

№1,
2023

МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ғылыми журналды



Научный журнал

МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ



Scientific Journal

MECHANICS & TECHNOLOGIES



Журнал «Механика и технологии»:



Входит в реферативную базу данных Information Service for Physics, Electronics and Computing (INSPEC DIRECT) Института Инжиниринга и Технологий Великобритании.

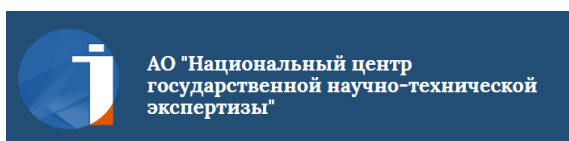
<http://inspecdirect-service.theiet.org/private/home.aspx>



Зарегистрирован в российской национальной библиографической базе данных научного цитирования РИНЦ

http://elibrary.ru/project_risc.asp

<i>Год</i>	<i>Импакт-фактор</i>
2016	0,011
2017	0,032
2018	0,040
2019	0,028
2020	0,034



Имеет импакт-фактор по Казахстанской базе цитирования:

<i>Год</i>	<i>Импакт-фактор</i>
2015	0,030
2016	0,011
2017	0,053
2018	0,054
2019	0,042

http://www.nauka.kz/page.php?page_id=794&lang=1#

Включен в Crossref – официальное агентство регистрации Цифровых Идентификаторов Объекта международного DOI фонда.



<https://www.crossref.org/>

Подписной индекс журнала: 74714 (АО «Казпочта»-«Почтовый сервис»)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«М.Х. ДУЛАТИ атындағы
ТАРАЗ ӨҢІРЛІК УНИВЕРСИТЕТІ»
КЕАҚ



МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ғылыми журнал

ISSN 2308-9865

1994 жылдың қаңтарынан бастап шығады

Жылына төрт рет шығады

№ 1 (79)

Қаңтар-наурыз
2023 ж.

Бас редактор И.И. Бекбасаров

Редакция алқасы: Н.А. Абиев, Б. Абзалбекұлы, Б.А. Алимбаев,
И.И. Бекбасаров, И.С. Бровко, Ю.Л. Винников, С. Ержанов,
А.С. Жақулин, Г.Е. Жидекулова, А.Ж. Жусупбеков,
М.Т. Кейкиманова, Б.А. Койайдаров, С.М. Койбаков,
Ж.Н. Молдамуратов, М.М. Мукимов, М.И. Никитенко,
А. Нурлыбаева, Г.Е. Омарова, С.А. Орынбаев, А.В. Пилягин,
А.А. Сагындыков, Х.Р. Садиева, А.С. Сейтказиев, Н.А. Смирнова,
Б.Ж. Унайбаев, А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

Корректор және компьютерлік беттеу М.Х. Байгельдиева

Редакция мекен-жайы:

080012, Тараз қаласы, Төле би көшесі, 60.

Тел.: 8 7262 45-35-10, факс: 8 7262 43-24-02.

<http://journals.dulaty.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Тіркеу куәлігі №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж
(08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013), №KZ93VPY00027164 (23.09.2020).

Басуға қол қойылған күн 30.03.2023. Форматы 70×180/16. Шартты баспа
табағы 17,44. Тираж 300 дана. Тапсырыс 112.

М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университетінің «Dulaty University»
баспасы. 080000, Тараз қаласы, Ы.Сүлейменов көшесі, 11.

© М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

НАО
«ТАРАЗСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени М.Х. ДУЛАТИ»



МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 2308-9865

Научный журнал
Издается с января 1994 года
Выходит четыре раза в год

№ 1 (79)
Январь-март
2023 г.

Главный редактор И.И. Бекбасаров

Редакционная коллегия: Н.А. Абиев, Б. Абзалбекұлы, Б.А. Алимбаев, И.И. Бекбасаров, И.С. Бровко, Ю.Л. Винников, С. Ержанов, А.С. Жакулин, Г.Е. Жидекулова, А.Ж. Жусупбеков, М.Т. Кейкиманова, Б.А. Койайдаров, С.М. Койбаков, Ж.Н. Молдамуратов, М.М. Мукимов, М.И. Никитенко, А. Нурлыбаева, Г.Е. Омарова, С.А. Орынбаев, А.В. Пилягин, А.А. Сагындыков, Х.Р. Садиева, А.С. Сейтказиев, Н.А. Смирнова, Б.Ж. Унайбаев, А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

Корректор и компьютерная верстка М.Х. Байгельдиева

Адрес редакции:

080012, г. Тараз, ул. Толе би, 60.

Тел.: 8 7262 45-35-10, факс: 8 7262 43-24-02.

<http://journals.dulaty.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Свидетельство о регистрации №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013), №KZ93VPY00027164 (23.09.2020).

Подписано в печать 30.03.2023. Формат 70×180/16. Усл. печ. л. 17,44. Тираж 300 экз. Заявка 112.

Издательство «Dulaty University» Таразского регионального университета им. М.Х. Дулати. 080000, г. Тараз, ул. Ы.Сулейменова, 11.

© Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, 2023

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGH EDUCATION
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

M.Kh. DULATY
TARAZ REGIONAL UNIVERSITY

MECHANICS & TECHNOLOGIES

Scientific Journal

Published since January 1994

Published four times a year



ISSN 2308-9865

No. 1 (79)
January-March
2023

Editor in chief I.I. Bekbasarov

Editorial board: N.A. Abiev, B. Abzalbekuly, B.A. Alimbayev,
I.I. Bekbasarov, I.S. Brovko, M.T. Keikimanova, B.A. Koiaidarov,
S.M. Koibakov, Zh.N. Moldamuratov, M.M. Mukimov, M.I. Nikitenko,
A. Nurlybayeva, G.E. Omarova, S.A. Orynbayev, A.V. Pilyagin,
Kh.R. Sadieva, A.A. Sagyndykov, J. Schulz, A.S. Seitkazyev,
A.N. Semernin, N.A. Smirnova, A.G. Shleikin,
B.Zh. Unaibayev, Yu.L. Vinnikov, S. Yerzhanov, A.S. Zhakulin,
G.Y. Zhidekulova, A.Zh. Zhusupbekov

Press-corrector and computer page makeup M.H. Baigeldiyeva

Editorial address:

080012, Taraz, Tole bi street, 60.

Tel.: 8 7262 45-35-10, fax: 8 7262 43-24-02.

<http://journals.dulaty.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Registration certificate №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013), №KZ93VPY00027164 (23.09.2020).

Signed in print 30.03.2023. Form 70×180/16. Cond. print. sh. 17.44. Edition 300 copies. Application 112.

Printing House «Dulaty University» of Taraz Regional University
named after M.Kh. Dulaty. 080000, Taraz, Suleimenov street, 11.

© M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, 2023

МАЗМУНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

ҚҰРЫЛЫС ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Сағындықов А.А., Нұрлыбаев Б.А., Абуталипов Е.А., Жұмабай А.Ж. Физикалық-механикалық қасиеттері жақсартылған автоклавты газ бетондар	6
Баялиева Г.М., Дүйсенбаева С.Т., Иманбердиева Ж.Т. Силикат-натрий композициялық тұтқыр негізінде ыстыққа төзімді бетондарды күйдіру кезінде болатын физикалық-химиялық процестерді зерттеу	12
Kadyrova Z.R. Refractory materials for construction based on quartzite.....	18
Kirghizbayev A.T. The effect of carbonate fillers on the properties of anhydrite binder and gypsum stone	24

ТАМАҚ ӨНІМДЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Алашбаева Л.Ж., Иванникова Н.В. Өсімдік шикізаттары қосылған тұтас дәнді бидай ұнынан дайындалған нан өнімінің физикалық қасиеттерін зерттеу	28
Маликтаева П.М., Абдикаримова Қ.Ж. Нан өнімдеріне "жеті жарма" кешенді қоспасын енгізу арқылы сапасын жақсарту	34
Байбатыров Т.А., Жумашова Д.А., Умирзакова Г.А. Алма күнжарасы қосылып жасалған тағамдық құндылығы жоғары кондитерлік өнім.....	41
Иванникова Н.В., Алашбаева Л.Ж. Разработка и оценка реологических характеристик безглютеновых бисквитных рулетов.....	49
Mynbayeva A.B., Kelesbekova U.M. Development of a national sour lactic dairy product based on non-boiling cereals and its quality evaluation.....	57
Нуртаева А.Б., Әлтайұлы С., Бекбай С.Қ. Сүт сарысуы негізінде сүтқышқылды өнімнің технологиясын жетілдіру...	62
Василенко З.В., Редько-Бодмер В.В., М.В. Акцызная, М.А. Кузьмич Принципы, особенности, подходы, применяемые в организации питания взрослых и детей в условиях хронической ксеногенной интоксикации.....	70
Байбатыров Т.А., Наурызбаева А.Ж., Аскарбеков Э.Б., Байгазиева Г.И. Алкогольсіз және төмен алкогольді сыраны алу жолдары.....	81

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

- Гуляев Р.А., Султонов А.А., Юнусов Р.Ф., Рафиков Д.Р.,
Гуляева К.Р.**
О разработке системы цифрового дистанционного мониторинга
сельскохозяйственных угодий 93

ЖЕҢІЛ ӨНЕРКӘСІП ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

- Кенжебаев Е.А., Абзалбекулы Б., Елдияр Г.**
Беймата материалдарының беріктік және құрылымдық қасиеттерін
зерттеу 117
- Badanov K.I., Badanova R.R., Badanov I.K.,
Makhanbetaliyeva K.T., Tulendieva G.O, Kasymova G.A.**
Replacement of the visual method for assessing the stability of the coloring
of fabrics with the instrumental 125
- Калдыбаева Г.Ю., Турганбаева А.А.**
Исследование влияния параметров шлихтования на технологические
свойства пряжи в ткачестве 133
- Харлова О.Н., Панферова Е.Г.**
Классификации типов фигур женщин с ограниченными двигательными
возможностями на основе метода анализа иерархий 141

МЕХАНИКА

- Айтказина А.М., Махмут Ә.Ж.**
Математикалық статистикадағы ассоциация және контингенция
коэффициентінің қолданылуы 148
- Наметкулова Р.Ж., Кадиримбетова А.К.**
Сыртқы магнит өрісіндегі магниттелетін сұйықтың қозғалысы..... 153

ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

- Дяденко М.В., Лугин В.Г., Курило И.И., Поспелов А.В.**
Исследование биоактивности и физико-химических свойств стекол
системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ 161
- Назаргалина Н.Ю., Цой И.Г., Кенешбаева Г.Б.**
Изучение адсорбционных свойств метиленового синего ископаемыми
углями..... 175
- Садиева Х.Р., Нурлыбаева А.Н., Дүйсенбаева С.Т., Орынбаева А.**
Барит құрамды кендердің физикалық-химиялық қасиеттерін зерттеу..... 183
- Sugurbekova G.K.**
The synthesis and physico-chemical characterization of graphene oxide and
reduced graphene oxide 191

FTAMP 67.09.31

А.А. Сағындықов¹ - негізгі автор, | ©
Б.А. Нұрлыбаев², Е.А. Абуталипов³, А.Ж. Жұмабай⁴

¹Техн. ғылым. д-ры, профессор, ²Техн. ғылым. канд., доцент,³Магистр, ⁴Магистрант

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-1812-5739>; ²<https://orcid.org/0000-0002-1849-8818>;³<https://orcid.org/0000-0002-0019-9254>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-9002-6903>^{1,2,3,4}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,

Тараз қ., Қазақстан Республикасы

¹ernur.abutalipov98@mail.ru<https://doi.org/10.55956/JPGL3741>

ФИЗИКАЛЫҚ-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ЖАҚСАРТЫЛҒАН АВТОКЛАВТЫ ГАЗ БЕТОНДАР

Андатпа. ЖЭС ұлпа күлдері негізінде жақсартылған құрылыс-пайдалану сипаттамаларға ие, дисперсті арматураланған автоклавты газ бетондарының құрамдары мен физикалық-механикалық қасиеттері арасындағы математикалық тәуелділіктері алынды.

