılıqlı birləşməsi dərəcəsi kimi xarakteristikalar onların fiziki xüsusiyyətləri və müxtəlif hopdurmalarla bəzəmə məqsədilə tətbiq imkanları üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Tərəfimizdən əldə edilən məsaməlilik parametrləri bu cür lifin divarlarının mayələrin keçməsi üçün uyğun dərəcədə məsaməli olduğunu düşünməyə imkan verir. Lifdə 150 nm ətrafında orta ölçülərdə məsamələrin olması onların dərin kanallarına aminturşuların, peptidlərin və digər funksional aktiv hissəciklərin keçməsinə təmin edir. Beləliklə də, ehtimal edirik ki, lifin divarlarında tərəfimizdən müşahidə edilən əlaqəli nanoməsamə sistemi

liflərin üst səthinin qeyri – taraz aşağı temperaturu azaldılmış təzyiqli plazma axını ilə nanokonstruksiyası nəticəsində müşahidə edilən islanmasının yüksək effektivliyini təmin edən əsas amillərdən biridir.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Pilhofer M, Ladinsky M.S., McDowall A.W., Jensen G.J. Bacterial TEM: new insights from cryomicroscopy. *Methods Cell Biol.* 2010; 96: 21–45. doi: 10.1016/S0091-679X(10)96002-0.
2. Bouchet-Marquis C, Hoenger A. Cryoelectron tomography on vitrified sections: a critical analysis of benefits and limitations for structural cell biology. *Micron.* 2011; 42 (2): 152–162. doi: 10.1016/j.micron.2010.07.003.
3. Matsko N. Atomic force microscopy applied to study macromolecular content of embedded biological material. *Ultramicroscopic.* 2007; 107: 95–105. doi: 10.1016/j.ultramic.2006.05.009.
4. Gallyamov M.O. Scanning Force Microscopy as Applied to Conformational Studies in Macromolecular Research. *Macromolecular Rapid Communications.* 2011; 32 (16): 1210–1246. doi: 10.1002/marc.201100150.
5. Alekseev A., Efimov A., Lu K., Loos J. Threedimensional electrical property reconstruction of conductive nanocomposites with nanometer resolution. *Advanced Materials.* 2009; 21 (48): 4915–4919.
6. Mochalov K.E., Efimov A.E., Bobrovsky A.Yu, Agapov I.I., Chistyakov A.A., Oleinikov V.A., Nabiev I. Highresolution 3D structural and optical analyses of hybrid or composite materials by means of scanning probe microscopy combined with the ultramicrotome technique: an example of application to engineering of liquid crystals doped with fluorescent quantum dots. *Proceedings SPIE.* 2013; 8767: 876708. doi:10.1117/12.2017088.
7. Хамматова Э.А. Проведение исследований микроструктуры экспериментальных образцов наноструктурированных текстильных материалов // Вестник технологического унта, 2016. – Т.19. – №3. – С. 89-92.

#### SUMMARY

#### STUDY OF THREE-DIMENSIONAL NANO AND MICRO STRUCTURES OF NATURAL FIBER CONTAINING POROUS MATERIALS

*Rajabov I.S., Ahmedova A.T.*

**Keywords:** *Nanostructure, microstructure, textile material, plasma, atomic force microscope, confocal laser scanning 3D microscope, micropore, macromolecule*

The article discusses the conducted research three-dimensional micro- and nanostructure of porous textile materials with natural fibers, as well as performed quantitative analysis of nanoscale porosity. Produced the study of three-dimensional fiber structure by scanning probe microscopy with the experimental setup of the scanning probe microscope and confocal laser scanning 3D microscopy. Conducted research testing the nano and micro structure of specimens of textile materials. It is established that the volume of the walls of the macropores of the studied samples formed three-dimensional network of interconnecting pores and channels with sizes from 50 to 300 nm. The average pore diameter is 120 nm. Volumetric coefficient of porosity of the walls of the macropores is 41.7%.



**РЕЗЮМЕ**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ НАНО- И МИКРОСТРУКТУР ПРИРОДНЫХ ВОЛОКНОСОДЕРЖАЩИХ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Раҷабов И.С., Ахмедова А.Т.*

**Ключевые слова:** *Наноструктура, микроструктура, текстильный материал, плазма, атомносиловой микроскоп, конфокальный лазерный сканирующий 3D микроскоп, микропора, макромолекула*

В статье рассматриваются проведенные исследования трехмерной микро и наноструктуры пористых текстильных материалов с содержанием натуральных волокон, а также выполнен количественный анализ наномасштабной пористости. Производилось изучение трехмерной структуры волокон методом сканирующей зондовой микроскопии при помощи экспериментальной установки сканирующего зондового микроскопа и конфокального лазерного сканирующего 3D микроскопа. Проведены исследовательские испытания нано и микроструктуры образцов текстильных материалов. Установлено, что в объеме стенок макропор исследуемых образцов формируется трехмерная сеть сообщающихся пор и каналов с размерами от 50 до 300 нм. Средний диаметр пор составляет 120 нм. Объемный коэффициент пористости стенок макропор составляет 41,7%.

Daxilolma tarixi:	Ilkin variant	19.09.2024
	Son variant	30.10.2024

UOT 628.1

DOI 10.54758/16801245\_2024\_24\_4\_80

## QUŞLARIN YÜKSƏK KEYFİYYƏTLİ SU İLƏ FASILƏSİZ TƏCHİZATINI TƏMİN ETMƏK ÜÇÜN SUVARMA SİSTEMLƏRİNDƏ İÇMƏLİ SU İÇKİ QABLARINA OLAN TƏLƏBLƏR

<sup>1</sup>SAİTOV VİKTOR YEFİMOVIÇ  
<sup>2</sup>ALLAHVERDİYEV BƏHRUZ ALLAHVERDİ oğlu

*Federal Dövlət Büdcəli Ali Təhsil "Vyatsk Dövlət Aqrotexnoloji Universiteti",  
Kirov, Rusiya Federasiyası, professor  
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, baş müəllim*

*Açar sözlər: damcı içki qabı, nipel içki qabı, dimdik, çöküntü, itələyici kürə, içmə sistemi, keyfiyyətli su, su sütunu.*

Qida ilə yanaşı, quşların yüksək keyfiyyətli içməli suya ehtiyacları var. Su çatışmamazlığı quşlarda zəifliyə, zəif yem istehlakına, aşağı həzmliyə, yumurta və ya quş əti istehsalının rentabelliyyəsinin azalmasına, həmçinin ürək və digər daxili orqanlarda duz kristallarının çökməsinə səbəb olur. Sidik turşusu diatezi (podaqra) cücələrdə 12 saatdan sonra suyun olmaması səbəbindən ilk 10 gündə baş verir, gündəlik yem istehlakı azalır. Buna görə də içki qablarının əsas vəzifəsi hər bir quşa yüksək keyfiyyətli su çatdırmaqdır.

Quşların suvarılmasında müxtəlif içməli su içki qablarından istifadə olunur:

- nipel içki qabı kiçik bir damcı əmələ gətirir, quş onu dimdikləyir;
- fincan və mikro fincan içki qabı. Cücə və ya yetkin bir quşun başı səviyyəsində kiçik bir fincan quraşdırılır. Su orada təzyiq altında axır və quşlar içir;
- sadə yivli içki qabı. Bu seçim yalnız yetkin böyük quşlar üçün uygundur.
- vacuum içki qabı. Adi qapaqlı bankalar belə bir içki qabına nümunədir. Atmosfer təzyiqi mayenin bankadan tökülməsinə mane olur;
- sifon içki qabı. Su tədricən sifon sisteminə daxil olur. Belə içməli qablar asılı və ya yerdə quraşdırıla bilər;

Nipel içki qabı təkcə qənaət baxımından deyil, həm də verilən içməli suyun saflığı baxımından optimaldır. Nipel içki qabı təyinatına görə (cücələrin, broylerlərin, ana quşların, hinduşkaların və digər quşların suvarılması üçün) və görünüşünə görə (damcı tutan fincanları (mikrofincan) ilə və ya onsuz hazırlana bilər) fərqli ola bilər. Onlar poladdan və ya yüksək güclü sintetik materialdan hazırlanır və digər içməli su içki qablarına nisbətən daha diqqətli qulluq tələb edir, çünki suyun keyfiyyətindəki dəyişikliklər klapanların itələyicinin həssaslığını azaldır və onun möhürlənməsini poza bilər. Bu səbəbdən su təchizatı sistemlərində sərt və yumşaq suyun mexaniki çirkərdən təmizlənməsi üçün filtrlər, suyun kimyəvi təmizlənməsi filtri və təzyiq tənzimləyiciləri olmalıdır. Həkimlərin də su təchizatı sistemində rolu böyükdür, bu da quşların peyvənd edilməsini və müalicəsini mümkün edir. Bununla belə suya vitaminlər və dərmanlar əlavə edilir, suyun miqdarına ciddi nəzarət edilir, daxili mikroiklim yaxşılaşdırılır, quşçuluq fermasında qulluq üçün vaxta qənaət edilir. Quş yeməkdən iki dəfə çox su içir, bu təxmini nisbətdir. Su sərfiyyatına nəzarət etmək üçün su sayğacları quraşdırılır.

Quşların su içməsi zamanı su sıçraması nəticəsində su sərfiyyatı olur: yivli içki qablarında 0,014-0,017 litr, fincan və mikrofincan içki qablarında gündə 0,015-0,017 litr təşkil edir.

İlin soyuq və keçid dövrlərində buxarlanma üçün su sərfi toyuq fermalarında yivli içki qablarında 0,014-0,017 litr, fincan və mikrofincan içki qablarında adambaşına gündə 0,015-0,017

litr təşkil edir. Havanın temperaturu yüksəldikdə, buxarlanma üçün suyun sərfi 2 və ya daha çox dəfə artır.

**Cədvəl 1.**

*Quşçuluq təsərrüfatları üçün orta gündəlik su sərfi normaları*

Yaş qrupuna görə quşlar	Bir baş quşa düşən su istehlakı normaları, litr					
	Ümumi istehlak	O cümlədən				
		Optimal 16-21°C	Maksimal 28-32°C	Kritiki 33-36°C	Avadanlıqların və binaların daxili yuyulması	Axan içməli qablardan su axını
<b>Yetkin quş</b>						
<b>Toyuqlar:</b>						
yumurtlayan toyuq	0,31	0,25	0,25	0,25	0,03	0,03
ət-yumurta cinsləri	0,33	0,27	0,27	0,37	0,03	0,03
ət cinsləri	0,36	0,30	0,30	0,40	0,03	0,03
<b>Bir həftəlik gənc quşlar</b>						
<b>Gənc toyuqlar:</b>						
1-9	0,19	0,15	0,15	0,20	0,02	0,02
10-20(26)	0,27	0,23	0,23	0,30	0,02	0,02
Broyler toyuqları 1-6	0,32	0,24	0,24	0,30	0,02	-
Böyük broyler toyuqları 1-8	0,38	0,28	0,28	0,35	0,03	-

Nipel içki qablarından istifadə etməklə su sərfiyyatı azalır, çünki su qapalı sistemdə olduğu üçün yivli, fincan və mikrofincan içki qablarında olduğu kimi buxarlana bilməz.