Тірек сөздер: газ бетон, дисперсті арматура, ұлпа күл, газ түзгіш, беріктік, орташа тығыздық, жылу өткізгіштік.



Сағындықов, А.А. Физикалық-механикалық қасиеттері жақсартылған автоклавты газ бетондар [Мәтін] / А.А. Сағындықов, Б.А. Нұрлыбаев, Е.А. Абуталипов, А.Ж. Жұмабай // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №1(79). – Б.6-11. <https://doi.org/10.55956/JPGL3741>

Кіріспе. Құрылыс саласының қарқынды дамуы құрылыс материалдарының өндірісін күрт жоғарылатуды талап етеді. Құрылыс материалдарының номенклатурасын кеңейтетін және сапасын жоғарылататын құрылыс индустриясының басты тренді – қазіргі заманғы жаңа және импорттық технологиялардың пайда болуы екендігін атап кеткен жөн [1-2].

Құрылыс материалдарын көп пайдаланатын тұрғын үй құрылыстарын жүргізу қарқыны үнемі өсіп келеді. Мысалы, Жамбыл облысында 2022 жылы 615 мың шаршы метр тұрғын үй салу жоспарланып отыр.

Қазақстанда құрылыс материалдар саласының ішінде тұрғын үй құрылысында көп пайдаланатын автоклавты газ бетонның (АГБ) өндірісі белсенді дамып келе жатыр. Мұндай өндірістер көлемі Алматы, Астана, Шымкент қалаларында қарқынды түрде дамуда.

АГБ негізінен 500-600 кг/м³ тығыздықпен шығарылуда. Басқа елдерде, тығыздығы төмен (D300-D400), беріктігі В1,5 конструкциялық материалдарға жеткілікті ұяшықты бетондар өндірісі игерілген. Соған қарамастан жылу тиімділігі жоғары D400 маркалы АГБ мүлдем шығарылмайды.

Автоклавты газ силикаттарының иілгендегі созылу беріктігі төмен екендігі белгілі. Сонымен қатар олардың қату кезінде шөгу жарықшалары пайда болатындығын ескерген қажет. Газ силикаттарының беріктігін және

басқа да қасиеттерін жақсарту үшін арматуралаушы талшықтардың пайдаланылатыны да белгілі [3-4].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Автоклапта қатайған газ бетон құрамын жасауда негізгі байланыстырғыш зат ретінде майда ұсақталған меншікті беті $3500 \text{ см}^2/\text{г}$, 67% әктен және 33% ұлпа күлден тұратын қоспа пайдаланылды. Алдын ала қатуды қамтамасыз ететін минералды қоспасыз маркасы ЦЕМ I 42,5 Н портландцементі, қатуды тездететін табиғи гипс тасы ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$) және Ресейде өндірілген құрамында белсенді алюминий көлемі 95% жоғары, алюминий пастасы қолданылды.

Зерттеулерде қолданылған құрылыстық әк Жамбыл облысы Қаратау мекенінің әк тасынан алынды.

Екі сулы гипс автоклавты газдалған бетон өндірісінде араластыру және көбіктену сатысында қолданылады және ол тұтқырдың алдын ала қатау уақытын реттеуші қоспа ретінде пайдаланылады. Зерттеуде «Жамбылгипс» ЖШС зауыты өндірген шикі гипс пайдаланылды.

Жоғарыда келтірілгендей арматуралаушы талшықтарды бетон матрицасының беріктігін жоғарылату мақсатында жүргізілетін зерттеулер келешегі жоғары ғылыми бағыттардың бірі болып табылады. Арматураланған газ бетонның қасиеттері талшықтар түріне, бетон көлеміндегі айқасу сипаттамасына және бағыттарына, сонымен қатар байланыстырғыштарға қатынасты химиялық төзімділікке тәуелді. Дисперсті арматуралаудың артықшылығы фибраның материал беріктігін күрт арттыратындығында. Одан басқа, қазіргі заманғы талшықтар химиялық инертті заттардан өндірілгендіктен, олар кремнеземді байланыстырғыштардағы тұздар және сілтілермен реакцияға түспейді.

Мұндай талшықтарға микроцеллюлоза (МЦ) негізіндегі фибраларды жатқызуға болады.

Зерттеулерде арматуралаушы талшықтар ретінде, сілтіге төзімді, табиғи целлюлозалық «Армоцель» талшықтары қолданылды.

Олар қалыптанған, кеуектендірілген шикі және дайын өнімнің технологиялық және физикалық-механикалық қасиеттерін оңтайландырып, жақсартуға, өндірістегі шығынды азайтуға мүмкіндік береді.

Микроцеллюлоза (МЦ) талшықтары төмен модульды болғандықтан, олар шикізат қоспасында біркелкі бөлініп, жоғары жылдамдыққа ие араластырғыштың қалақшаларында жиналып қалмайды.

Талшықтардың ұзындығы 20 мкм-ден 2500 мкм дейін, диаметрі шамамен 25 мкм, әр сұрыптағы сусымалы тығыздығы 25-250 г/л, температураға тұрақтылығы 220°C дейін. Микроцеллюлоза қоспаның бөліну қабілеттілігі төмен және қасиеттері тұрақты үш өлшемді қаңқа түзейтін жүйені құруға мүмкіндік береді. Қату жағдайында жоғары айқасу қасиетіне ие болып, тік жазықтықта ауытқусыз, тұрақты газ массасын қалыптастырады.

Бұл зерттеудің мақсаты автоклавты газдалған бетонның құрамдарын әзірлеу және негізгі физикалық-механикалық қасиеттерінің, компоненттердің шығынынан және олардың сапа сипаттамаларынан тәуелділігін зерттеу.

Құрамдарды таңдау нәтижесінде дайындау технологиясын, төзімділігі мен баға тиімділігін ескеретін, қажетті жылжымалықты, беріктікті қамтамасыз ететін, қолданылатын материалдардың тиімді қатынасы анықталады.

Зерттеу нәтижелері. Бастапқыда қоспаның жылжымалығы анықталып, ол 190-230 мм құрады. Композицияға қосымша компоненттерді, атап айтқанда МЦ енгізу қоспаның қозғалғыштығын төмендетеді және ол материалдың тығыздығына теріс әсер етеді. Қосымша су енгізу, су-қатты зат қатынасын

ұлғайтып, беріктік сипаттамаларына теріс әсер етеді. Су-қатты зат қатынасын реттеу суперпластификаторларды қолдану арқылы жүзеге асырылады. Газсиликат үлгілерін сынау мәліметтерін талдау көрсеткендей, өндіріс параметрлерін сақтай отырып, негізгі көрсеткіштер – беріктік (R) және тығыздықты (γ) басқару үшін маңызды факторлар ретінде әк-күл байланыстырғышының меншікті беті және шығыны, қоспаның жылжымалығы тұрақты болғандағы су-қатты зат қатынасы (y) болып табылады.

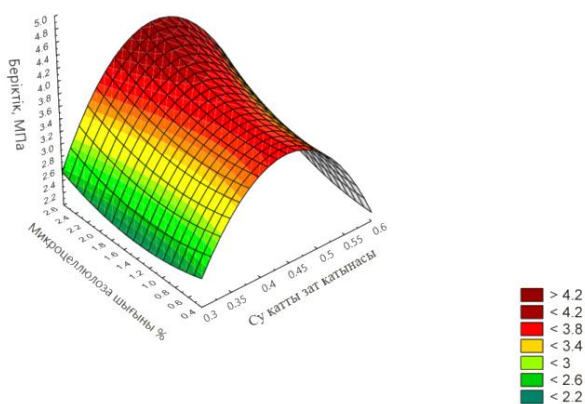
Тұтқыр шығынын және оның меншікті бетін ұлғайту, газ силикатының беріктігі мен тығыздығының артуына себеп болады. Меншікті беті, су-қатты зат қатынасы факторлары көрсеткіштері максималды жоғары болған кезде, беріктік пен тығыздыққа тәуелділігі күрделі сипатқа ие болады. Байланыстырғыштың меншікті беті сияқты фактордың әсері төмен, ал маңызды фактор су-қатты зат қатынасы, бұйымдардың қасиеттеріне көп әсер етеді. Нақты түрде су-қатты зат қатынасы 0,48-0,50 құрайды.

Арматуралаушы қоспаның шығынын және су-қатты зат қатынасын анықтау үшін жылжымалығы жоғары қоспаларды пайдалана отырып, белсенді факторлық тәжірибе жоспарланып, жүргізілді. Тәжірибеде МЦ шығыны 0,5%-дан 2,5%-ға дейін, ал су-қатты зат қатынасы 0,3-тен 0,6 дейін өзгертілді. Алынған нәтижелер 1-кестеде, 1-ші және 2-суреттерде келтірілген.

Кесте 1

Белсенді тәжірибе нәтижелері

МЦ шығыны, %	Су-қатты зат қатынасы	Тығыздық, кг/м ³	Сығылғандағы беріктік, МПа
2,5	0,6	487	3,2
2,5	0,6	495	3,1
0,5	0,4	494	2,5
0,5	0,4	490	2,9
1,5	0,5	517	3,1
1,5	0,5	512	2,6
2,5	0,45	610	3,8
2,5	0,45	485	4,5
1,5	0,5	490	3,7
1,5	0,5	495	3,8
1,5	0,5	487	3,7



Сурет 1. Дисперсті арматураланған автоклавты газ бетон беріктігінің микроцеллюлоза және су-қатты зат қатынасына тәуелділік графигі

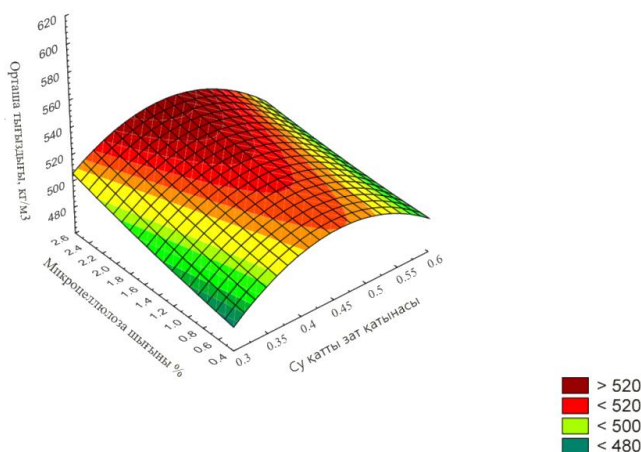
Беріктік (R) пен тығыздықтың (T) су қатынасы – x мен микроцеллюлоза – y шығынына тәуелділікті сипаттайтын теңдеулер:

$$R = 0.218 + 7.433x - 0.486y - 4.0714x^2 + 0.352xy + 0.495y^2 \quad (1)$$

$$T = 416.485 + 178.508 \cdot x + 10591 \cdot y - 44.748x^2 - 6.1923xy + 0.509y^2 \quad (2)$$

Зерттеу нәтижелерін талқылау. Алынған графиктер мен теңдеулерді талдау көрсеткендей микроцеллюлозаны 2,4% мөлшерде қоспа құрамына енгізу беріктікті өсірумен қатар тығыздықты да жоғарылатады, соның салдарынан жылу өткізгіштік қасиеті төмендейді.

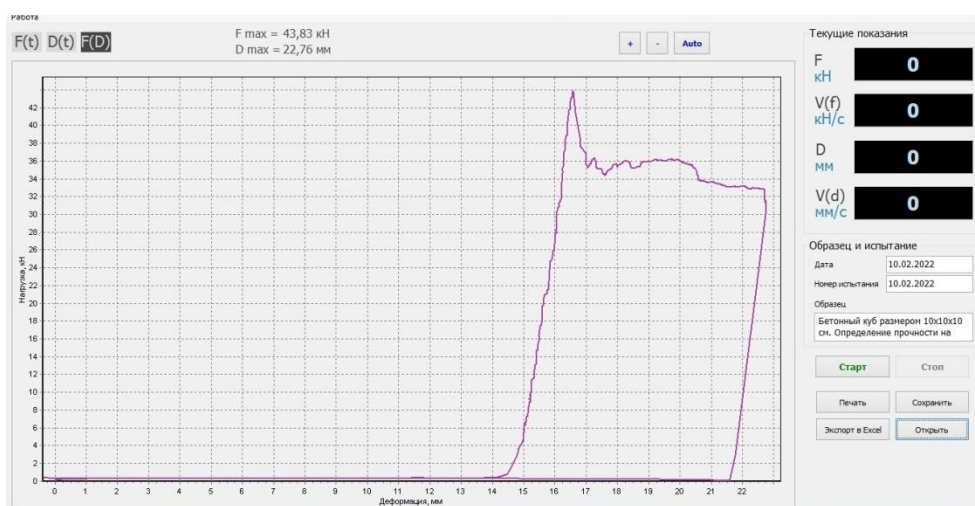
Беріктігі жоғары үлгілерді микроцеллюлозаның шығыны 2,2-2,4% және су-қатты зат қатынасы 0,48-0,5 болғанда алуға болады. Бірақ МЦ көлемі 2,4%-дан асқанда үлгілердің тығыздығы жоғарылап, материалдың сапалық сипаттамалары төмендейді. Сондықтан микроцеллюлоза көлемі 2,2-2,4% құрағанда тиімді болып табылады.



Сурет 2. Дисперсті арматураланған автоклавты газ бетонның орташа тығыздығының микроцеллюлоза және су-қатты зат қатынасына тәуелділік графигі

Сонымен қатар, толық құрғатылған үлгілердің шөгуін және кеуектілігін анықтау бойынша зерттеулер жүргізілді. Зауыттық үлгінің шөгуі 0,4-тен 0,5 мм/м-ге дейін, ал микроцеллюлозамен күшейтілген үлгілердің шөгуі 0,4 мм/м-ден аз екендігі анықталды. Кеуектер массивінің негізгі мөлшері 250-ден 700 мкм-ге дейін ауытқиды, бұл оңтайлы аязға төзімділік пен төмен жылу өткізгіштікті қамтамасыз етеді, өйткені өлшемдері 200 мкм-ден асатын тесіктер қауіпсіз болып табылады. 3-суретте ИПМ-125М пресінде дисперсті арматураланған газ бетонның сығылғандағы шекті деформацияның жүктемеге байланысты өзгеруі көрсетілген.

Орташа тығыздығы 400-450 кг/м³ газ бетонның сығылғандағы шекті деформациясы 14-22 мм/м құрайды.



Сурет 3. Дисперсті арматураланған газ бетонның сығылғандағы шекті деформацияның жүктемеге байланысты өзгеруі

Қорытынды. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде тығыздығы 400-600 кг/м³, сығылғандағы беріктігі кемінде 3 МПа және жылу өткізгіштігі 0,137 Вт/м⁰С жылу оқшаулағыш материал алынды. Алынған дисперсті арматураланған газ бетонның жылу оқшаулау қасиеттері жоғары, беріктігі зауытта өндірілген бұйымдармен салыстырғандағы 30-50% артық.

ЖЭС ұлпа күлдерін пайдалану цементті, табиғи құмды үнемдеп, бұйымдардың өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Левченко, В.Н. Производство автоклавного газобетона в России: перспективы развития подотрасли [Текст] / В.Н. Левченко, Г.И. Гринфельд // Строительные материалы. – 2011. – № 9. – С. 44-47.
2. Винокурова, О.В. Влияние пен различной кратности на формирование структуры теплоизоляционного пенобетона [Текст] / О.В. Винокурова, А.А. Баранова // Вестник МГСУ. – 2022. Т. 17. – Вып. 1. – С. 50–59. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.1.50-59
3. Lukranov R.E., Dyusseminov D.S., Uteпов Ye.B., Bazarbayev D.O., Tsygulyov D.V., Yenkebayev S.B. et al. Homogeneous pore distribution in foam concrete by two-stage foaming // Magazine of Civil Engineering. – 2021. – No. 103 (3). – P. 10313. DOI: 10.34910/MCE.103.13
4. Hashim M., Tantray M. Comparative study on the performance of protein and synthetic-based foaming agents used in foamed concrete // Case Studies in Construction Materials. – 2021. – Vol. 14. – P. e00524. DOI: 10.1016/j.cscm.2021.e00524

Материал редакцияға 08.11.22 түсті.

А.А. Сагындыков¹, Б.А. Нурлыбаев¹, Е.А. Абуталипов¹, А.Ж. Жумабай¹

¹Таразский региональный университет им.М.Х.Дулати, г.Тараз, Казахстан

АВТОКЛАВНЫЙ ГАЗОБЕТОН С УЛУЧШЕННЫМИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Аннотация. Разработаны составы газобетонов автоклавного твердения с улучшенными строительно-эксплуатационными характеристиками на основе золы уноса ТЭЦ и получены математические зависимости изменения физико-механических свойств от состава.

Ключевые слова: газобетон, дисперсная арматура, зола -унос, газобразователь, прочность, средняя плотность, теплопроводность.

A.A. Sagyndykov¹, B.A. Nurlybayev¹, E.A. Abutalipov¹, A.Zh. Zhumabay¹

¹M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

AUTOCCLAVE AERATED CONCRETE WITH IMPROVED PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES

Abstract. Compositions of autoclave-hardened aerated concrete with improved construction and operational characteristics based on the fly ash of the CHP have been developed and mathematical dependences of changes in physical and mechanical properties on the composition have been obtained.

Keywords: aerated concrete, dispersed reinforcement, fly ash, gas generator, strength, average density, thermal conductivity.

References

1. Levchenko V.N., Grinfeld G.I. Proizvodstvo avtoklavnogo gazobetona v Rossii: perspektivy razvitiya podotrasli [Production of autoclaved aerated concrete in Russia: prospects for the development of the sub-sector] // Stroitel'nyye materialy [Building materials]. - 2011. – No. 9. – P. 44-47. [in Russian]
2. Vinokurova O.V., Baranova A.A. Vliyaniye pen razlichnoy kratnosti na formirovaniye struktury teploizolyatsionnogo penobetona [Influence of foams of different multiplicity on the formation of the structure of heat-insulating foam concrete] // Vestnik MGSU [Bulletin of MGSU]. – 2022. V. 17. – Issue. 1. – P. 50-59. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.1.50-59 [in Russian]
3. Lukpanov R.E., Lukpanov R.E., Dyusseminov D.S., Uteпов Ye.B., Bazarbayev D.O., Tsygulyov D.V., Yenkebayev S.B. et al. Homogeneous pore distribution in foam concrete by two-stage foaming // Magazine of Civil Engineering. – 2021. – No. 103(3). – P. 10313. DOI: 10.34910/MCE.103.13
4. Hashim M., Tantray M. Comparative study on the performance of protein and synthetic-based foaming agents used in foamed concrete // Case Studies in Construction Materials. – 2021. – Vol. 14. – P. e00524. DOI: 10.1016/j.cscm.2021.e00524

FTAMP 67.09.55

Г.М. Баялиева¹ – негізгі автор, | ©
С.Т. Дүйсенбаева², Ж.Т. Иманбердиева³¹Техн. ғылым. канд., доцент, ²Техн. ғылым. канд., доцент,³Аға оқытушы, магистр

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-9897-5740>; ³<https://orcid.org/0000-0002-4454-6203>^{1,2,3}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,

Тараз қ., Қазақстан Республикасы

¹bayali@bk.ru; ²imanberdievaz@mail.ru<https://doi.org/10.55956/IEBT4719>

СИЛИКАТ-НАТРИЙ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ТҮТҚЫР НЕГІЗІНДЕ ЫСТЫҚҚА ТӨЗІМДІ БЕТОНДАРДЫ КҮЙДІРУ КЕЗІНДЕ БОЛАТЫН ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ ЗЕРТТЕУ

Андатпа. Негізгі қаптағыш (футеровка) материалдары ретінде қымбат отқа төзімді заттар қолданылады (шамот, корунд, кордиерит, жоғары глинозем және т.б.), олар жоғары отқа төзімді болғанымен, жұмыс температурасы 1000-1300 °С дейінгі жылу қондырғыларында тиімсіз қолданылады.

Ең арзан байлам-бұл техногендік шикізат негізінде жасалған тұтқыр заттар: кварциттер құм, домна және фосфор шлактары. Силикат-натрий композициялық тұтқырғышындағы ыстыққа төзімді бетон күйдіру температурасы 1000-нан 1300 °С-қа дейінгі керамикалық бұйымдарды, әкті және басқа материалдарды алу үшін пештердің пайдалану жағдайларына төтеп бере алады. Минералды шикізатты кешенді пайдалану негізінен Ресейден жеткізілетін қымбат, отқа төзімді өнімдерді үнемдеуге ғана емес, сонымен қатар аймақтағы экологиялық жағдайды жақсартуға мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: β-кварц, α-кварц, қатты фазалық процестер, ыстыққа төзімді бетон, далалық шпат бетон, силикат-натрий композициялық тұтқыр, кварцит бетон, модификация.