Suvarma sistemlərinin quraşdırılması zamanı diqqətsiz münasibət və materiallara qənaət çox vaxt istehsal prosesinə mənfi təsir göstərir.



**Şəkil 1.** Nipel içki qabı

Su içki qablarının nasazlığı səbəbindən problemlər yaranır:

- nipel içki qabı və ya fincan su içki qablarının hündürlüyü səhf qoyulduqda. İçki qabları çox hündür və ya alçaqdırsa, o zaman cüclər suyu görmür və harada olduğunu başa düşmürlər.

- sistemdə səhv təzyiq. Yüksək təzyiq zamanı cüclərin itələyici klapanı basmaq üçün kifayət qədər gücü çatmır. Quşun yaşından asılı olaraq, içməli sistemdə suyun təzyiqi dəyişməlidir. Optimal dirək hündürlüyü:

- 1 həftəlik quşlar üçün - 10-15 sm su sütunu;
- 2-3 həftəlik quşlar üçün - 20-25 sm su sütunu;
- 3-4 həftəlik quşlar üçün - 25-30 sm su sütunu;
- 4-6 həftəlik quşlar üçün - 30-35 sm su sütunu.

- xəttin tıxanması. Buna görə gündəlik su axını və təzyiqini yoxlamaq vacibdir;
- kiçik cücələr üçün şaquli nipel içki qablarının istifadəsi. Əks halda, su itkisi çox olacaq, peyin islanacaq və onun təmizlənməsi ağırlaşacaq.
- sərt suyun istifadəsi. Mineral kristallar klapanın çuxurunu və boru diametrini tez bir zamanda möhürləyir, içmə xətti sistemində təzyiği artırır;
- aşağı keyfiyyətli nipel içki qablarının istifadəsi. Sənaye quşçuluğunda yalnız metal və ya gücləndirilmiş plastik içki qabları istifadə olunur.

Sənaye quşçuluq fermalarında nipel içki qablarının müxtəlif plastik və metal örtüklü modelləri quraşdırılmışdır. Lakin plastik içki qabları kimyəvi müalicədən sonra çatlaya bilər, bu da bütün içmə xəttinin sıradan çıxmasına səbəb olar. Buna görə də, hər hansı kimyəvi reagentlərin əlavə edilməsi ilə təkrar yuyulmağa tab gətirə bilən, paslanmayan poladdan hazırlanmış bir metal korpusda içki qablarından istifadə etmək daha məqsədəuyğundur.

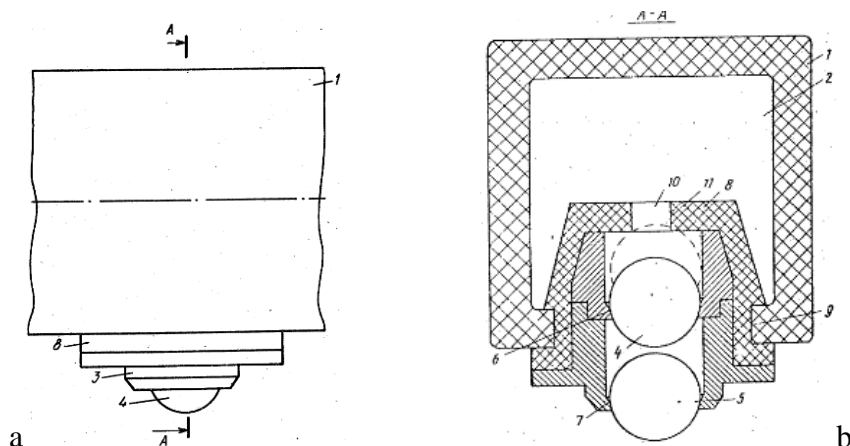
Quşlar üçün nipel içki qablarının mühüm üstünlüklərini qeyd edə bilərik:

1. Dözümlülük - xidmət müddəti ən azı 7 ildir.
2. Etibarlılıq – quşlar dimdikləri ilə itələyiciyə istənilən, hətta minimal təsir göstərdikdə yüksək keyfiyyətli su axını qəbul edirlər, təsir dayandıqda isə itələyici klapanı bağlayır və suyun axınıdayanır.
3. Suyun saflığı - içmə sistemi tamamilə qapalıdır və bununla da arzuolunmaz maddələrin və ya mikroorqanizmlərin suya daxil olmasının qarşısı alınır.
4. Quşların eyni vaxtda bəslənməsi üçün suya müxtəlif vitamin əlavələrinin və dərman preparatlarının əlavə edilməsinin mümkünlüyü.
5. Mayenin durğunluq şansı yoxdur.

Keyfiyyətsiz su səbəbiylə nipel içki qablarında klapanın üzünə duzlar çökür, nəticədə klapan dəliyi sıx bağlamır və içki qabları sızmağa başlayır.

Quşların suvarılması sistemində mikrofincan və nipel içki qablarının konstruksiyasının çatışmazlıqlarını nəzərə alaraq, biz paslanmayan poladdan damcı içənlər hazırlamışıq. İki klapanlı kürə tipli damcılı içki qablarının ümumi görünüşü şəkil 2-də göstərilmişdir.

İki klapanlı kürə tipli damcılı içki qablarının məqsədi etibarlılığı artırmaq, su itkisini azaltmaq, suyu porsiyalarla vermək və su kanallarını ikiqat sıx bağlamaqdır. Quşlar kürədən sallanan damcını dimdiklədikdə kürələrin daimi fırlanması səbəbindən çuxurun kürə ilə təmas edən hissəsinin özünü mineral duzların çöküntülərindən təmizləməsi prosesi baş verir.



**Şəkil 2.** İki klapanlı kürə tipli damcılı içki qablarının ümumi görünüşü

A-A (b) bölməsində quşlar üçün iki klapanlı kürə tipli damcılı içki qablarının sxematik şəkildə təqdim olunmuş ümumi görünüşü və (a) onun dizayn görünüşü.

İki klapanlı kürə tipli damcılı içki qabı 3, kanalı 2 olan su trubasına lapaq şəklində hazırlanmış elastik elementi 8 ilə bərkidilmişdir. Eyni diametrlə 6 və 7-ci yəhərlərə yerləşdirilən

kürə 4 və itələyici kürə 5 paslanmayan metaldan hazırlanmış eyni diametrdədirlər. Elastik qapaq trubaya möhkəm bərkidilir və xaricində 9 girişə malikdir. Metal kürələr 4 və 5 arasındakı məsafə 1/3...2/5 mm-ə bərabərdir. Quşlar itələyici kürəyə 5 toxunduqda itələyici ikinci kürəni 4-ü qaldırır və elastik elementin 8 su daxilolma kanalını 10 bağlayır və quşun müəyyən məhdud miqdarda porsiyalarla suyun qəbulunu təmin edir.

İki klapanlı kürə tipli damcılı içki qabı aşağıdakı kimi işləyir.

Quş dimdiyi ilə yəhərdən 7 çıxan itələyicini 5 vurur, yuxarı hərəkət etdirir və kürə 4-ü yəhərdən 6 sıxararaq yuxarıdakı yəhərə 11 aparır. Kürə 4 yəhərlər 6 və 11 arasında olduqda, çıxış və giriş kanalları açıqdır və quş su alır. Kürə öz ekstremal vəziyyətinə çatdıqda, oturacaq 11-ə sıxılır və su axını bağlanır.



Şəkil 3. İki klapanlı kürə tipli içki qabı

Beləliklə, təklif olunan İki klapanlı kürə tipli damcılı içki qabı daha sadədir, istismarda etibarlıdır və su sərfiyyatında da qənaətcildir. Bu onunla bağlıdır ki, mikrofincan içki qabının işini yoxlamaq üçün operator is vaxtının 25...30%-ni, iki klapanlı kürə tipli damcılı içki qabının işini yoxlamaq üçün isə cəmi 3...5%-ni sərf edir. Mikrofincan içki qabının istifadəsi ilə peyin kanalında peyin rütubəti 80%, iki klapanlı kürə tipli damcılı içki qablarının istifadəsi ilə isə peyin rütubəti 70% -ə endirilir. Nəticədə quş peyininin çəkisi azalır və daşınma xərcləri azalır. Eyni zamanda, iki klapanlı kürə tipli damcılı içki qabının istifadəsindən iqtisadi effekt 1000 baş quşa 3100...3200 rubl təşkil edir. Müqayisəli qiymətləndirmələrin təhlili göstərir ki, indiki dövrdə iki klapanlı kürə tipli damcılı içki qablarına tələbat var.

### ƏDƏBİYYAT

1. Бессарабов Б.Ф., Могильда Н.П., Крыканов А.А. Технология производства яиц и мяса птицы на промышленной основе // Технология производства и переработки, Санкт-Петербург – 2020. – 304 с.
2. Сайтов В.Е. Научно-технические разработки для сельскохозяйственного производства. – Киров: ООО «Кировская областная типография», 2018. – 280 с.
3. Сайтов В.Е., Аллахвердиев Б.А. Совершенствование устройств капельной подачи воды для питья птицам // Научные известия. Серия: Естественные и технические науки. – 2023. – Т. 23. – № 4. – С. 77-80. DOI: [https://doi.org/10.54758/16801245\\_2023\\_23\\_4\\_77](https://doi.org/10.54758/16801245_2023_23_4_77).
4. Патент № 2189137 Российская Федерация, МПК А01 К 39/02. Поилка для птиц / Савельев В.А., Степанов В.Н.; заявитель и патентообладатель Савельев Владимир Алексеевич, Степанов Василий Николаевич. – № 2001108177/13; заявл. 26.03.2001; опубл. 20.09.2002, Бюл. № 26.
5. А.с. № 1734611 СССР, МПК А01 К 39/02. Поилка для птиц / Аллахвердиев Б.А., Рассомахин Г.К., Мкртумян В.С.; заявитель и патентообладатель Сибирский научно-

- исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – № 4838542/15; заявл. 12.06.1990; опубл. 23.05.1992, Бюл. № 19.
6. Сайтов В.Е., Котюков А.Б. Санитарно-гигиенические требования к питьевой воде для животноводческих ферм // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2016. - № 6 (часть 5). - С. 830-833.
  7. Сайтов В.Е., Котюков А.Б., Савиных П.А. Совершенствование устройств очистки воды в животноводческих фермах: Монография. - Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. - 176 с.
  8. Сайтов В.Е., Котюков А.Б. Способы модернизации технических средств очистки воды в животноводческих комплексах // Современные наукоемкие технологии. – 2017. - № 4. – С. 49-55.
  9. Сайтов В.Е., Котюков А.Б., Сайтов А.В. Совершенствование устройств очистки воды в животноводческих комплексах // Современные проблемы науки и образования. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2020. – Том XVIII. – С. 69-70.
  10. Пат. 222699 Российская Федерация, МПК А01К 39/02, А01К 39/022. Капельная поилка для сельскохозяйственных птиц / Сайтов В.Е., Аллахвердиев Б.А.; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет». – № 2023128883; заявл. 07.11.2023; опубл. 17.01.2024, Бюл. № 2.
  11. Сайтов В.Е., Аллахвердиев Б.А. Капельная поилка для сельскохозяйственных птиц. Материалы международной научно-практической конференции, выпуск, XXVI. Йошкар-Ола, 2024, 755с.
  12. Əkbər Cabbarov , Sərdar Hacıyev Quşçuluq, Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, Bakı 2017

#### SUMMARY

#### REQUIREMENTS FOR DRINKING WATER DRINKING BOWLS IN IRRIGATION SYSTEMS TO ENSURE UNINTERRUPTED SUPPLY OF BIRDS WITH HIGH-QUALITY WATER

*Saitov V.Y., Allahverdiyev B.A.*

**Keywords:** *drip drinking bowl, nipple drinking bowl, beak, sediment, pusher sphere, drinking system, quality water, water column*

This article analyzes the requirements for drinkers in poultry farms to provide a continuous supply of high-quality water to farm birds. The lack of drinking water causes the birds to be weak, eat poor feed, have low digestibility, reduce the profitability of egg or poultry production, and also cause the precipitation of salt crystals in the heart and other internal organs. containers, which ensures self-cleaning from salt deposits on its inner surface and the ability to regulate the flow of water. In addition, such a simple construction reduces the complexity of the production of the drinking container. opens the door, increases operational reliability, reduces water loss and improves the sanitary and technical condition of the poultry farm for keeping birds.