Баялиева, Г.М. Силикат-натрий композициялық тұтқыр негізінде ыстыққа төзімді бетондарды күйдіру кезінде болатын физикалық-химиялық процестерді зерттеу [Мәтін] / Г.М. Баялиева, С.Т. Дүйсенбаева, Ж.Т. Иманбердиева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №1(79). – Б.12-17. <https://doi.org/10.55956/IEBT4719>

Кіріспе. Бүгінгі таңда ыстыққа төзімді бетон – индустрияландыру талаптарының артуына байланысты тиімді құрылыс материалдарының бірі болып табылады. Қатты натрий силикаттары мен жергілікті шикізат материалдары, сондай-ақ өнеркәсіп қалдықтары негізінде ыстыққа төзімді бетон технологияларын әзірлеу құрылыс материалдарының энергия үнемдейтін технологияларына жатады. Силикат-натрий тұтқыр негізіндегі бетонның жылу-физикалық қасиеттерін зерттеу, энергияны үнемдейтін бетон алу мүмкіндігі үшін қажет.

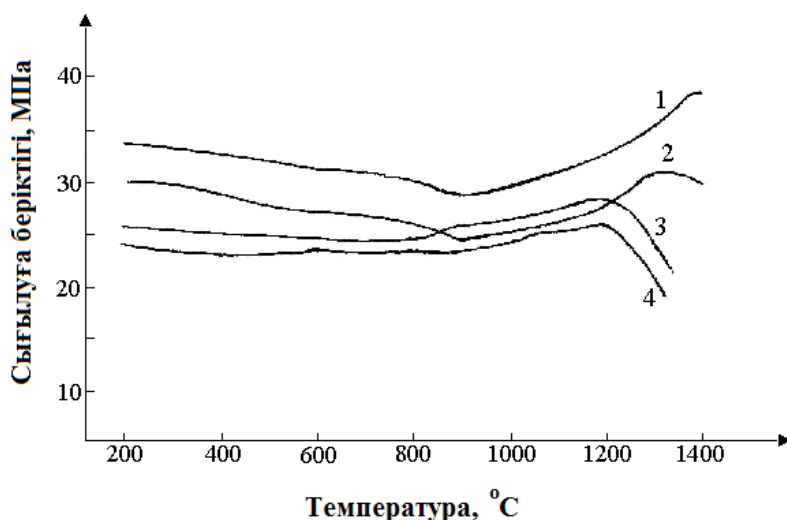
Зерттеу шарттары мен әдістері. Жоғары температурада тұтқыр заттардың мінез-құлқын анықтау үшін қыздырылған материалдың беріктігінің

қыздыру температурасына тәуелділігін анықтауға мүмкіндік беретін тұтқыр үлгілердің термомеханикалық сынақтары жүргізілді (1-сурет).

Алынған эксперименттік деректерді талдау көрсеткендей, 200-400°C температура аралығында СНБК (силикат-натрий бархан құмы) беріктігінің біршама төмендеуі байқалады [1], бұл бархан құмы құрамындағы органикалық қоспалардың күйіп кетуімен байланысты, бұл үлгі құрылымында кеуектіліктің пайда болуына әкеледі, нәтижесінде беріктік көрсеткіштері төмендейді. Бұл факт айқын тығыздықтың 2100 кг/м³-тен 1920 кг/м³-ке дейін төмендеуімен расталады.

Температураның одан әрі көтерілуі 600°C дейін, қатты фазадағы агломерацияның басталуымен және кварцтың модификациялық өзгеруімен түсіндірілетін беріктіктің жоғарылауымен бірге жүреді.

Термиялық өңдеу температурасының 600°C-тан 800°C-қа дейін көтерілуі кезінде үлгілердің беріктігінің қайталама төмендеуі байқалады, бұл натрий силикатының (760-800°C) жұмсартылуының басталуына байланысты. 800-1100°C температуралық интервалда композицияның беріктігі де төмендейді, бұл сұйық фазаның жоғарылауымен байланысты. Сонымен қатар, температураның осы интервалында кальцит – CaCO₃ диссоциациясы жүреді, ол сұйық фазаның түзілуіне қатысатын бос кальций оксидін түзеді.



Толтырғыш түрі: 1 – кварциттер; 2 – дала құмы; 3 – домна пешінің қожы; 4 – фосфор қожы.

Сурет 1. Толтыру түріне және күйдіру температурасына байланысты силикат-натрий тұтқыр беріктігінің өзгеруі

Силикат-натрий-Жаңатас кварциті беріктігінің төмендеуі [2] 200-600°C аралығындағы температураның әсерінен кейін қысу кезінде кварцтың модификациялық түрлендірулері арқылы құрылымның бұзылуынан және шөгілетін жарықтардың пайда болуынан болады. Тұтқыр заттардың сызықтық шөгуі 3-тен 7% - ға дейін.

Қыздыру кезінде 800-1000°C температуралық интервалда β-кварцтың α-кварцқа полиморфты түрленуі жүреді, бұл кристалдық торлардың

құрылымдық элементтерінің қозғалғыштығының жоғарылауын тудырады. Екі модификацияда да құрылымдық позициялардың қарқынды алмасуы жүреді, бұл құрылым тапшылығының жоғарылауына, демек, кварц дәндерінің жұмсаруы мен төмендеуіне ықпал етеді. Кварцит сияқты күрделі көп компонентті материалдарды жұмсарту олардың құрамдас бөліктерінің қатты күйдегі, агломерациядағы және балқымадағы өзара әрекеттесу процестері арасындағы аралық қадам болып табылады, яғни кристалдық фазалардың толық жойылуы.

SiO_2 полиморфты түрлендірулері кристалдық торлардың құрылымының, тиісті фазалардың көлемі мен қасиеттерінің өзгеруімен қатар жүреді. α – кварцты α – кристобалитке айналдырған кезде тетраэдрлердің 150°C – тан 180°C -қа дейін бұрылуы және SI-O-SI байланысы түзетілетіні анықталды.

Торды қайта құруға жұмсалған жұмыс оның химиялық белсенділігін арттыратын модификацияның потенциалдық энергиясына айналады. Молекулалардың активтенуі оның тығыздығын төмендетеді, яғни полиморфты түрлендірулер α -кристобалит көлемнің 15,7% өсуімен бірге жүреді.

Температураның жоғарылауымен силикат-натрий-домна қожы [3] және силикат-натрий-фосфор қожы [4] үлгілерінің беріктігі артады. 800°C және одан жоғары температурада тұтқыр заттағы қатты фазалық процестер жүйенің қатаюына әкелетіні анықталды. Силикат-натрий композициялық тұтқырлығы силикат блоктарының балқуымен байланысты 800 - 900°C температураның ең қауіпті интервалында беріктіктің жеткілікті жоғары көрсеткіштері сипатталады. Бұл минералды фазалардың кристалдануына байланысты: волластонит, мелилит және псевдоволластонит болып бөлінеді.

1200°C температурада беріктіктің одан әрі төмендеуі шлақтың балқуының басталуымен және оның Күкірт пен қалдық көміртектің ұшып кетуі нәтижесінде ішінара кеуектілікпен қайта кристалдануымен түсіндіріледі.

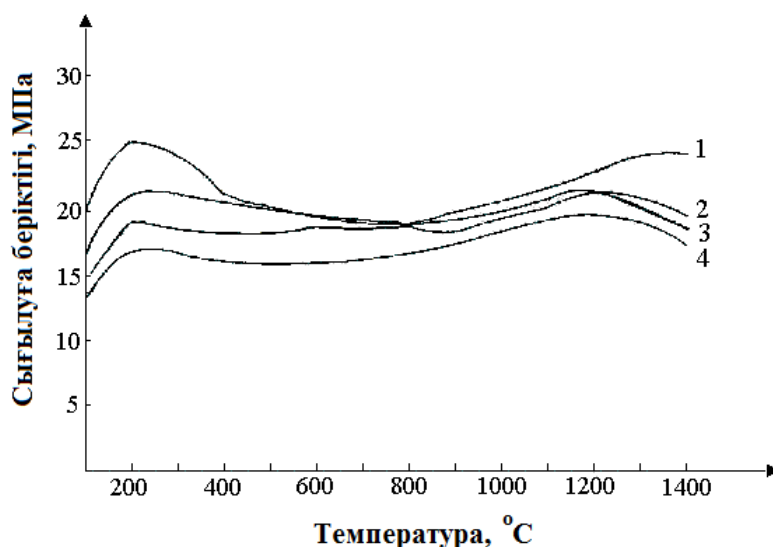
Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Әрі қарай, силикат-натрий композициялық тұтқыр және әртүрлі толтырғыштар негізінде ыстыққа төзімді бетондарды жағу кезінде пайда болатын физикалық-химиялық процестерді зерттеу нәтижелері келтірілген. Ыстыққа төзімді бетондардың жоғары температуралық, беріктік қасиеттерін анықтау бойынша зерттеулердің нәтижелері келесі болжамдар жасауға мүмкіндік берді.

Беріктіктің температураға тәуелділік қисықтары (2-сурет) 200°C кептіруден кейін бетонның беріктігі, зерттелетін 1 және 2 қосылыстар температураның 800°C дейін жоғарылауымен төмендейтінін көрсетеді. 800°C -тан кейін сыналатын үлгілердің беріктігі артады.

Кварцитті бетон тығыз материал бола отырып, жүктеме кезінде деформацияның басталу температурасы біршама жоғары. Кварцит құрамында 80-89% дейін кристалды зат (кварц, кристобалит) бар. Кварцит бетонындағы тридимит сұйық фазада аздап еритін кристалды жақтауды (термоядролық) құрайды, нәтижесінде сұйық фазаның жоғары температурада кварцит бетонының деформациясына зиянды әсері азаяды, сондықтан ыдырау 1330 - 1380°C кезінде жүреді, бұл қыздырылған кезде сұйық фазаның мөлшерінің баяу өсуіне және балқыманың үлкен тұтқырлығына ықпал етеді.

Далалық шпат бетонында 1200°C жоғары температурада тұтқыр температурада болатын қатты фазалық реакциялар нәтижесінде анортит пайда болады, бұл термиялық төзімділіктің жоғарылауына ықпал етеді, тридимит салыстырмалы түрде аз мөлшерде түзіледі. Температураның жоғарылауы

натрий силикатының құрамын жоғарылату арқылы бетонды қыздыру кезінде сұйық фазаның түзілуінің жоғарылауына және сайып келгенде құрылымдық байланыстардың қаттылығының төмендеуіне әкеледі.



1 – кварцит; 2 – дала шпаты; 3 – домна қожы; 4 – фосфор қожы.

Сурет 2. Ыстыққа төзімді бетонның беріктігінің температураға тәуелділігі

Қорытынды. 2 және 3 қож бетондарының беріктігі температураның жоғарылауымен біртіндеп артады. Бетонның жоғары температурадағы беріктігіне кварцтың шыны фазаға ауысуы нәтижесінде натрий шыны силикатына жоғары температурада пайда болған жоғары Силикат модулі де әсер етеді. Бұл модуль неғұрлым жоғары болса, жоғары температурада шыны фазасының тұтқырлығы соғұрлым жоғары болады, сондықтан жүйенің деформациялық тұрақтылығы да жоғары болады. Ыстыққа төзімді бетондар орташа температура аралығындағы беріктіктің төмендеуімен сипатталады (400-800°C), байламның ыдырауына байланысты. Жоғары температурада қысу беріктігі шыны тәрізді фазаның қасиеттеріне, ал иілу кезінде кристалды фазалардың қасиеттеріне қатты тәуелді болады.

Шлак бетондарының беріктігі температураның жоғарылауымен біртіндеп артады. Бұл құбылысты мелилит және волластонит фазаларынан тұратын шыны фазаның көбеюімен түсіндіруге болады, температураның одан әрі жоғарылауы токсиндердің кристалдануына әкеледі, бұл өз кезегінде құрылымдық байланыстардың қаттылығын арттыруға көмектеседі.

Әдебиеттер тізімі

1. Тотурбиев, Б.Д. Строительные материалы на основе силикат натриевых композиций [Текст] / Б.Д. Тотурбиев. – Москва: 1988. –204 с.
2. Баялиева, Г.М. Изменения физико-механических свойств жаростойкого бетона на основе барханного песка при нагреве [Текст] / Г.М. Баялиева // Валихановские чтения – 9: материалы междунар. научно-практич. конф. – г. Кокшетау, 2004. – С. 97-101.

3. Сулейменов, Ж.Т. Жаростойкий бетон на основе кварцитов Жанатаского месторождения / Ж.Т. Сулейменов, М.Т. Жугинисов, Г.М. Баялиева // Промышленность Казахстана. – 2005. – №1(28). – С. 84-86.
4. Сулейменов, Ж.Т. Силикат-натриевое композиционное вяжущее на основе шлаков. / Ж.Т. Сулейменов, М.Т. Жугинисов, Г.М. Баялиева, А.К. Медетов // Проблемы водного хозяйства: материалы междунар. научно-практич. конф. – Тараз, 2006. – С. 257-259.

Материал редакцияға 24.02.23 түсті.

Г.М. Баялиева¹, С.Т. Дүйсенбаева¹, Ж.Т. Иманбердиева¹

¹Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ ОБЖИГЕ ЖАРСТОЙКИХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ СИЛИКАТ-НАТРИЕВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ

Аннотация. В качестве основных футеровочных материалов используются дорогостоящие огнеупоры (шамотные, корундовые, кордиеритовые, высокоглиноземистые и др.), которые, несмотря на высокую огнеупорность неэффективно использовать в тепловых агрегатах с рабочей температурой до 1000-1300 °С.

Наиболее дешевой связкой является разработанные вяжущие на основе такого техногенного сырья как: кварциты барханный песок, доменный и фосфорный шлаки. Жаростойкий бетон на силикат-натриевом композиционном вяжущем способен выдерживать эксплуатационные условия печей для получения керамических изделий, извести и других материалов с температурой обжига от 1000 до 1300 °С. Комплексное использование минерального сырья дает возможность не только экономии дорогостоящей, огнеупорной продукции, доставляемой в основном из России, но и улучшения экологической обстановки в регионе.

Ключевые слова: β-кварц, α-кварц, твердофазовые процессы, жаростойкий бетон, полевошпатовый бетон, силикат-натриевое композиционное вяжущее, кварцитовый бетон, модификация.

G.M. Bayaliev¹, S.T. Duysenbayeva¹, J.T. Imanberdieva¹

¹M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

INVESTIGATION OF PHYSICAL-CHEMICAL PROCESSES OCCURRING DURING THE FIRING OF HEAT-RESISTANT CONCRETE BASED ON SILICATE-SODIUM COMPOSITE BINDERS

Abstract. Expensive refractories (chamotte, corundum, cordierite, high alumina, etc.) are used as the main lining materials, which, despite their high refractoriness, are inefficient to use in thermal units with an operating temperature of up to 1000-1300 °С.

The cheapest bundle is the developed binders based on such man-made raw materials as: quartzite sand sand, blast furnace and phosphoric slag. Heat-resistant concrete based on a silicate-sodium composite binder is able to withstand the operating conditions of furnaces for the production of ceramic products, lime and other materials with a firing temperature from 1000 to 1300 °С.

The integrated use of mineral raw materials makes it possible not only to save expensive, refractory products delivered mainly from Russia, but also to improve the environmental situation in the region.




Keywords: β -quartz, α -quartz, solid-phase processes, heat-resistant concrete, feldspar concrete, silicate-sodium composite binder, quartzite concrete, modification.

References

1. Toturbiev, B.D. Stroitel'nye materialy na osnove silikat natrievykh kompozitsiy [Building materials based on sodium silicate compositions]. – Moscow, 1988, 204 p. [in Russian]
2. Bayalieva, G.M. Izmeneniya fiziko-mekhanicheskikh svoystv zharostojkogo betona na osnove barhannogo peska pri nagreve [Changes in the physical and mechanical properties of heat-resistant concrete based on sand sand when heated] // Valihanovskie chteniya – 9 [Valikhanov readings – 9]: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Kokshetau [materials of the International scientific and practical conference. – Kokshetau], 2004, 97-101 p. [in Russian]
3. Suleimenov, Zh.T., Zhuginisov, M.T., Bayalieva, G.M. ZHarostojkij beton na osnove kvarcitov Zhanatasskogo mestorozhdeniya [Heat-resistant concrete based on quartzites of Zhanatassky place of birth] // Promyshlennost' Kazakhstana [Industry of Kazakhstan]. – 2005 – №1(28). – P.84-86. [in Russian]
4. Suleimenov, Zh.T., Zhuginisov, M.T., Bayalieva, G.M., Medetov, A.K. Silikat-natrievoe kompozitsionnoe vyazhushchee na osnove shlakov [Silicate is a sodium composite binder based on slags] // Problemy vodnogo hozyajstva: materialy mezhdunar. nauchno-praktich. konf. [Problems of water management: materials of the international scientific and practical. conf.] – Taraz, 2006. 257-259 p. [in Russian]

IRSTI 67.09.31

Z.R. Kadyrova | ©

 Doctor of Science in Chemistry, Professor
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5228-5322>
 Research Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences,
 Tashkent, Uzbekistan
@ silikat2022@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/SGIO8216>

REFRACTORY MATERIALS FOR CONSTRUCTION BASED ON QUARTZITE

Abstract. Information about the presence and characteristics of existing deposits of high silica and refractory clay raw materials of the Republic of Uzbekistan is given.

It is shown that the main raw materials for the production of silica refractories are veined quartz, quartzites, quartz sands containing not less than 92 wt.% SiO₂, and also for packing masses kaolin clays are used, which are promising raw materials.

It is established that the studied quartzite rocks are of great interest and are a promising raw material base for the refractory industry of the Republic of Uzbekistan.

Keywords: quartzite, refractories, kaolinite clay, firing, thermomechanical properties, density.



Kadyrova Z.R. Refractory materials for construction based on quartzite // *Mechanics and Technology / Scientific journal.* – 2023. – No.1(79). – P.18-23.
<https://doi.org/10.55956/SGIO8216>

Introduction. In the world, production of refractory materials for all industries, the technological processes of which take place at high temperatures, is the main direction of the economy. Consequently, the main consumers of refractory materials – metallurgical, glass, ceramic, cement, energy, chemical industries, materials science, as well as a number of other industries are the main factor of their development [1-2]. In this connection, to ensure their needs, the development of compositions and technology for obtaining refractory materials for various purposes is a priority task.

Research methods and conditions. Investigated Koytash quartzite deposit is located in Djizak region. The quartzites taken from various sites differ from each other by appearance, color and crystal structure.

The peculiarity of this quartzite is its heterogeneous chemical composition, which makes it difficult to use in the production of high-quality silica refractories without enrichment. In Table 1, the chemical compositions of samples of Koytashsky quartzites taken from Kt No.1 (light gray), Kt No.2 (grayish-black), Kt No.3 - mixture of both quartzites). As we can see from table 1 the contents of basic oxides of Koytash quartzites are close to the contents of these oxides of imported Ovruchsky and Pervouralsky quartzites.

The Kt No. 3 are similar to the imported ones and have an average rebirth rate.

The results of determination of physical and mechanical properties of experimental samples from Koytashsky quartzite are given in Table 2.

Table 1

Chemical composition of Koytash quartzites

Title	Oxide content per air dry matter, mass %								Cl. %
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	
Kt No. 1	95,80	1,10	0,59	0,53	-	0,25	0,50	0,06	1,17
Kt No. 2	98,32	0,21	0,16	0,22	-	0,14	0,56	0,03	0,36
Kt No. 3	95,78	0,20	0,15	0,51	-	0,15	0,58	0,14	2,49
Ovruch	97,3- 98,6	0,5-1,4	0,08-0,4	0,2- 0,3	0,1	0,17	0,06	0,03	0,01
Pervoural- skoe	98,3- 99,0	1,4-0,9	0,4-0,04	0,25	0,09	0,14	0,04	0,01	1,1- 0,1

Table 2

Physical and mechanical properties of samples from Koytash quartzites

Title	Meltdowns	Before firing		After firing		Heat resistance, °C	Fire resistance, °C
		water absorption, %	apparent density, kg/m ³	water absorption, %	apparent density, kg/m ³		
No. 1	1750	0,3-0,4	2610	0,6-0,8	2540	5	1720
No. 2	1750	0,1-0,2	2630	0,8-1,0	2510	5	1730
No. 3	1750	0,2-0,3	2620	0,8-1,0	2530	5	1730

To develop the composition of silica refractory materials, quartzites from the Djerdanak deposit, which is located in the territory of Sherabad district of Surkhandarya region, are also used. The Djerdanak valley divides the deposit into two parts: South and Northern. Subsequent works have established the prospectivity of the northern part, which contains quartz sandstones and clay shales in addition to quartzites. The results of chemical analysis of the Jerdanak quartzites showed that they are more homogeneous than the Koytash quartzites and their silicon oxide content is also comparatively higher [3].

X-ray spectral analysis of samples of quartzites from Koytash and Dzherdanak deposits revealed the presence of 16 chemical elements, of which the main rock-forming elements is silicon, and the rest are present in small amounts. Obtained data X-ray study of unenriched and enriched quartzites from both deposits showed that the difference between them is very small. On both X-ray patterns there are pronounced p-quartz lines ($d=0.425$; 0.334 ; 0.245 nm). On the X-rays of enriched quartzite these lines are slightly more intense in comparison with unenriched quartzite.

Research results and discussion. In order to develop new compositions of silica refractory masses were studied the influence of plasticizing additives on the main properties ramming masses. As plasticizing components of silicarefractory filling masses on the basis of different compositions in Angren kaolinite clay was introduced into quartzite mixture. Figure 1 shows the results of studying the effect of the amount of added kaolinite clay on linear changes of experimental samples during and firing in charges on the basis of compositions "Djerdanak quartzite-Angren kaolinite clay". The firing temperature was 1400 °C with a holding time of

3 hours. The shrinkage after drying and firing increases in parallel with increasing kaolinite clay content in the charge. At firing, this process continues in charges with clay content of 25 mas.%. Increasing the amount of clay in the charge above 25 mas.% with delayed outgrowth of quartz, because the density of test samples after firing is in the range of 2400-2500 kg/m³. At the same time, quartz sandstones of these deposits belong to the group with average rate of degeneration, the density of fired samples is in the range of 2400-2450 kg/m³.