#### РЕЗЮМЕ

#### ТРЕБОВАНИЯ К ПОИЛКАМ ДЛЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕСПЕРЕБОЙНОГО СНАБЖЕНИЯ ПТИЦ КАЧЕСТВЕННОЙ ВОДОЙ

*Сайтов В.Е., Аллахвердиев Б.А.*

**Ключевые слова:** *капельный контейнер для напитков, сосок для напитков, клюв, осадок, толкающая сфера, питьевая система, качественная вода, столб воды*

В данной статье анализируются требования к поилкам на птицефабриках для бесперебойного обеспечения сельскохозяйственных птиц качественной водой. Недостаток питьевой воды приводит к тому, что птицы становятся слабыми, плохо едят корм, имеют низкое пищеварение, снижается рентабельность производства яиц или мяса птицы, а также к отложению кристаллов солей в сердце и

других внутренних органах. На его основе для птицефабрики разработаны поилки-капельницы сферического типа с двумя клапанами, обеспечивающими самоочищение от солевых отложений на ее внутренней поверхности, возможность регулирования потока воды. Кроме того, такая простая конструкция снижает трудоемкость изготовления поилки, повышает надежность ее эксплуатации, снижает потери воды и улучшает санитарно-техническое состояние птицефабрики для содержания птицы

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.11.2024
	Son variant	26.11.2024

## AKUSTİK DOPLER EFFEKTİ İLƏ SƏRFİN ÖLÇÜLMƏSİ

<sup>1</sup>RZAYEV ASİF HACI oğlu [ORCID](#)  
<sup>2</sup>MƏMMƏDLİ MƏRYAM İQBAL qızı [ORCID](#)

*İdarəetmə sistemləri institutu, Bakı, Azərbaycan, 1-dosent*  
*Azərbaycan memarlıq və inşaat universiteti, Bakı, Azərbaycan, 2-assistent*  
[Asifrzayev48@gmail.com](mailto:Asifrzayev48@gmail.com); [maryammamdli@gmail.com](mailto:maryammamdli@gmail.com)

*Açar sözlər: su sərfiyyatı, Akustik Dopler effekti, Akustik dopler cihazı, akustik dalğalar*

Artan dünya əhalisi və sənayenin inkişafıyla, su ehtiyatlarının həddindən artıq istehlakı və çirklənməsi nəticəsində bu resurslara tələbat günü-gündən artır. Bu gün dünyanın bir çox ölkələrində su çatışmazlığı mühüm problemdir və su ehtiyatlarının səmərəli idarə olunması prioritet məsələlər sırasında öz yerini tutmağa başlamışdır. Məqalədə digər üsullarla müqayisədə müasir ölçmə üsulu hesab edilən Akustik dopler cihazı ilə su sərfiyyatının müəyyən edilməsi prosesinin daha qısa müddətdə aparıldığı və insan həyatı üçün daha təhlükəsiz olduğu qəbul edilmişdir.

**Giriş.** İnfrastruktur layihələri arasında su layihələri öz vacibliyi ilə seçilir. İstər kənd təsərrüfatının, istərsə də iqtisadiyyatın inkişafına təsir göstərən ən vacib göstəricilərdən biri su təsərrüfatının inkişaf etdirilməsidir.

Son illərdə Azərbaycanda su və meliorasiya sahələrində böyük işlər həyata keçirilmişdir. 2004-cü ilin proqnozlarına görə Azərbaycanda içməli su təminatının 40%, 2020-ci ildə isə 70%-ə çatdığı müşahidə edilir. Lakin Azərbaycanın bu tarixi nailiyyətlərinə baxmayaraq, dünya təcrübəsi də göstərir ki, su təsərrüfatı sahəsinə xüsusi diqqət ayrılmalı, su balansы tərtib edilməlidir. Su sahəsində buraxılmış olan səhvlər aşkara çıxarılmalı və bu səhvlərin aradan qaldırılması üçün müəyyən tədbirlər görülməli, ən əsası vahid idarə mexanizmi yaradılmalıdır. Beləliklə, Azərbaycanda su və suvarma suyu ilə təminatın faizi artırılaraq, 100%-ə çatdırılması lazımdır.

Azərbaycanda ilk dəfə 2020-ci ildə tərtib edilmiş olan su balansına əsasən su ehtiyatının 2021-ci ilə nisbətən azalaraq, 34,1 milyard kubmetr həcmində qərarlaşdığı müşahidə edildi. İqlim dəyişmələrinin təsiri nəticəsində su resursları son onilliklərdə təqribən 15 faiz azalmışdır. Qurulan beynəlxalq iqlim modelləri göstərir ki, 2050-ci ilədək su ehtiyatları təqribən daha 15 faizə qədər azala bilər.

Hidroloji dövrün ən vacib elementlərindən biri olan axının sərfini bilməklə bir çox üstünlüklər əldə etmək mümkündür. Məsələn, ötən illərdə su sərfi məlum olan bir axının sərfiyyatında azalma müşahidə olunarsa, bu su mənbəyinin yerləşdiyi hövzənin son illərdə kifayət qədər yağıntı almaması fikrini yaradır. Əgər bir çayın su sərfi məlum olmasa, o çayın üzərində heç bir tikili tikmək mümkün deyildir. Axının su sərfi səhv təyin olunduğu zaman dəyişən sərf ilə yüksələcək su strukturları zədələyər, daşqınlara, sellərə hətta daşaraq mənsəbə böyük ziyan vura bilər. [1]

Mürəkkəb hidroloji tədqiqatlar apararkən axının sərfini ölçmək üçün müxtəlif alətlərdən istifadə olunur. Həm çaylarda, həm kanallarda, həm də boru kəmərlərində müxtəlif axınların sərfiyyatını ölçən alətlər dizayn və digər xüsusiyyətləri ilə fərqlənən çox sayda modelə malik ola bilər. [2]

Hidrometrik təbiiqlər üçün su sərfinin hesablanması ənənəvi üsul, suyun səviyyəsini ölçmək və səviyyə ilə su sərfi arasındakı əlaqəni göstərən açar əyrisini yaratmaqla, suyun səviyyəsini su sərfinə çevirməkdir. Su səviyyəsi tərəzi cihazı ilə və ya rəqəmsal olaraq limninqraf



cihazı ilə ölçülür. Axın açar əyrisini qurmaq üçün müəyyən periodlarda (ən azı ayda bir dəfə) stansiyanın ölçmə sahəsinə yerləşdirilmiş Mulinlerler cihazı və ya digər üsullarla həyata keçirilən sərf ölçmələri tələb olunur. [3 səh.6]

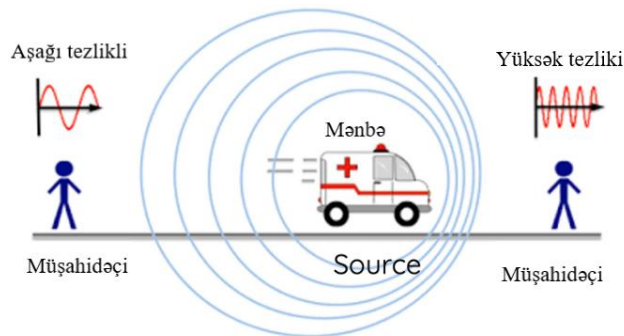
**Məsələnin qoyuluşu:** Məqalədə qarşıya qoyulan əsas məqsəd su sərfiyyatının kanallarda və çaylarda müasir ölçmə üsullarından olan Akustik Dopler effekti ilə (ADCP- Acoustic Dopler Current Profiler) ölçülməsinin analizi və onların müasir informasiya-kommunikasiya texnologiyaları və mikrokontrollerlər əsasında ölçmə sisteminin modernləşdirilmə yollarının araşdırılmasıdır.

**Məsələnin həlli:** Açıq kanal axınlarında su sərfiyyatını təyin etmək üçün ən etibarlı üsul ölçmələr hesab olunur. Lakin ölçmələrlə yanaşı, ədəbiyyatda Manning tənliyi kimi empirik düsturlardan da geniş istifadə olunur. [4]

Su sərfinin hesablanması üsulları aşağıda göstərilmişdir.

- Sürət ölçmələri ilə sərf hesabı
- Kimyəvi ölçmələrlə sərf hesabı
- Manning tənliyi ilə sərf hesabı
- Birbaşa sərf hesabı

**Akustik Dopler effekti ilə (ADCP- Acoustic Dopler Current Profiler) ilə sərfin ölçülməsi:** Hərəkət edən cisimlərdən gələn səs tezliyindəki dəyişiklik 1842-ci ildə Christian Johann Dopler tərəfindən kəşf edilmişdir. Belə tezlik dəyişikliyi işıq və radio dalğaları kimi bütün dalğa növlərində müşahidə olunur. Dopler effekti, obyektin hərəkəti nəticəsində cisimdən yayılan radiasiyanın paylanmasıyla, külək də daxil olmaqla, atmosfer hərəkətlərini ölçmək üçün xüsusi olaraq hazırlanmış cihazlarla ölçülə bilən bir təsirdir. Dopler effekti adlanan bu hadisədə mənbənin həmişə eyni qalmasına və buna görə də eyni tezlikli səs çıxarmasına baxmayaraq, tezliyin dəyişildiyi düşünülür. Bu hadisə mənbə, qəbuledici və ya hər ikisi bir-birinə nisbətən hərəkətdə olduqda baş verir. Dopler effekti cisimlərin hərəkətləri nəticəsində yaydıqları səs, işıq və s. enerjilərin, mənbə ilə qəbuledici arasındakı məsafənin dəyişməsi səbəbi ilə qəbuledici tərəfindən fərqli şəkildə qəbul edildiyini söyləmək olar. Məsələn, hərəkətsiz müşahidəçiyə doğru sürətlə gələn avtomobil müşahidəçinin yanından keçdikdən sonra daha sakit səs-küy salır. Müşahidəçinin fikrincə, saniyədə  $n$  metr hərəkət edən səs mənbəyi sabit bir nöqtəyə səsi “ $n$ +səsin sürəti” münasibətinə görə ötürür, müşahidəçidən uzaqlaşdığı andan isə “səsin sürəti –  $n$ ” əlaqəsinə uyğun olaraq səsi ötürür. [5]



Şəkil 1. Dopler effekti

**Dopler effektinin prinsipləri:** Dopler effekti mənbə ilə qəbuledici arasındakı məsafənin dəyişməsindən asılı olaraq müşahidə edilə bilər. Mənbə ilə qəbuledici arasındakı məsafəni 3 yolla dəyişə bilər.