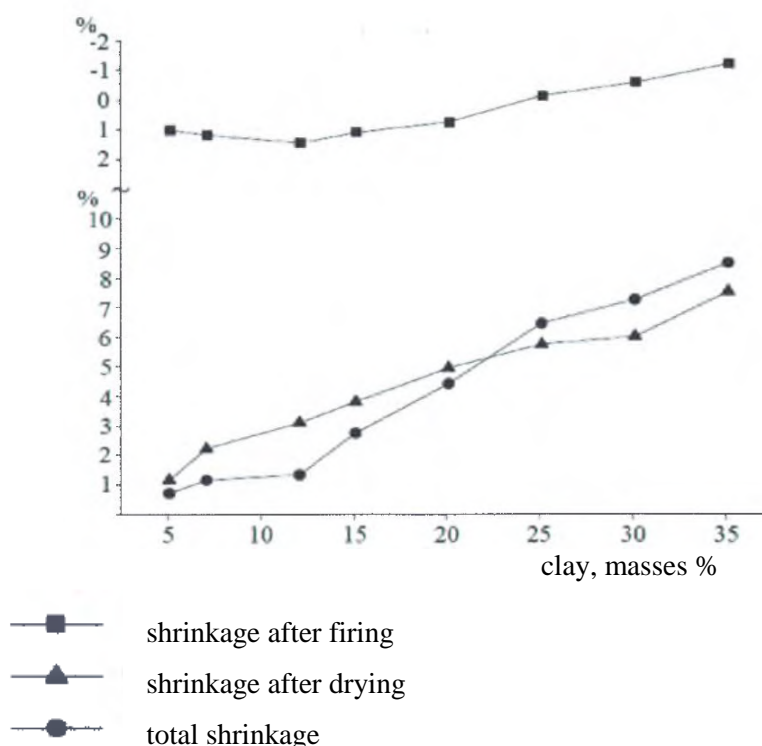


Figure 1. Influence of the amount of clay added on the shrinkage of samples of "quartzite-clay" composition

Clay shale rocks of both sections of the Djerdanak deposit, according to the rate of re-growth, belong to the group of very slow re-growth, whose density is in the area above 2500 kg/m³. The results of physical and mechanical research of experimental fired samples at 1400°C on the basis of samples Experimental samples in the process of firing reveal the growth as a result of process of quartz rebirth. In charges with clay content above 25 mas.% the growth of quartz mineral to tridymite does not compensate enough the shrinkage of clay, and the samples give shrinkage in the firing process. At the same time it is established that the maximum amount of plasticizing additives (added clay) in quartzite charge is 25 mas.%.

Also the results of studying the effects of added Angren kaolinite clay on the mechanical bending and compressive strength of experimental samples for obtaining silica packing masses on the basis of composition "quartzite-clay" are shown in Figure 2.

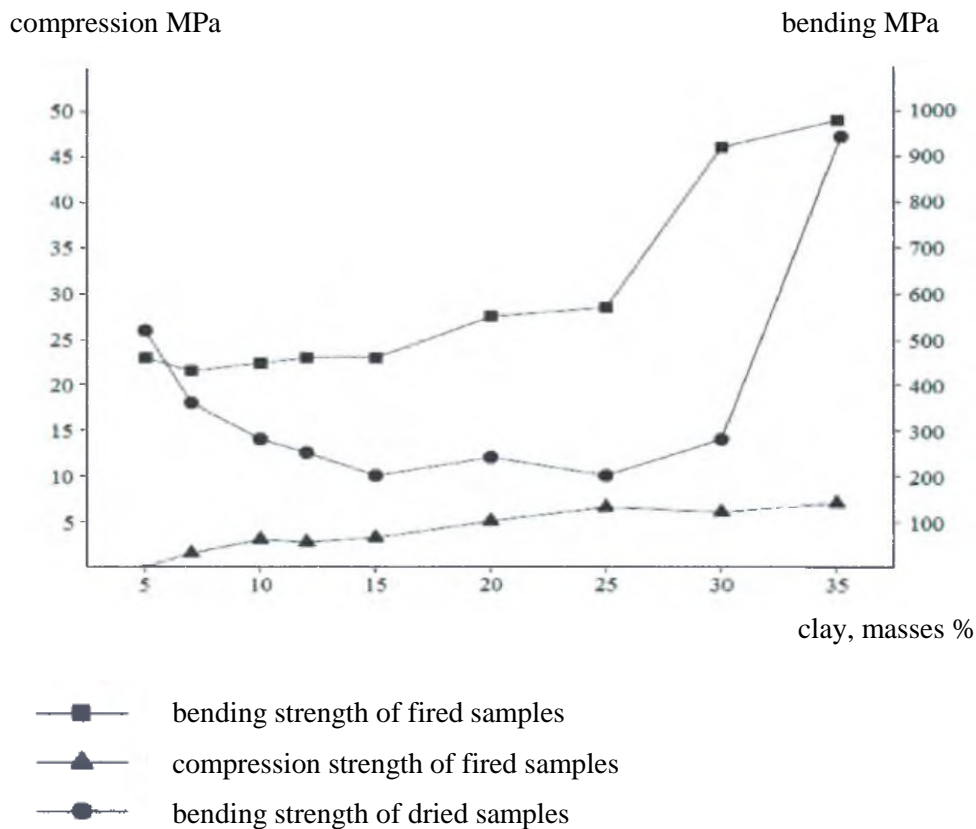


Figure 2. Effect of the amount of clay added on the strength of samples of "quartzite-clay" composition

It was determined that in the charge with the amount of clay above 25 mas%. There is an increase in strength of silica mass due to vitrification refractory shards of the sintering mass in the firing process. Since kaolinite clay is a plastic component, in connection with this, mechanical compressive strength of dried test samples increased continuously with increasing the amount of kaolinite clays. In addition, at high temperature quartz becomes chemically added clay minerals form a liquid phase, resulting in chemical interactions, both through solid phase reactions and with the participation of the liquid phase to form Aluminosilicate (anorthite, mullite) minerals, as well as tridymite, Cristobalite, which have high refractoriness, strength. This explains the production of silica packing masses with improved physical-mechanical and technological properties. In the development of the new composition of silica masses the following researches were carried out the research of partial replacement of quartzite with quartz sand. In order to study influence of Djeroy quartz sand on physical, mechanical and technological properties of quartz-clay masses. Technological properties of quartz-clay batch on the basis of quartzites Jeredanak and Angren clay were prepared test samples, in which the sand content varied from 25 to 50 mas.%. The developed compositions of the charge and thermomechanical properties of the experimental samples 1450°C are shown in Table 3.

Table 3

Resin composition and thermomechanical properties of experimental samples

No.	Charge composition, mass %			Fire shrinkage, or growth, %	Porosity, %	Strength at bending strength, MPa
	quartz	clay	quartz sand			
1	85	15	-	+1,45	26,14	2,58
2	60	15	25	+1,25	22,82	3,18
3	55	15	30	+1,07	24,05	2,47
4	45	15	40	+1,02	26,52	1,54
5	35	15	50	+0,98	31,25	0,58
6	75	25	-	-0,29	25,85	3,04
7	50	25	25	-0,26	25,05	3,96
8	45	25	30	-0,21	26,14	2,77
9	35	25	40	-0,18	27,05	2,04
10	25	25	50	-0,16	27,98	1,85

The results of experimental studies have shown that when introduction into the quartz-clay mass of Djeroy quartz sand fire shrinkage is reduced as a result of the lower ability of the quartz sandability of this quartz sand to overgrow. In case of larger quantities of Djeroy sand in of experimental samples with increasing porosity the compressive strength decreases. It is established that the replacement of Jerdanak quartzitesilica sand in large quantities, above 25 mas.%, in the masses for filling the charge also leads to deterioration of the thermomechanical properties of the samples.

Conclusion. In general, on the basis of the studied quartzites of the Koytash and Jerdanak deposits mixed with kaolinite clay and limestone, as well as with the partial replacement of quartzites with quartz sand, printed masses with a wide range of physical chemical and technological properties were obtained.

References

1. Strellov, K.K. Teoreticheskie osnovy tekhnologii ogneupornykh materialov [Theoretical bases of technology of refractory materials]. – Moscow: Metallurgy, 1985. – 480 p.
2. Budnikov, P.P. Himicheskaya tekhnologiya keramiki i ogneuporov [Chemical Technology of Ceramics and Refractories] / Tutorial for universities. – Moscow: Stroyizdat, 1972. – 553 p.
3. Khamidov, R. Opredelenie napravlenij geologicheskikh i nauchno-issledovatel'skikh rabot po alyumosilikatnomu, kremnezemistomu i uglerodsoderzhashchemu ogneupornomu syr'yu s uchetom potrebnostej promyshlennosti i sushchestvuyushchih geologicheskikh predposylok [Determination of directions of geological and research works on aluminosilicate, silica and Carbonaceous refractory raw materials taking into account the needs of industry and the existing geological prerequisites]. – Tashkent: Funds of RMB, 2002. – 650 p.

Material received on 18.02.23.

З.Р. Кадырова

*Ўзбекистан ғылым академиясының Жалпы және бейорганикалық химия ҒЗИ,
Ташкент қ., Өзбекистан Республикасы*

КВАРЦИТ НЕГІЗІНДЕГІ ҚҰРЫЛЫСҚА АРНАЛҒАН ОТҚА ТӨЗІМДІ МАТЕРИАЛДАР

Аңдатпа. Өзбекистан Республикасының ресурстары жоғары кремнийлі және отқа төзімді сазды шикізат кен орындарының сипаттамалары туралы ақпарат беріледі. Динас отқа төзімді заттарды өндірудің негізгі шикізаты өзекті кварцтар, кварциттер, кварц құмдары болып табылады құрамында кемінде 92 масс.% SiO₂, бар сондай-ақ басылған массалар үшін перспективалы шикізат болып табылатын каолин саздары қолданылады. Зерттелетін кварцит жыныстары Өзбекистан Республикасының отқа төзімді өнеркәсібі үшін перспективалы шикізат базасы болып табылатыны анықталды.

Тірек сөздер: кварциттер, отқа төзімді заттар, каолинит сазы, күйдіру, термомеханикалық қасиеттері, тығыздығы.

З.Р.Кадырова

*НИИ общей и неорганической химии Академии наук,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*



ОГНЕУПОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ КВАРЦИТА

Аннотация. Приводится информация о наличии и характеристиках существующих месторождений высококремнеземистых и огнеупорных глинистых сырьевых ресурсов Республики Узбекистан. Показано, что основным сырьем для изготовления динасовых огнеупоров являются жильные кварцы, кварциты, кварцевые пески, содержащие не менее 92 масс.% SiO₂, а также для набивных масс используются каолиновые глины, которые являются перспективным сырьем. Установлено, что исследуемые кварцитовые породы представляют большой интерес и являются перспективной сырьевой базой для огнеупорной промышленности Республики Узбекистан.

Ключевые слова: кварциты, огнеупоры, каолиновая глина, обжиг, термомеханические свойства, плотность.

IRSTI 67.09.55

A.T. Kirghizbayev | ©

 Candidate of Technical SciencesORCID <https://orcid.org/0000-0002-9897-5740> L.N. Gumilyov Eurasian National University,
 Astana, Kazakhstan@ akpan.kyrgyzbayev.13@mail.ru<https://doi.org/10.55956/NYIA5819>

THE EFFECT OF CARBONATE FILLERS ON THE PROPERTIES OF ANHYDRITE BINDER AND GYPSUM STONE

Abstract. Technology of contact hardening composite materials based on substandard raw materials is presented. Production of anhydrite binder having relatively high strength in comparison with other types of gypsum binders is shown. The scope of application of anhydrite binder: plaster and masonry mortars, floor screeds, solutions for filling mine workings, decorative facing plates, architectural details, small-piece wall stones, dry mixes.

Keywords: anhydrite binder, mineral fillers, carbonate fillers of various chemical and mineral composition.



Kirghizbayev A.T. *The effect of carbonate fillers on the properties of anhydrite binder and gypsum stone based on it // Mechanics and Technology / Scientific journal.* – 2023. – No.1(79). – P.24-27. <https://doi.org/10.55956/NYIA5819>

Introduction. The creation and study of contact hardening composite materials using substandard raw materials is a step in creating fundamentally new materials and solving problems of materials science.

The advantages of anhydrite binder, in comparison with other types of gypsum binders, are relatively high strength, delayed setting time, lack of volumetric expansion during hardening. The scope of application of anhydrite binder is the manufacture of plaster and masonry mortars, floor screeds, solutions for filling mine workings, decorative facing plates, architectural details, small-piece wall stones, dry mixes [1-3].

Good operational and economic indicators of gypsum materials and products, a large labor and energy-saving effect in their production and application, relatively low capital intensity of the final product serve as the basis for the development of technology of binders and products made of phosphogypsum.

Currently, about 8 million tons of phosphogypsum have accumulated in the dumps of the mineral fertilizers plant of Kazphosphate LLP, the amount of which continues to increase annually by 0.4-0.5 million tons. One of the most effective ways of processing phosphogypsum is to obtain binders based on it.

In this regard, a promising direction is the development of technology for a number of composite binders and wall materials replacing more expensive similar materials such as natural stone, ceramics, and other artificial materials.

According to the research results, taking into account the highest degree of filling of anhydrite binder, while increasing or maintaining its strength indicators,

carbonate fillers-calcite (limestone) and dolomite with a specific surface area of 300 m²/kg are more effective compared to gypsum and quartz fillers.

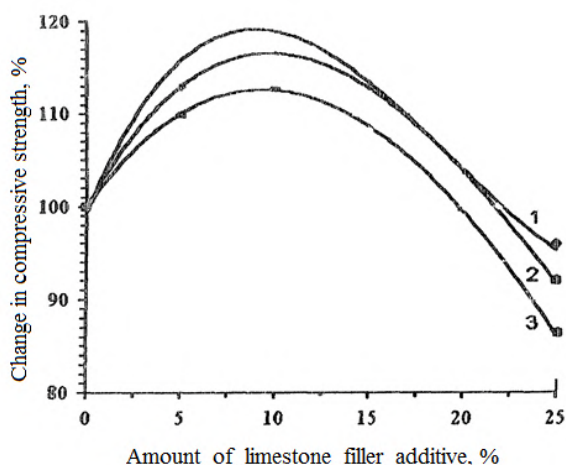
Research methods and conditions. To determine the possible limits of the introduction of carbonate fillers of various chemical and mineral composition, studies of their effect on the basic physical and technical properties of anhydrite binder and gypsum stone based on it were carried out.

During the research, samples of limestones and dolomites of some Karatau deposits of the Republic of Kazakhstan were used.

Mineral fillers, ground to a specific surface area of 300 m²/kg, were introduced into the composition of anhydrite binder together with the addition of lime, C-3 and expanded clay dust taken in optimal quantities, mixing was carried out in a laboratory ball mill.

According to research data, when introducing limestone or dolomite fillers with a CaO content of more than 28.6%, an insoluble residue of up to 11.7% in an amount of 10% of the binder weight, the strength of gypsum stone samples increases by 20-13% and 15-5%, respectively, depending on the chemical composition of the additive. The water demand and softening coefficient of gypsum stone based on it remain at the level of control samples without the introduction of filler, amounting to 27% and 0.71%, respectively. The timing of the beginning of setting of the binder is reduced from 1 h. 20 min. to 1 h. 10 min., the timing of the end of setting from 3 h. 15 min., to 3 h.

Research results and discussion. Analysis of the research results shows that with the introduction of carbonate rocks with approximately equal content of insoluble residue (samples 1,3,4) or approximately equal content of CaO (samples 1,2 or samples 5,6,8), the effectiveness of the use of additives increases with increasing their crystal chemical proximity to the hydration product of anhydrite II-gypsum (increasing the content of CaO), as well as reducing the content of insoluble the remainder- dispersed impurities, in the composition of which, according to X-ray analysis, the clay component predominates, and quartz, mica, feldspar are also present.

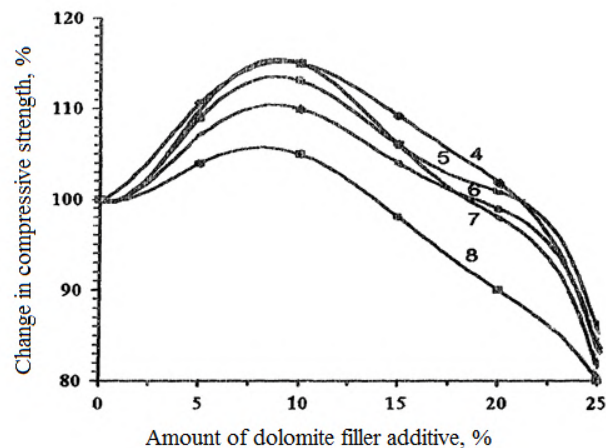


- 1– content CaO – 49,1 %; MgO – 0.9% ; n.o – 3,2%;
 2– content CaO – 50,6 %; MgO – 2.4% ; n.o– 5,4%;
 3– content CaO – 41,2 %; MgO – 9.3% ; n.o– 3,1%.

Figure 1. Dependences of changes in compressive strength of samples based on anhydrite binder at the age of 28 days on the amount of limestone filler introduced

Clay impurities, according to known concepts [1-3], reduce the adhesion of the binder and filler. Quartz, as shown above, is less effective as a crystallization center substrate for gypsum compared to carbonate fillers.

With the introduction of limestone or dolomite fillers with a CaO content of more than 28.6% of the insoluble residue up to 7.3% (samples 1-7) in an amount of 20% of the binder weight, the strength of gypsum stone samples is maintained at the level of the sample made of unfilled binder. Dolomite filler with a CaO content of 29.1% of the insoluble residue of 11.8% (sample 8) does not reduce the strength of the anhydrite binder when administered in an amount of up to 15% by weight of the binder. The water demand and softening coefficient of gypsum stone based on it are maintained at the level of the sample made of unfilled binder. The water demand and softening coefficient of gypsum stone based on it are maintained at the level of control samples without the introduction of filler. The timing of the beginning of setting of the binder is reduced from 1 h. 20 min., to 1 h. 10 min., the timing of the end of setting from 3 h. 15 min. to 3 h. 00min. A further increase in the content of limestone or dolomite fillers, regardless of their chemical or mineral composition, leads to a decrease in the strength of the anhydrite binder and the softening coefficient of gypsum stone based on it.



- 4 – content CaO – 33,7%; MgO – 16,7% ; n.o– 3,2%;
 5 – content CaO – 30,1 %; MgO – 21,9% ; n.o– 0,40%;
 6 – content CaO – 29,3 %; MgO – 21,3% ; n.o– 1,3%;
 7 – content CaO – 28,6 %; MgO – 15,8% ; n.o– 7,3%;
 8 – content CaO – 29,1 %; MgO – 14,6% ; n.o– 11,8%.

Figure 2. Dependences of changes in compressive strength of samples based on anhydrite binder at the age of 28 days on the amount of dolomite filler introduced

Discussion of scientific results. Thus, based on the conducted studies, it was found that when limestone or dolomite fillers with a CaO content of more than 28.6% of the insoluble residue up to 11.7% in the amount of 1% of the binder weight are introduced into the composition of anhydrite binder, the strength of gypsum stone samples increases by 20-13 and 15-5%, respectively, without reducing the strength compared to the original unfilled binder, it is permissible to introduce limestone or dolomite filler with a CaO content of more than 28.63% of the insoluble residue of 7.35% in an amount of 20% of the binder weight.

Conclusion. The creation of production of materials based on phosphogypsum and other industrial waste reduces the costs not only for the construction of the plant, but also for the transportation of raw materials and finished products, makes them less dependent on energy sources and allows solving not only economic and environmental problems of the region, but also social problems associated with the opening of jobs and infrastructure improvements.

The economic effect will be about 15 million tenge, the payback period of the mini-plant is 1 year.

References

1. Volzhensky, A.V. Mineral'nye vyazhushchie veshchestva [Mineral binders] – M.: Stroyizdat, 1986. – 464 p. [in Russian]
2. Lyashkevich, I.M. Effektivnye stroitel'nye materialy na osnove gipsa i fosfogipsa [Effective building materials based on gypsum and phosphogypsum] – Minsk: Higher School, 1989. – 160 p. [in Russian]
3. Gontar, Yu.V. Suhie gipsovyie smesi dlya otdelochnyh rabot [Dry gypsum mixtures for finishing works] // Stroitel'nye materialy [Building materials], 1997. No. 7. P. 10-11. [in Russian]

Material received on 27.02.23.

А.Т. Қырғызбаев

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

КАРБОНАТТЫ ТОЛТЫРҒЫШТАРДЫҢ АНГИДРИТ ТҰТҚЫР ЖӘНЕ ГИПС ТАСЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ

Аңдатпа. Кондициялық емес шикізат негізінде контактілі қатаю композициялық материалдарының технологиясы қарастырылған. Гипс байланыстырғыштардың басқа түрлерімен салыстырғанда салыстырмалы түрде жоғары беріктігі бар ангидрит тұтқыр алу мүмкіндігі көрсетілген. Ангидритті тұтқыр затты сылақ және қалау ерітінділері, еденге арналған стяжкалар, тау-кен қазбаларын толтыруға арналған ерітінділер, сәндік-қаптау плиталары, архитектуралық бөлшектер, ұсақ дана қабырға тастары, құрғақ қоспалар және т.с.с. бұйымдар жасауда қолдануға болады.

Тірек сөздер: ангидрит тұтқыр, минералды толтырғыштар, әртүрлі химиялық және минералды құрамдағы карбонатты толтырғыштар.

А.Т. Киргизбаев

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан




ВЛИЯНИЕ КАРБОНАТНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА АНГИДРИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО И ГИПСОВОГО КАМНЯ

Аннотация. Рассмотрена технология композиционных материалов контактного твердения на основе некондиционного сырья. Показана возможность получения ангидритового вяжущего, обладающего относительно высокой прочностью в сравнении с другими видами гипсовых вяжущих. Область применения ангидритового вяжущего: штукатурные и кладочные растворы, стяжки под полы, растворы для заполнения горных выработок, декоративно-облицовочные плиты, архитектурные детали, мелкоштучные стеновые камни, сухие смеси.

Ключевые слова: ангидритовое вяжущее, минеральные наполнители, карбонатных наполнителей различного химического и минерального состава.