- Mənbə, qəbuledici hərəkətsiz olarkən hərəkət edir;
- mənbə hərəkətsiz olarkən qəbuledicinin hərəkəti;
- mənbə və qəbuledici hərəkət edir (hərəkət eyni istiqamətdə və eyni sürətdə olmamalıdır).

Mənbə ilə qəbuledici arasındakı məsafənin dəyişmə sürəti də vacibdir. Bu sürət dəyişərsə, mənbə ilə qəbuledici arasında məsafə daha yaxın və ya uzaq olmaqla, tezlik fərqi də dəyişir.

Mənbə ilə qəbuledici arasındakı məsafə sabit olduğu halda, mənbədən gələn səs t saniyə aralıqlarla qəbulediciyə çatır. Lakin məsafə azaldıqca səslərin qəbulediciyə çatma vaxtı azalır və buna görə də period və dalğa uzunluğu azalır. Məsafə artdıqca isə səslərin qəbulediciyə çatması üçün lazım olan vaxt artır və buna görə də period və dalğa uzunluğu artır.

Tezlik və dövr tərs mütənəsb olduğundan mənbə ilə müşahidəçi arasındakı məsafə azaldıqca tezlik də artır, yəni səs yüksək səslə eşidilir. Məsafə artdıqca tezlik azalır, beləliklə, səs daha az eşidilir. Dopler prinsipiylə işləyən cihazlar müxtəlif sahələrdə geniş tətbiq olunur. [6]

Akustik dopler cihazı, axınlarda su sərfiyyatının ölçülməsi üçün seçilmiş en kəsiyi boyunca su axınının istiqamətinə təxminən perpendikulyar bir yolu izləyərək axın sürəti, dərinliyi və sərfiyyatı istənilən ölçmə diapazonunda ölçərək, Akustik Dopler prinsipinə uyğun olaraq ölçən cihazdır. Bu cihaz sensor, kompüter və üzən qayıq kimi elementlərdən təşkil olunmuşdur. Sərfin ölçülməsi kompüterdə quraşdırılmış proqram təminatı vasitəsilə həyata keçirilir. [7 səh 18]

Suda akustik dalğaların yayılması və aşkarlanması yalnız köməkçi cihazla mümkündür. Səs və elektrik enerjisini bir-birinə çevirən bu cihaz latın dilində “çevirici” mənasını verən “transducer” adlanır. ADCP qurğusu səs dalğasını yaratmaq və aşkar etmək üçün eyni çeviricidən istifadə edir. Burada xüsusi açar sxemləri ilə həm qəbul, həm də ötürmə məqsədləri üçün tək çeviricidən istifadə olunur.

Hərəkətli bobin və elektrostatik tipli çevirici tipləri hava mühitlərində tez-tez istifadə edilərkən, su mühitlərində isə pyzoelektrik və maqnitostriktiv materiallar ən uyğundur. Keramika materialları suda çox istifadə edildiyi və istənilən formanı ala bildiyi üçün çox məşhur hesab edilir.

ADCP qurğusunun iş prinsipi, sabit tezlikdə səs dalğaları göndərmək və suda kiçik bərk hissəciklərdən (səpələyicilərdən) əks olunan səsi aşkar etməkdir. Suda olan bərk hissəciklər su ilə birlikdə hərəkət edir. Bu hissəciklərin hərəkəti müəyyən mənada suyun hərəkəti deməkdir. Əgər hissəcik ADCP sisteminə doğru hərəkət edərsə, ADCP Dopler effektinə görə bu səsi daha yüksək tezlikdə aşkar edir. Bu Dopler tezliyinin böyüklüyü ADCP və hissəcik arasındakı nisbi sürətlə düz mütənəsbdir.

Üzərlərinə düşən akustik dalğaları səpələyən və əks etdirən bu hissəciklər ADCP tərəfindən səs mənbəyi kimi qəbul edilir. Bu əks olunan səs ADCP sistemi tərəfindən aşkar edilərkən, Dopler effekti ikinci dəfə müşahidə edilir. Bu o deməkdir ki, hesablanmış Dopler tezliyi düsturunun sağ tərəfi 2-yə vurulur [8].

$$f_d = 2f \left( \frac{v \pm v_0}{v \pm v_m} \right) \quad (1)$$

- $f_d$  – aşkarlanan Dopler tezliyi;
- $f$  – səsin mühidə yayılma tezliyi;
- $v$  – səsin mühidə yayılma sürəti;
- $v_0$  – müşahidəçinin sürəti;
- $v_m$  – mənbənin sürəti;
- " + " – müşahidəçinin hərəkətinin mənbə istiqamətində olduğunu;
- " - " – müşahidəçinin hərəkətinin mənbədən uzaqda olduğunu;

Beləliklə, ADCP cihazı axın sürətinin şaquli profillərini yaratmağa imkan verir. Bu, məşhur Dopler effektidir və axının sürətini, istiqamətini dəqiq ölçmək üçün istifadə olunur. Hətta dayaz sularda belə yüksək dəqiqliklə axın sürətini təyin edir.

İş prinsipi Dopler effektinə əsaslanan cihaza nümunə olaraq AVFM 6.1 göstərilə bilər. AVFM 6.1 ultrasəs cihazı, açıq kanallarda axın sərfiyyatını və səviyyəsini davamlı olaraq ölçmək üçün istifadə olunur. Sensor çirklənməyə, korroziyaya və aşınmaya davamlıdır. 5 funksiyalı düymə, aydın menyü və geniş işıqlı LCD displeyi, QZ02L sensoru ilə təchiz edilmiş AVFM 6.1 cihazı, bazarda ən çox istifadə edilən sərfölçən cihazlardan hesab olunur. Bu cihazların konfigurasiyası

sadədir. Axın sərfiyyatı, ümumi işləmə müddəti və diaqnostik məlumatlar HART və MODBUS RTU ardıcıl kommunikasiya protokolu ilə izlənilə bilər. [9]

AVFM 6.1 tipli ultrasəs sensorları axın sərfiyyatının hesablanması zamanı sürət-sahə metoduna uyğun olaraq işləyir.

$$Q = S \cdot v \quad (2)$$

Bu halda, S kanal sahəsinin eni, m, v – axınının sürəti, m/s-dir. [10]

Axın eni kimi ADCP qurğusunun üzən qayığının uzunluğundan 3 dəfə böyük olan yerlər seçilir. Ölçməyə başlamazdan əvvəl, sensorun temperaturu və suyun temperaturunun bərabərləşməsi gözlənilməlidir. Axın kəsiklərinin əyri səthi üçbucaqlı və ya kvadrat olması yoxlanılaraq, boş zona məsafələri (kəsik daxilində ölçülməyən başlanğıc və son əyri səth sahələrinin uzunluğu) diqqətlə ölçülməlidir.

Beləliklə, su sərfiyyatının ADCP ilə ölçülməsi zamanı aşağıdakı məqamlar nəzərə alınmalıdır.

- Axın kəsiyi üçün dalğalanmanın az olduğu və kəsik sahəsinin 80%-də sensor üçün uyğun dərinlik məsafəsindən daha dərin olan yerlər seçilməlidir.

- Ölçmə kəsiyində çoxlu kiçik çınqıllar (siqnal keyfiyyətini poza) olmamalıdır.

- Axının eni üçün cihazın üzən qayığının uzunluğundan ən azı 3 dəfə çox olan yerlər seçilməlidir.

- Ölçməyə başlamazdan əvvəl, sensorun temperaturu və suyun istiliyinin bərabərləşməsi gözlənilməlidir.

- Axın hissəsinin yamaclarının üçbucaqlı və ya kvadrat olması yoxlanılaraq, boş zona məsafələri diqqətlə ölçülməlidir.

- Cihaz çay yatağının bir tərəfindən qarşı tərəfə su axını istiqamətinə təxminən perpendikulyar bir yolu izləyərək Dopler üsulu ilə suyun sürətini, dərinliyini və sərfiyyatı istənilən ölçü diapazonunda ölçəcəkdir.

- Ölçmə əməliyyatı 4 dəfə aparılır. Əgər dörd ölçmə arasındakı xəta faizi 5%-dən az olarsa, 4 ölçmənin arifmetik ortası alınır. Dörd ölçmə arasındakı xəta faizi 5%-dən çox olarsa, 8 ölçməni tamamlamaq üçün daha 4 ölçmə aparılır. 8 ölçmədə 5%-dən yuxarı xəta payı olan ölçmələr aradan qaldırılır və qalan ölçmələrin arifmetik ortalaması alınaraq axın sürəti hesablanır.

Akustik dopler cihazı ilə su sərfiyyatının ölçülməsinin aşağıdakı üstünlükləri mövcuddur:

- ADCP ilə böyük çaylarda və yüksək axınlarda aparılan ölçmələr daha effektiv hesab olunur.

- Hərəkətli sulara xüsusilə faydalıdır.

- Bu üsul qayıqla edilən hər hansı digər sərf ölçmələrindən daha dəqiq nəticələr verir.

- ADCP ilə edilən sərf ölçmələri daha qısa müddətdə aparılır və qayıq, kanat yolu ilə edilən ölçmələrə nisbətən insan sağlamlığı üçün daha təhlükəsizdir.

- Müasir dövrdə informasiya və telekommunikasiya texnologiyalarının inkişafından istifadə etmək hesabına su təsərrüfatında mərkəzləşmiş SCADA sistemlərini yaratmaq, su sərfinə ümumilikdə nəzarət sistemlərinin yaradılmasına böyük perspektivlər açır.

**Nəticə.** Beləliklə, müasir ölçmə üsulu hesab edilən Akustik dopler cihazı ilə su sərfiyyatının ölçülməsinin üstünlükləri nəzərə alındıqda, çaylar və kanallar üçün bu metodun tətbiqi məqsədəuyğun hesab edilə bilər.

## ƏDƏBİYYAT

1. Dağdelen E, “Debi Ölçümü”, 2012. [In Turkey:]
2. Методы измерения скорости течения в реке или канале, [https://www.xn--80aicmxhn.xn--p1ai/info/articles/izmerenie\\_skorostei\\_v\\_rekax.htm](https://www.xn--80aicmxhn.xn--p1ai/info/articles/izmerenie_skorostei_v_rekax.htm), Giriş tarixi: 10.08.2024
3. Kukul M, “Akim Anahtar Eğrilerinin İrdelenmesi” İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2008, [In Turkey:]

4. Gemici E, Ardıçlıoğlu M, Kocabaş F, “Akarsularda debinin yapay zeka yöntemleri ile modellenmesi”, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.No.2 (2013) s.135-143. [In Turkey:]
5. The Doppler Effect, <https://scienceready.com.au/pages/dopplers-effect>, Giriş tarixi: 20.08.2024
6. Alaaddin Revaha K, Günlük yaşamda dopler etkisinin kullanım alanları, Sanat ve İnsan Dergisi, 2019 - 3(2) ISSN 1309 – 7156
7. “Hidrometrik Ölçüm Yönergesi”, Tarım Ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Ankara, 2019. [In Turkey:]
8. Hayrattin P, “Akustik yöntemlerle akıntı tespiti ve İstanbul boğazı uygulamaları”, Yüksek lisans tezi, İstanbul universiteti, 2001
9. “Greyline AVFM 6.1”, <file:///C:/Users/hp/Downloads/QZ02L-SS-02-SD.pdf>, Giriş tarixi: 15.09.2024
10. Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, 39, K.Niyaziy str. Tashkent, 100000, Uzbekistan

**SUMMARY**  
**FLOW MEASUREMENT USING THE ACOUSTIC DOPPLER EFFECT**

*Rzayev A. H., Mammadli M. I.*

**Keywords:** *flow rate, Acoustic Doppler effect, Acoustic Doppler device, acoustic waves.*

With the growing world population and industrial development, as a result of excessive consumption and pollution of water resources, the demand for these resources is increasing day by day. Today, water shortage is an important problem in many countries of the world, and efficient management of water resources has begun to take its place among the priority issues. In the article, compared to other methods, it is accepted that the process of determining water consumption with the Acoustic Doppler device, which is considered a modern measurement method, is carried out in a shorter time and is safer for human life.

**РЕЗЮМЕ**

**ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКУСТИЧЕСКОГО ДОПЛЕРА ЭФФЕКТА**

*Рзаев А. Х, Мамедли М. И*

**Ключевые слова:** *потребление воды, акустический доплеровский эффект, акустический доплеровский прибор, акустические волны.*

С ростом населения мира и развитием промышленности, в результате чрезмерного потребления и загрязнения водных ресурсов, спрос на эти ресурсы растет с каждым днем. Сегодня дефицит воды является важной проблемой во многих странах мира, а эффективное управление водными ресурсами стало занимать свое место среди приоритетных вопросов. В статье по сравнению с другими методами принято, что процесс определения потребления воды с помощью прибора Акустический доплер, который считается современным методом измерения, осуществляется в более короткие сроки и более безопасен для жизни человека.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	14.10.2024
	Son variant	25.11.2024

UOT 620.19

DOI 10.54758/16801245\_2024\_24\_4\_91

## METALLARIN KORROZİYADAN MÜHAFİZƏSİ

<sup>1</sup>ŞAMXALOVA SƏDAQƏT ƏHMƏD qızı  
<sup>2</sup>MƏMMƏDZADƏ RUHİYYƏ KAZİM qızı [ORCID](#)  
<sup>3</sup>RƏHİMOVA ARZU FEYZİ qızı

*Akademik Əli Quliyev adına Aşqarlar Kimyası İnstitutu, 1-təhsil şöbəsinin müdiri*  
*Sumqayıt Dövlət Universiteti, 2-dosent*  
*Sumqayıt Dövlət Universitetinin nəzdində Sumqayıt Dövlət Texniki Kollec, 3-müəllim*  
[ruhiyya.mammadzada@sdu.edu.az](mailto:ruhiyya.mammadzada@sdu.edu.az)

*Açar sözlər: Mineral duzlar, korroziya prosesləri, elektrokimyəvi, torpaq, metal*

Elektrik veriliş xətlərinin (EVX) dayaqlarının istismarı və onların üzərində aparılan nəzəri və təcrübi tədqiqatlar göstərmişdir ki, metal dayaqların və onların konstruktiv elementlərinin etibarlı işləmələri çox saylı amillərdən asılıdır və bu amillər bir-biri ilə qarşılıqlı şəkildə sıx əlaqədədir. Metal dayaqların etibarlılığını müəyyən edən amilləri şərti olaraq 2 qrupa ayırmaq olar: obyektiv və subyektiv amillər.

Obyektiv amillərə - xarici mühitin təsiri ( torpaq-iqlim, meteoroloji, mexaniki, elektrik və sairə amillər) aiddir.

Subyektiv amillərə isə insanların fəaliyyətindən müəyyən ölçüdə asılı olanlar aiddir, buna misal olaraq layihə zamanı çıxarılan qərarlar, quraşdırma, elementlərin hazırlanması və metal dayaqların istismarını göstərmək olar.

Qeyd etmək lazımdır ki, EVX və onun elementləri üzrə obyektiv amillər kifayət qədər öyrənilməmişdir. Elə buna görə də baxdığımız obyektlərdə bu məsələlərə fikir verilir.

Obyektiv amillərlə əlaqədar bir sıra amilləri nəzərdən keçirək. Bu amillər aşağıdakı korroziya növləri ilə əlaqədardır:

1. Atmosfer korroziyası. EVX-nin yerləşdiyi dənizkənarı zonalarda atmosfer korroziyası əsas amillərdən biridir. Bu zonalarda bütün il ərzində havanın nisbi rütubətliliyi 68-72 % olur. Ümumiyyətlə atmosfer korroziyası üç yerə ayrılır:

-quru korroziya ( havanın nisbi rütubətliliyi 60 % - ə qədər olduqda)

-nəm korroziya ( havanın nisbi rütubətliliyi 60 % -dən böyük olduqda)

-yaş korroziya ( havanın nisbi rütubətliliyi 100% olduqda - qar , yağış və şəh düşən zaman)

2. Aralıq korroziyası. Bu, dayaqların elementlərinin bir-biri ilə birləşməsi kəpik olmadığı zaman yaranır. Aralıq korroziyası keyfiyyətsiz qaynaq aparıldıqda da qaynaq tikişləri arasında yaranır.

3. Torpaq korroziyası. Bu torpaqdakı suda həll olan duzların miqdarından, torpağın nəmliyindən, məsaməliyindən, strukturlugundan, qələvililiyindən, turşulugundan və s asılıdır.

Qeyd edək ki torpaqda əsasən - Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, anionları olması torpağın laylılığı, üst laylarda yumşaq, alt laylarda sıx olması və oksigenin torpağa daxil olması – aerasiya da torpaq korroziya prosesini artırır.

4 Səthaltı korroziya. Bu korroziya zamanı dayaq elementləri öz normal ölçüsündən 3-5 dəfə artıq ölçüyə malik olur. Qalınlığı 8-10 mm olan element ayrı –ayrı qatlardan ibarət görünüşə malikdir və qalınlığı isə əvvəlki ölçüdən 5-7 dəfə artıqdır. Səthaltı korroziya kövrəkləşmiş pas qatlardan ibarət olur və mexaniki təsir göstərildikdə ovulub tökülür. Bu kimi zədələnmələr metalın mexaniki möhkəmliyini olduqca azaldır. Nəticədə metal dayaqların elementlərinin, dəmir beton

dayağın traverslərinin, torpaqlayıcı naqillərin, bəzi hallarda armaturların özlərinin poladlıq xassəsini itirmələri aşkar edilmişdir. Dagılma və zədələnmə nəticəsində dayağın elementləri özünün poladlıq xassəsini itirir.

Zonalar üzrə torpağın tipi aşağıdakı kimi təyin edilir. Bu zaman torpağın sərtliyi üçün yer qazılır. Torpağın profilinin qalınlığı, rəngi və möhkəmliyi, layların strukturu, mexaniki tərkibi, rütubətliyi və s. müəyyən edilir. Sahələrin müxtəlif səviyyəsində hündürlükləri, ərazinin relyefi və digər marfoloji əlamətləri qeyd edilir. Çox saylı mühəndis axtarışlarında, ədəbiyyat mənbələrinə torpaq örtüyü haqqında fond materiallarına, torpağın geoloji quruluşuna və relyefinə görə Azərbaycan Respublikası dənizkənarı torpaqlarının müxtəlif zonalara bölünməsi məsələsinə baxılmışdır. Bu zaman torpaq-iqlim amillərini nəzərə alaraq dənizkənarı zonaların torpaqlarının fiziki-kimyəvi, qranulometrik, torpağın su-fiziki quruluşuna və s. əsasən yaradılmış və 3 zona göstərilmişdir.

**1-ci zona** – dənizkənarı qumluqlardan ibarətdir. Bu zona ensiz qurşaq təşkil edir və iri narin qum dənələri və balıqqulaqları ilə zəngindir.

Korroziya təhlükəsi yaranan Cl və SO<sub>4</sub> anionlarının miqdarı üst laylara nisbətən aşağı laylarda azalır. Bu anionlar metalların korroziyaya uqramasını sürətləndirir.

Torpağın ən əsas xarakteristikalarından biri onun məsaməliliyidir. Yəni hava və rütubətin torpağa nüfuz etməsi qabiliyyətidir. Torpağın aerasiya tərkibi onun strukturundan çox asılıdır. Torpağın strukturu onun qranulometrik analizi ilə müəyyən edilir. Qranul ölçüsü az olduqda havanın torpağa daxil olması az olur. Bu zaman korroziya zədələnməsi də azalır. Ədəbiyyatlarda qeyd edilir ki, poladın gildəki korroziya sürəti qumlardakından 5 – 7 dəfə azdır. Aparılan bir sıra analizlərə görə dənizkənarı qumluqlar zonasında iri dənəli qumlar və balıqqulaqlarının qranul ölçüləri 0,2 – 0,55 mm-dir. Torpağın strukturası onun qranulometrik analizi ilə müəyyən edilir. Aparılmış analizlərin nəticəsi aşağıdakı cədvəldə göstərilmişdir.

**Cədvəl 1.**

*Torpağın qranulometrik analizi*

Torpağın üst qatının tipi	Qranulun diametri,mm
İri dənəli qum	0,55 – 1,8
Orta dənəli qum	0,26 – 0,58
Kiçik dənəli qum	0,051 – 0,2

Torpaqdakı suda həll olunan duzların miqdarı çox olduqda yeraltı qurğularda korroziya prosesi güclənəcəkdir. Torpağın aqressivliyi kimyəvi üsulla - su çəkimi analizi ilə təyin edilir. Bu məqsədlə dənizsahili zonaların bir sıra sahələrinin torpağındakı hidrogen ionlarının və habelə suda həll olan duzların miqdarını öyrənmək məqsədi ilə kimyəvi analiz aparılmışdır.

Torpağın turşuluğu, qələviliyi və duzluluğu onların elektrolit xüsusiyyətini göstərir. Məlum olduğu kimi torpaqdakı hidrogen ionlarının miqdarını göstərən pH korroziya qorxusu yaradır. Neytral məhlulda hidrogen ionları  $H^+=10^{-7}$ , turş məhlulda  $H^+ > 10^{-7}$  və qələvi məhlulda  $H^+ < 10^{-7}$  pH işarəsi  $pH = \frac{1}{1gH}$  kimi basa düşülür.  $H^+=10^{-7}$  olduqda  $pH = \frac{1}{1gH} = -1gH = -1g10^{-7} = 7$ . Məhlulda turşuluq artdıqca pH azalır, qələvilik artdıqca isə pH artır. Turş mühitdə  $pH < 7$ , qələvi mühitdə isə  $pH > 7$  olur.

Torpaqdakı suda həll olan duzların miqdarı çox olduqca, yeraltı qurğularda korroziya prosesi güclənəcəkdir. Torpağın aqressivliyi kimyəvi üsulla - su çəkimi analizi ilə təyin edilir. Bu məqsədlə dəniz sahili zonaların bir sıra sahələrinin torpağındakı hidrogen ionlarının və habelə suda həll olan duzların miqdarını öyrənmək məqsədilə kimyəvi analiz aparılmışdır və bunlar cədvəl 2-də göstərilmişdir.

**Cədvəl 2.**

*Suda həll olan duzların analizi*

№	Sahənin adı	Dərinlik	Duzların miqdarı	pH	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na
1	Sumqayıt	0-50	3,011	4,6	0,018	0,514	0,512	0,213	0,024	0,070
		50-100	3,191	5,0	0,026	1,593	1,580	0,271	0,028	0,294
2	Siyəzən	100-150	3,267	5,9	0,029	0,645	1,603	0,307	0,012	0,671
		150-200	3,304	6,6	0,031	0,673	1,619	0,316	0,010	0,55

**2-ci zona** yarımşəhra zonasında nizbətən düzənlik relyef sahələrində yayılan ibtidai boz və tala şəkilli boz-qonur torpaqlardan ibarətdir.

Tədqiqat materiallarına görə bu torpaqlar yüngül gilcəli hissələri olmaqla qumlardan ibarətdir. Azərbaycan Respublikasının dəniz sahili torpaqları, iri qum və balıqqulaqları ilə zəngindir. Əsasən bu qumlar 3-100 sm qalınlığında olur. Üst laylarda 50 sm-ə qədər narin qum və parçalanmış balıqqulaqları və balıqqulaqları qarışığı, alt laylarda isə 6—100 sm qalınlığında sementləşmiş balıqqulaqları yerləşir. Bu hal torpağın həmin layda sıx olmasını göstərir. Hava rütubətli olduqda yeraltı metal qurğular təmiz qumda belə torpaq korroziyasına uğrayır, xüsusilə qumlar iri dənəli və rütubətli olduqda torpaq korroziyası şiddətli şəkildə gedir. Qeyd etmək lazımdır ki, qumlu torpaqdakı havanın miqdarı artdıqca sürəti müəyyən həddə qədər artır, sonra isə havanın artmasının davamı ilə əlaqədar torpağın quruması nəticəsində onun rütubətliliyi azalır. Su çəkimi analizinə görə bu torpaqlar şorlaşmamışdır. Cədvəl 3-dən göründüyü kimi Cl və SO<sub>4</sub> anionları 0,3- 0,5 metr dərinliklərində çox olub, aşağı laylar getdikcə ( 0,6 - 2) metr azalır.

**Cədvəl 3.**

*Su çəkimi analizi*

Sahələr	Dərinlik, sm	Zona	pH	Quru qalıq	Duzların cəmi	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na
Sumqayıt	0,45	III	5,6	2,924	2,914	0,054	-	0,393	0,752	0,985	0,02	0,71
	45-95		5,6	2,845	2,833	0,053	-	0,352	0,741	0,986	0,021	0,68
	0-45		7,6	0,0780	0,0771	0,024	-	0,016	0,014	0,0001	0,002	0,021
	45-100		7,7	0,126	0,118	0,037	-	0,026	0,026	0,002	0,003	0,024
Siyəzən	100-145	II	7,7	0,741	0,737	0,041	-	0,38	0,29	0,002	0,004	0,020
	145-200		7,6	1,785	1,779	0,052	-	0,075	0,71	0,003	0,004	0,26

2-ci zonada relyefin hündür sahələrində torpaq gilli və gilcəli qumlardan, alçaq sahələrində isə gilcəli qumludur. Gilli torpaqda məsamələrin kiçik olması nəticəsində havadaki oksigenin daxil olması çətinləşir, qumlu torpaqda xüsusilə iri dənəli qumlu torpaqda məsamələrin böyük olması ilə oksigenin daxil olması asanlaşır. Bu hal torpaq korroziyasını müəyyən edir, belə ki, torpaq altındakı qurğuya oksigenin daxil olması torpaq korroziyasını yaradan əsas amillərdən biridir.

Boz qonur torpaqlar əsasən zəif və orta dərəcədə şorəkləşmişdir. Boz-qonur torpaqların 2 metrdən aşağı laylarında suda həll olan duzların miqdarı 2 %- dən artıqdır. Bu torpaqların aşağı laylarında Na kationu Cl və SO<sub>4</sub> anionları üstünlük təşkil edir. Bu zonanın torpaqlarını qumlu, daşlı sahələri olan sovrulmuş qumlardan ibarət olan boz torpaqlar təşkil edir.

3-cü zona şoranvari və şoran torpaqlardan ibarətdir. Bu dənizkənarı zonanın şoran torpaqları ayrıca zona təşkil etmir. 1-ci və 2-ci zonalar daxilində yayılmışdır, lakin EVX- nin konstruktiv hissələrinin tətbiq etmək baxımından, istismarı ilə əlaqədar olaraq şoran torpaq sahələrini ayrıca zona şəklinə verilməsi labüddür. Bu şoran torpaqlar gilli qumlardan və gillərdən ibarətdir. Şoran və şoranvari torpaqlarda yay aylarında güclü buxarlanma nəticəsində torpağın səthində 1-4 sm -ə qədər qalınlığında duz layı müşahidə edilir. Bu zonanın torpaqlarının şorlaşma dərəcəsi və kimyəvi tərkibi su çəkimi analizinə görə anion və kationların müqayisəsi ilə müəyyən edilir. Temperaturun

artması ilə yay fəslində qrunut suları buxarlanır və duzlar torpağın üst layında toplanır. Beləliklə, torpaq əmələ gətirən suxurlarda zəngin duz laylarının toplanması soranlılığı yaradır.

### ƏDƏBİYYAT

1. Китушин М.Н. Надежность электроэнергетических систем. – М.: Высшая школа, 1984, 256 с.
2. Кərimov A.M., Ağayev A.D., Məmmədzadə R.K. Hava xətlərinin konstruktiv quruluşunun texniki vəziyyətinin təhlili. Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin xəbərlərinin xəbərləri, Bakı, 2001 № 5, s , 72-76
3. Фархадзаде Э. М., Демин Ю.В., Агаев А.Д., Мамедзаде Р.К., Повышение надежности заземляющих проводников опор ЛЭП, расположенных в агрессивных почвенно-климатических условиях. «Электротехника», 2001, №10, с. 59-61.

### SUMMARY

#### PROTECTING METALS FROM CORROSION

*Shamkhalova S.A., Mamedzade R.K., Ragimova A.F.*

**Key words:** *mineral salts, corrosion processes, electrochemical, soil, metal.*

The presented article determines the composition of the soil layers in which the supports of power lines located in coastal areas are located and their corrosion properties are determined. In these zones, the rate of influence of soil corrosion activity on metal is determined.

### РЕЗЮМЕ

#### ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ ОТ КОРРОЗИИ

*Шамхалова С.А., Мамедзаде Р.К., Рагимова А.Ф.*

**Ключевые слова:** *минеральные соли, коррозионные процессы, электрохимическая, почва, металл.*

В представленной статье определен состав слоев грунта в которых расположены опоры линий электропередачи, расположенных в приморских зонах и определены их коррозионные свойства. В этих зонах определена скорость воздействия коррозионной активности грунта на металл.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	21.06.2024
	Son variant	30.09.2024



UOT 621.3

DOI 10.54758/16801245\_2024\_24\_4\_95

## ROBOTOTEXNİKİ KOMPLEKSLƏRDƏ XƏTTİ VƏ BUCAQ YERDƏYİŞMƏLƏRİNİ EYİNİ VAXTDA ÖLÇƏN VERİCİNİN İŞLƏNİLMƏSİ

MƏMMƏDOVA ŞƏFAQƏT TELMAN qızı [ORCID](#)

*Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, dissertant*  
[shafaqat.mammadova@sdu.edu.az](mailto:shafaqat.mammadova@sdu.edu.az)

*Açar sözlər: silindir, induktiv verici, xətti və bucaq yerdəyişmə, təsirlənmə dolqaları*

Müasir dövrdə inkişaf edən ölkələrin iqtisadiyyatının yüksək tempə inkişafını təmin edən istiqamətlərdən biri sənayenin kompleks avtomatlaşdırılmasıdır. Maşınqayırma, metallurgiya, cihazqayırma və digər sənaye sahələrinin avtomatlaşdırılması məqsədilə bir çox müəssisələrin texnoloji xətlərində mikroprosessorlu idarəetmənin, məntiqi proqramlaşdırmanın, avtomatik tənzimlənmənin, sensorlu informasiya–ölçmənin, kabelli və kabelsiz idarəetmə şəbəkəsinin tətbiqi tələb olunur. Təhlil olunan sənaye sahələrində çox çeşidli keyfiyyətli məhsulların istehsalını təmin etmək üçün çevik istehsalat sahələri (ÇİS), robototexniki komplekslər (RTK), avtomatik nəqliyyat xətləri, rəqəmli proqramla idarə olunan texnoloji modullar və digər texniki sistemlər geniş tətbiq olunur [1,2].

Çevik istehsalat sistemlərinin robototexniki komplekslərində mürəkkəb xarakterli, paralel, təhlükəsiz və yüksək məhsuldarlıqla işləyən sənaye robotların işlənməsi tələb olunur. Lakin, yüksək texnoloji göstəriciləri təmin etmək üçün intellektual prinsiplərlə işləyən verici istifadə olunmalıdır. Bununla əlaqədar olaraq, robototexniki kompleksdə dəzgahlara xidmət edən sənaye robotunun qolunun dirsək hissəsində eyni vaxtda xətti və bucaq yerdəyişmələrini ölçən ayrı -ayrı vericilər tətbiq olunur [3,4]. Təhlil olunan xətti və bucaq yerdəyişmə vericilərinin sxematik olaraq hər iki ölçü dövrəsinin dolaqlar sistemi təsirlənmə və ölçü dolaqları tərənəmli silindrik nüvənin daxilində açılmış dairəvi yuvalarında yerləşdirilir. Bu tip vericilərin ölçü dövrlərinə aid olan təsirlənmə öz aralarında düz ardıcıl, ölçü dolaqları isə tərs ardıcıl qoşulur, həm irəliləmə, həm də bucaq dönmə üzrə hərəkət edə bilən yarım silindirlə rotorun açılışı eni sabit düzbucaqlı şəkildə olur [5].

Bu vericilərin çatışmayan cəhəti ondan ibarətdir ki, onun xətti yerdəyişmə dövrəsi aşağı həssaslığa malikdir.

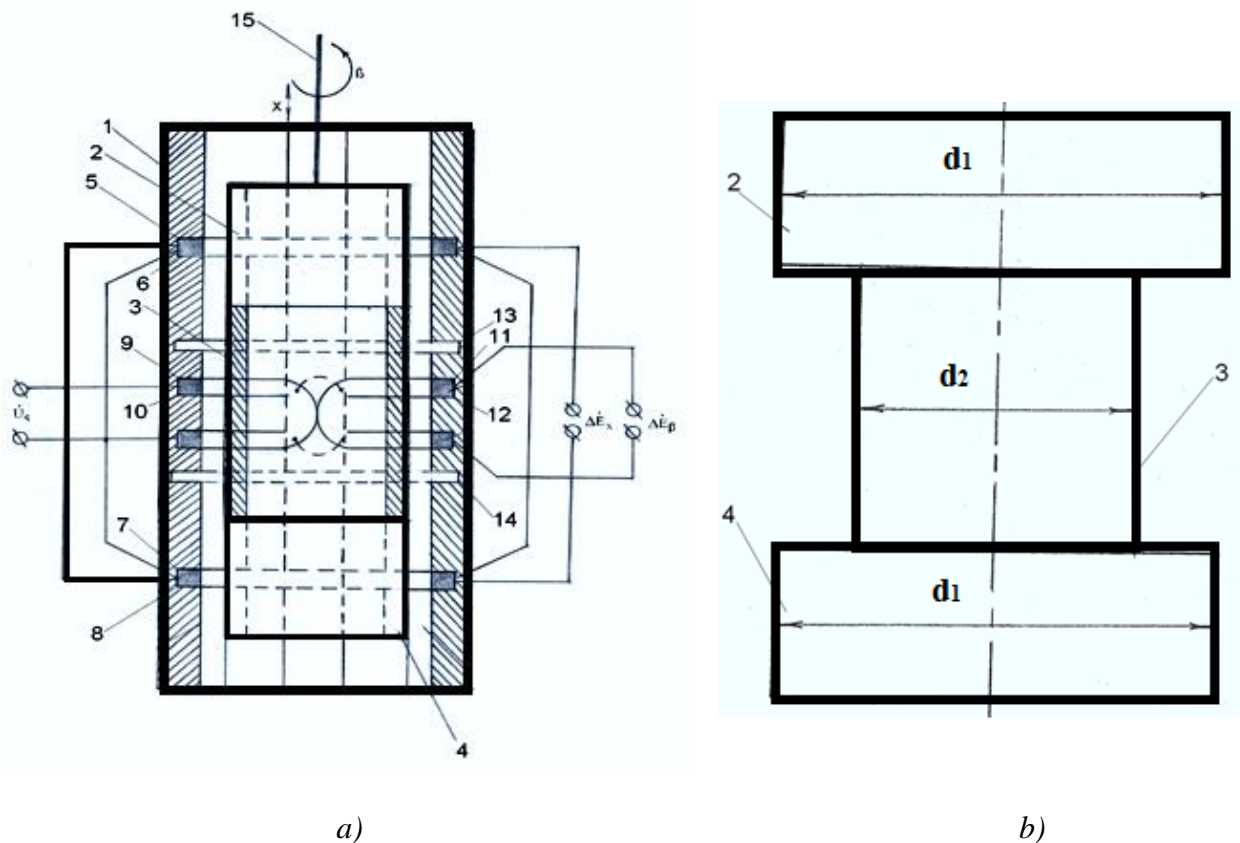
Bununla əlaqədar olaraq, məqsəd qoyulmuşdur ki, xətti və bucaq yerdəyişmələrini ölçən vericinin xətti yerdəyişmə dövrəsinin həssaslığını artırmaq və sənaye robotunun qolunun dirsək hissəsində istifadə etməklə daha etibarlı idarəetmə sistemini və hərəkət trayektoriyasını planlaşdırmaq.

Qarşıya qoyulan məsələnin həllinə nail olmaq üçün vericinin rotorunun konstruksiyası elə dəyişdirilir ki, bucaq yerdəyişməsini ölçən dolaqlar sistemini örtən rotor hissəsi əvvəlki kimi yarım silindir, xətti yerdəyişməni ölçən dolaqlar sistemini örtən rotor hissəsi isə tam silindir şəklində hazırlanır, bu da xətti yerdəyişmənin həssaslığını artırmağa imkan verir. Bununla da xətti yerdəyişməni ölçərkən bucaq yerdəyişməsinə uyğun e.h.q.-nin və bucaq yerdəyişməsini ölçərkən xətti yerdəyişməyə uyğun e.h.q.-nin qiyməti dəyişməz qalır.

Xətti və bucaq yerdəyişmələrini eyni vaxtda ölçən iki ölçülü induktiv verici, daxili səthində sonluqlardan bərabər məsafədə olmaqla dairəvi açılmış paralel yuvaların hər birində təsirlənmə və ölçü dolaqlar sistemi yerləşən statorun və onunla koksial yerləşdirilmiş nazik divarlı yarım silindirlə örtülən rotordan, dövrlər arasındakı qarşılıqlı təsiri azaltmaq məqsədilə statorun açılmış

ensiz yuvalardan ibarət olub, onunla fərqlənir ki, xətti yerdəyişməni ölçən dolaqlar sistemi nazik divarlı rotorun sonluqlarından iki tam silindirin hissələri ilə ölçü diapozonu boyu örtülür [6].

Şək.1.-də xətti və bucaq yerdəyişməsini ölçən vericinin konstruktiv sxemi verilmişdir. Xətti və bucaq yerdəyişmələrini ölçən induktiv verici statorun – 1 daxilində onun dairəsi üzrə açılmış yuvalarda xətti yerdəyişmə üçün təsirlənmə və ölçü dolaqları 5, 6 yuvalarında yerləşdirilir.



**Şəkil 1a, b.** Xətti və bucaq yerdəyişməsini ölçən vericinin konstruktiv sxemi

Xətti yerdəyişmənin dolaqlar sistemi yerləşən yuvaların arasındakı məsafənin orta hissəsində bir-birinə yaxın diametri üzrə açılmış, yuvalarda vericinin bucaq dönməsinin ölçülməsi üçün təsirlənmə və ölçü dolaqları sistemi - 7, 8, 9, 10 yuvalarında yerləşdirilir. Tərpənməz nüvə işərisində bucaq ölçü dolaqlarından bərabər məsafədə 11, 12 ensiz yuvaları açılır. Vericinin hər iki ölçü dövrəsinə aid olan ölçü dolaqları diferensial sxem üzrə yığılır və çıxışda  $\Delta \dot{E}_x$ ,  $\Delta \dot{E}_\beta$  elektrik hərəkət qüvvəsini göstərir, hər iki dövrənin təsirlənmə dolaqları isə bir-birinə paralel qoşularaq  $U_q$  dəyişən gərginlik mənbəyindən qidalandırılır. Vericinin rotor oxu 13 vasitəsilə obyektə əlaqələndirilir [6].

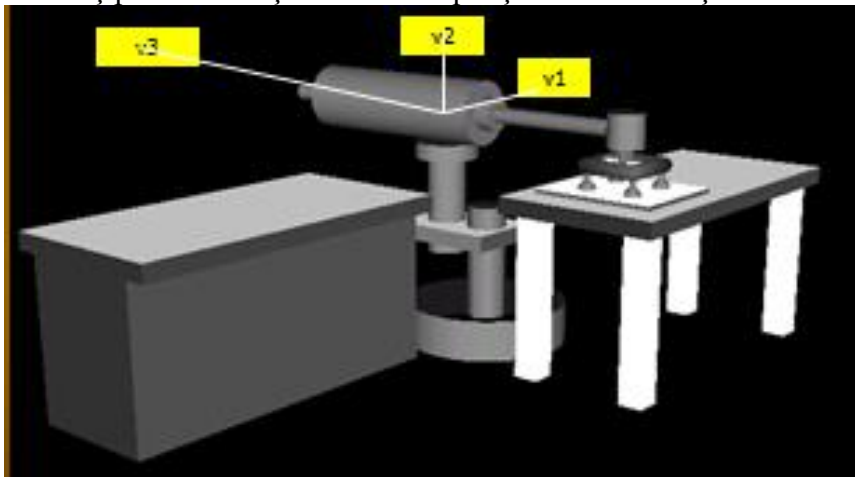
Şəkil 1 b-dən görüldüyü kimi, rotorun açılışı və düzbucaqlı olan ferromaqnit 2, 3, 4 hissələridir. Rotorun 2 və 3 hissələri nazik divarlı tam və 4 hissəsi isə yarım silindr şəklində hazırlanır. Silindirlərin yuxarıda göstərilən formada hazırlanması şəkl.1b-də göstəriləndiyi kimi stator yuvalarında 5, 6 yerləşən yerdəyişmə dövrəsinin dolaqlar sistemini dairə üzrə tam örtür və ölçü diapazonunda dəyişməz qalır.

Xətti və bucaq yerdəyişmələrini ölçən induktiv verici aşağıdakı prinsiplə işləyir [7]. Rotorun 2 ilkin vəziyyətində hər iki ölçü dövrəsinin çıxışında alınan elektrik hərəkət qüvvəsinin qiyməti sıfıra bərabər olur. Obyektə əlaqəli olan ox 13, məsələn, saat əqrəbi istiqamətində  $\beta$  bucağı qədər döndükdə dolaqlar 7,8 sisteminin rotor tərəfindən örtülməsi azalır, dolaqlar 9,10 sisteminin

rotor tərəfindən örtülməsi isə artır. Nəticədə bucaq yerdəyişmənin diferensial sxem üzrə qoşulmuş ölçü dolaqlarının çıxışında alınan  $\Delta \dot{E}_\beta$  e.h.q-nin qiyməti artır. Alınmış e.h.q-nin qiyməti birbaşa rotorun bucaq dönməsinə mütənasib olur. Obyektin xətti  $X$  yerdəyişməsi oxu 13 vasitəsilə rotora ötürülür. Rotorun xətti yerdəyişməsi hesabına, məsələn, onun aşağı hərəkətində stator yuvası 5 də yerləşən dolağın dövrəsinin maqnit müqaviməti artır, yuva 6 da yerləşən dolağın dövrəsinin maqnit müqaviməti isə azalır. Yuva 5 və 6 da olan ölçü dolaqlarının çıxışında alınan  $\Delta \dot{E}_x$  e.h.q. artmış olur. Alınmış e.h.q.  $X$  yerdəyişməsinə mütənasibdir. Bucaq yerdəyişmə ölçülərkən rotorun istənilən vəziyyətində xətti yerdəyişməsinə uyğun alınan e.h.q. dəyişməz qalır. Eyni qayda üzrə xətti yerdəyişmə ölçülərkən rotorun istənilən vəziyyətində bucaq yerdəyişməyə uyğun olan e.h.q-nin qiyməti dəyişməz qalır. Beləliklə, vericinin ölçü dövrləri arasında qarşılıqlı təsirdən yaranan xəta minimum olur (sıfıra yaxın).

Xətti və bucaq yerdəyişməsini ölçən vericinin iş prinsipinə əsaslanaraq qeyd etmək olar ki, aşağıdakı xüsusiyyətlərə malikdir [8]:

- təklif olunan verici üç müstəqil ölçü dövrəsi vardır;
  - konstraktiv olaraq yaradılmış verici hərəkət edən və tərpənməz iki silindrik nüvədən ibarətdir;
  - tərpənməz nüvə içi tam silindrik formada hazırlanır;
  - hər iki nüvə polad materialından hazırlanır;
  - vericinin ölçü dövrləri mis naqıldən dolaq formasında hazırlanır və silindrik diametri üzrə açılmış yuvalarda yerləşdirilir;
  - tərpənməz yuvanın ikikənar yuvalarda vericinin xətti yerdəyişməsi və temperaturunu ölçən dolaqları yerləşdirilir.
  - vericinin bucaq dönmə dövrəsi xətti dövrədə olduğu kimi iki cüt dolaqlıdır;
  - bir cüt dolaqlar təsirlənmə dolağı olub öz aralarında düz ardıcıl sxem üzrə qoşulur;
  - bu dolaqların çıxışından götürülən açıq bucaq dönməni ölçməyə imkan verir.
- Sənaye robotunda üç parametri ölçən vericinin quraşdırılma sxemi şəkl. 2-də verilir [9].



**Şəkil 2.** Üç parametri ölçən vericinin sənaye robotunda quraşdırılma sxemi  
Burada V1- xətti yerdəyişməni ölçən verici hissəsi;  
V2- bucaq yerdəyişməsini ölçən verici hissəsi;  
V3- temperatur ölçən verici hissəsi.

Təklif olunan xətti və bucaq yerdəyişmələrini eyni vaxtda ölçən iki ölçülü induktiv verici, daxili səthində uclardan bərabər məsafədə olan dairəvi yuvalarda təsirlənmə dolağı yerləşən silindrik nüvədən, onunla koaksial yerləşdirilmiş, xarici səthində uclarına yaxın yerdə iki cüt dairəvi yuvalarda xətti yerdəyişməni ölçmək üçün dolaqlar sistemi, həmin silindirin uzunluğu boyu açılmış yuvalarda bucaq yerdəyişməni ölçən ferromaqnit rotordan ibarət olub onunla fərqlənir ki, dəqiqliyi və həssaslığı yüksəltmək məqsədilə xətti və bucaq yerdəyişmələrini ölçmək üçün olan təsirlənmə və

ölçü dolaqlar sistemi tərpənməz silindirin daxilində açılmış dairəvi yuvalarda yerləşdirilir. Xətti və bucaq yerdəyişmə dövrləri arasında ensiz yuvalar açılır ki, bu da ölçü dövrləri arasındakı qarşılıqlı təsiri azaldır.

#### **Nəticə**

Xətti və bucaq yerdəyişmələrini eyni vaxtda ölçən iki ölçülü induktiv verici, daxili səthində sonluqlardan bərabər məsafədə olmaqla dairəvi açılmış paralel yuvaların hər birində təsirlənmə və ölçü dolaqlar sistemi yerləşən statordan və onunla koksial yerləşdirilmiş nazik divarlı yarım silindirlə örtülən rotordan, dövrlər arasındakı qarşılıqlı təsiri azaltmaq məqsədilə statorda açılmış ensiz yuvalardan ibarət olub, **onunla fərqlənir ki**, xətti yerdəyişməni ölçən dolaqlar sistemi nazik divarlı rotorun sonluqlarından iki tam silindirin hissələri ilə ölçü diapozonu boyu örtülür.

#### **ƏDƏBİYYAT**

1. Singh N. System Approach to Computer-Integrated Design and Manufacturing, –USA: –2002, –p.132-145.
2. Mamedov J.F., Mustafayev V.A., Gurbanova Sh.M. Automation design of the flexible manufacturing module. *İzv. ANA Seriyə fiziko-texn. i mat.nauk*, t XXI, –Baku: 2001. №3, –p. 56-59.
3. Никовин Э. Современные датчики и механизмы, их развитие// *Электронные коммуникации*, 2003, №2, 314 стр.
4. Мокров Е. А., Крысин Ю. М., Трофимов А. А., Шамраков А. Л. Датчики механических величин // Учебное пособие, ИИЦ ПТУ, –2009. -152 с.
5. Мамедов Ф.И., Асадова Р.Ш., Дадашева Р.Б., Мамедова Ш.Т., Гидаятзаде С.Г. Датчик линейных перемещений. Евразийская патентная организация евразийское патентное ведомство. Евразийский патент № 030136. Заявка № 201600407. 29 июня 2018 г.
6. Мамедов Ф.И., Рагимов И.Н. Двухмерный датчик для систем управления станками. //Проблемы Энергетики, –2004, №2, –с.64-67.
7. Мамедов Ф. И., Ширинова А.Я., Дадашева Р.Б., Мамедова Ш.Т. Оценка потерь электроэнергии на катодную защиту при различных способах подключения источника тока. *Журнал Научных публикации. Аспирантов и докторантов*. август, –2015, №8, –с. 94-97.
8. Мамедов Дж.Ф., Абдуллаев Г.С., Мамедова Ш.Т., Валиева Б.А., Попова О.И. Автоматизированный выбор и проектирование элементов системы управления гибкого автоматизированного производства. *Вестник Воронежского государственного технического университета*, Том 15, №1, –2019, –с. 107-111.
9. Мəммədov F.İ., Hüseynov R.A., Məmmədova Ş.T. İxtira İ20090019 “İkiölçülü induktiv verici”.

#### **SUMMARY**

##### **DEVELOPMENT OF A TRANSMITTER THAT MEASURES LINEAR AND ANGULAR DISPLACEMENTS AT THE SAME TIME IN ROBOTIC COMPLEXES**

**Key words:** *cylinder, inductive transmitter, linear and angular displacement, impact waves*

A two-dimensional inductive transmitter that measures linear and angular displacements at the same time consists of a stator with a system of influence and measurement loops in each of the circularly opened parallel slots on its inner surface, equidistant from the ends, and a rotor covered with a thin-walled semi-cylinder coaxial with it, opened in the stator in order to reduce the interaction between the circuits consists of narrow slots, differs in that the loop system measuring the linear displacement is measured from the ends of the thin-walled rotor with parts of two complete cylinders covered throughout the range.

## РЕЗЮМЕ

### РАЗРАБОТКА ПЕРЕДАТЧИКА, ИЗМЕРЯЮЩЕГО ЛИНЕЙНЫЕ И УГЛОВЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОДНОВРЕМЕННО В РОБОТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

**Ключевые слова:** цилиндр, индуктивный излучатель, линейное и угловое перемещение, ударные волны

Двумерный индуктивный датчик, измеряющий линейные и угловые перемещения одновременно, состоит из статора с системой контуров воздействия и измерения в каждой из циркулярно раскрытых параллельных пазов на его внутренней поверхности, равноудаленных от торцов, и ротора, покрытого с соосным с ним тонкостенным полуцилиндром, открытым в статоре с целью уменьшения взаимодействия между цепями, состоит из узких пазов, отличается тем, что система петель измерения линейного перемещения прикрыта с концов тонкостенного ротора с частями двух полных цилиндров во всем диапазоне измерений.

Daхilolma tarixi:	İlkin variant	20.11.2024
	Son variant	16.12.2024

## MÜNDƏRİCAT \* СОДЕРЖАНИЕ \* CONTENTS

**Riyaziyyat. Fizika**

1. *Mусаева M.A.* Методы теории игр в изучении языковых конструкций 4
2. *İslamov M.M., Məmmədova Ü.M.* Matrisli oyunların qarışıq strategiyalarla qrafiki-analitik həll üsulu 9
3. *Hüseynova K.M.* Yb ilə doping olunmuş  $\text{TlInS}_2$  kristallarında elektron şüalanma dozasının qadağan zonasına təsiri 17

**Kimya**

4. *Tapdıqov Ş.Z., İbrahimov X.M., Mustafayev M.M., Hacıyev Ə.Ə.* Lay sularının təcrid edilməsi ilə neftverimin artırılmasında biopolimer əsaslı tərkiblərin hazırlanması və tədqiqi üzrə qısa icmal 23
5. *Hətəmov M.M., Şahgəldiyev F.X., Adilova L.İ., Abdullayeva M.B.* Etilbenzolun yan zəncirdə elektrokimyəvi xlorlaşması 38
6. *Süleymanova P.V.* Etoksinaftalinin katalitik çevrilməsinin tədqiqi 42

**Ekologiya**

7. *Hacıyeva S.R., Bayramov Q.İ., Osmanova T.M.* Neft şlam tullantıları qarışığının  $\text{FeSO}_4$  koagulyantı ilə təmizlənməsinin tədqiqi 46
8. *Tağiyeva S.A.* Metal məmulatların emalında istifadə olunan məhlullar və onların əməyin mühafizəsi baxımından qiymətləndirilməsi 50

**Biologiya**

9. *Namazov N.R., Yusifova S.N.* Şahdağ milli parkında yayılan *Polyporus cinsinə* aid qov göbələklərinin ekofizioloji xüsusiyyətləri 56

**Texnika**

10. *Kuznetsov V.A.* Multiphase model of carbon dioxide for application in carbon capture and storage technologies 61
11. *Seydəliyev İ.M.* İstehsalın təşkili sistemində çevik istehsalın təminatı 68
12. *Rəcəbov İ.S., Əhmədova A.T.* Təbii lif tərkibli məsaməli materiallarının üçölçülü nano və mikro quruluşlarının tədqiqi 75
13. *Saitov V.Y., Allahverdiyev B.A.* Quşların yüksək keyfiyyətli su ilə fasiləsiz təchizatını təmin etmək üçün suvarma sistemlərində içməli su içki qablarına olan tələblər 80
14. *Rzayev A.H., Məmmədli M.İ.* Akustik dopler effekti ilə sərfin ölçülməsi 86
15. *Şamxalova S.Ə., Məmmədzadə R.K., Rəhimova A.F.* Metalların korroziyadan mühafizəsi 91
16. *Məmmədova Ş.T.* Robototexniki komplekslərdə xətti və bucaq yerdəyişmələrini eyni vaxtda ölçən vericinin işlənilməsi 95

---

Kompüter yığıcı  
Texniki redaktor

*S.Şahverdiyeva*  
*E.Həsəratova*

Çapa imzalanmışdır: **28.12.2024**-cü il  
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70\*108 ¼  
Yüksək çap üsulu. Həcmi: 23,18 ş.ç.v.  
Sifariş **82** Tiraj 250 nüsxə.  
Qiyməti müqavilə yolu ilə.

-----  
Sumqayıt Dövlət Universiteti  
Redaksiya və nəşr işləri şöbəsi

**Müxbir ünvan**

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

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

**E-mail:** [sevda.shaxverdiyeva@sdu.edu.az](mailto:sevda.shaxverdiyeva@sdu.edu.az)