FTAMP 65.33.03

Л.Ж. Алашбаева¹ - негізгі автор, | ©
Н.В. Иванникова²

 ¹PhD, қауым. проф. м.а., ²Техника және технология магистрі, аға оқытушы
ORCID ¹<https://orcid.org/0000-0003-3099-5988>; ²<https://orcid.org/0000-0003-2739-6239>
 ^{1,2}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,
 Тараз қ., Қазақстан Республикасы
@ ¹orken-lilia@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/JVPP6017>

ӨСІМДІК ШИКІЗАТТАРЫ ҚОСЫЛҒАН ТҰТАС ДӘНДІ БИДАЙ ҰНЫНАН ДАЙЫНДАЛҒАН НАН ӨНІМІНІҢ ФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Математикалық моделдеу арқылы графикалық талдау бойынша «Денсаулық» наны үшін алынған лизоцимі бар биологиялық кешен – 0,25 %, итмұрын – 2,86 %, күнжіт – 6,9 % және чиа – 7,13 % оңтайлы мөлшердегі биологиялық белсенді қоспа мен өсімдік шикізаттарының үйлесімді әсерінен алынған дайын нан сынамасын «BVM-L370LC –нан көлемін өлшегіш» қондырғысының көмегімен өнімнің ені, ұзындығы, салмағы, диаметрі, биіктігі, тығыздығы, көлемі, меншікті көлемі сияқты физикалық қасиеттеріне 3D көрініске сипаттама беру арқылы талдау жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде алынған физикалық көрсеткіш мәндерін салыстыру барысында биологиялық белсенді кешен мен өсімдік шикізаттары қосылған нан сынамасының көрсеткіштерінің жақсарғаны байқалды. Чиа мен күнжіт дәндерінің сыртқы қауызындағы ақуыз қабатының тұтас дәнді бидай ұнындағы амин қышқылдық тізбектерімен бірлесіп, ұзына бойына қаңқа құра отырып, итмұрын ұнтағындағы С дәрумені кеуектердің құрылымын қатайту арқылы физикалық қасиеттерді жақсартады.

Тірек сөздер: биологиялық белсенді кешен, өсімдік шикізаттары, физикалық көрсеткіштер, нан сынамалары, тұтас дәнді бидай наны.



Алашбаева, Л.Ж. Өсімдік шикізаттары қосылған тұтас дәнді бидай ұнынан дайындалған нан өнімінің физикалық қасиеттерін зерттеу [Мәтін] / Л.Ж. Алашбаева, Н.В. Иванникова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №1(79). – Б.28-33. <https://doi.org/10.55956/JVPP6017>

Кіріспе. Азық-түлік өнімдерінің қауіпсіздігі – тамақ өнімдерінің шикізаттарын іріктеп алудың, оны әзірлеудің, өндірудің, айналдырудың, кәдеге жаратудың, сондай-ақ, жоюдың барлық сатыларында адамның денсаулығына зиян келтіретін және мүдделерінің бұзылуымен байланысты қатерлерді болдырмау [1].

Қазақстан Республикасының адами денсаулықты сақтау факторы бойынша ең маңызды ұлттық міндеті – халықтың денсаулығын сақтау, және халықтың өмірін ұзарту, адамзаттың жас ерекшелігіне қарамай және әлеуметтік топтардағы адамдардың биологиялық жағынан дұрыс тамақтануын қамтамасыз етумен байланысты міндеттерді атқарады.

Адамның денсаулығын жақсарту үшін дұрыс тамақтануын қамтамасыз ететін, басты базалық тамақтанудан басқа ағзаның физиологиялық дамуына қажетті дәрумендер, алмастырылмайтын аминқышқылдары, талшықтар, микро- және макро-элементтер, көмірсулар, ферменттер, май қышқылдары және т.б. органикалық заттар болуы керек.

Сондықтан да, қазіргі кезде нан өндірісі бойынша оны терапиялық тамақтану ретінде пайдалану бойынша бір бөлігі ретінде денсаулыққа дұрыс әсер ететін нанның құнарлығы бойынша байытылған нан ассортименттері қажет. Бұндай мәселені шешу үшін қазіргі таңда нан өнімдерін түрлі тарғамдық қоспалармен, яғни, биологиялық белсенді қоспалар мен өсімдік шикізаттарын қосу арқылы шешуге болатынын көптеген ғалымдар өздерінің ғылыми зерттеу жұмыстарында көрсетуде. Бұл жағдайда өңдеу және сақтау процесінде өздерінің қасиеттерін қалыптастыруға және сақтауға түрлі қоспаларды қолдану арқылы дайын өнімнің тұтынушылық сапасы жақсартылады.

Қазіргі замандағы стрестік өмір сүру деңгейі түрлі дағдарыстарға, экологиялық мәселелерге және табиғи құнды өнімдердің жетіспеушілігіне толы. Бұндай мәселелердің шешімінің бірі ретінде функционалдық тағам өнімдеріне бет бұру болып табылады. Функционалдық тағам өнімдерінің басым көпшілігі өсімдік тектес түрлі биологиялық белсенді заттармен байыту болып табылады. Зерттеу нысаны ретінде алынған лизоцимі бар биологиялық кешен, итмұрын ұнтағы, күнжіт және чиа дәндері функционалдық бағыт ретінде алынған. Ондағы лизоцимі бар биологиялық кешен өнімдегі патогенді бактериялар негізінде туындайтын микробиологиялық ауруларды тежеу үшін қолданылса, итмұрын, күнжіт және чиа сияқты өсімдік шикізаттары бір жағынан сынама нан өнімдерінің органолептикалық сапасын жақсартса, екінші жағынан өнімнің сапалық құндылығын арттырады.

Тағам өндірісінде аталған биологиялық белсенді кешен мен өсімдік шикізаттарын қолдану тағам өнімінің сапасын, дисперстік күйін сақтай отырып, құрамындағы нанның картоп ауруын тудыратын термофильді микроорганизмдерді тежеу арқылы өнімнің сақтау мерзімін ұзартуда ролі ерекше. Сонымен қатар, өнімнің органолептикалық қасиеттері өте жағымды болып келеді.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеу жұмысының зерттеу нысаны: құрамында лизоцимі бар биологиялық кешен, итмұрын ұнтағы, чиа мен күнжіт дәндері, бақылау және тәжірибелік сынама нан өнімдері. Аталған биологиялық белсенді қоспа мен өсімдік шикізаттары қосылған сынама нан өнімдерінің физикалық қасиеттері «BVM –L370LC нан көлемін өлшегіш» қондырғысының көмегімен зерттелді. Онда сынама өнімнің көлемі, меншікті көлемі, биіктігі, ені, тығыздығы, салмағы және максималды диаметрі қарастырылып, өнімнің 3D көрінісі салыстырылды.

Зерттеу нәтижелері және нәтижелерді талқылау. М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университетінің «Тамақ өндірісі және биотехнология» кафедрасында күнжіт, чиа және итмұрын негізінде тұтас дәнді бидай наны әзірленді.

Математикалық моделдеу арқылы тұтас дәнді бидай нанының көлеміне және кеуектілігіне биологиялық белсенді қоспа мен өсімдік шикізаттарының үйлесімді әсерінің өзгерісін сипаттайтын регрессиялық модель құрылып, графикалық талдау бойынша қамырдағы бидай ұнының массасының пайызға шаққандағы үлесі «Денсаулық» наны үшін келесі мөлшерлер оңтайлы болып

табылады: лизоцимі бар биологиялық кешен – 0,25 %, итмұрын – 2,86 % күнжіт – 6,9 %, чиа – 7,13 %.

«BVM –L370LC нан көлемін өлшегіш» қондырғысының көмегімен бақылау және тәжірибелік нан сынамаларының физикалық қасиетін талдау нәтижесі төмендегі 1-ші кестесінде көрсетілген. Бақылау ретінде бірінші сұрыпты бидай ұны мен тұтас дәнді бидай наны салыстырмалы зерттеуге алынды. 1-ші бақылау нұсқасымен салыстырғанда тәжірибе нұсқаларының тығыздығының төмендегенін байқауға болады. Нан жұмсағының тығыздығының төмендеуі нанның құрылымдық қаңқасы мен нан қыртысының арасындағы қашықтықтың үлкеюі, оның көлемінің ұлғаюына әсер етеді, сондай-ақ нанның сапасы жақсарады [2].

Нан салмағының өзгеруінде үлкен айырмашылық бар. 1-ші бақылаудың нан салмағының кемуін есептегенде 13,5 % көрсетті, ал 2-ші бақылаудың нан салмағының кемуі 7% болса, тәжірибе нұсқасындағы «Денсаулық» нанының салмағының кемуі 8,75% тең болды. Әдістемелік нұсқауларда дұрыс нанның салмағының кему мөлшері 6-14 % аралығында болады деп есептелінеді.

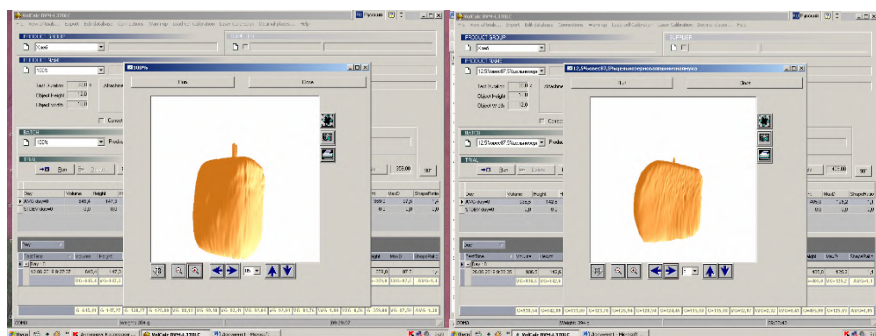
Кесте 1

Өсімдік шикізаттары қосылған тұтас дәнді бидай нанының физикалық қасиеттерінің көрсеткіштері

Физикалық көрсеткіштер	Көлемі, см ³	Меншікті көлемі, см ³ /г	Биіктігі, мм	Ені, мм	Ұзындығы, мм	Тығыздығы г/см ³	Салмағы, г	Максимал диаметр, мм
Бақылау нұсқалары								
Бірінші сұрыпты бидай наны (бақылау 1)	1173,9	3,15	121,4	127,1	147,0	0,3924	372	128,3
Тұтас дәнді бидай наны (бақылау 2)	645	1,86	92	99,2	147,3	0,556	346	97,5
Тәжірибе нұсқалары								
«Денсаулық» наны	936,5	2,56	115,18	127,1	142,1	0,4324	365	125,19

Нан салмағының кемуі бұдан төмен болса, ол нан өндірісіндегі ең үлкен технологиялық шығын деп есептелінеді. Бұл шығын технологиялық үрдістің табиғатымен байланысты және ол нөлге тең болуы мүмкін емес. Белгілі бір кему болмаса, қажетті қалыңдықтағы сыртқы қабыққа қол жеткізу мүмкін емес [3]. Сондықтан да тәжірибе нұсқаларының нан салмағының кемуі нормаға сай келеді деп есептеледі.

2-ші бақылаумен салыстырғанда тұтас дәнді нандардың максималды диаметрінің төмен болуы иленген камырдағы газды ұстау қабілетінің төмендігімен сипатталады. Глютендердің жеткіліксіз болуынан немесе желімше матрицасының бұзылу салдарынан пісіру кезінде газ шығымы пайда болады. «BVM – L370LC нан көлемін өлшегіш» қондырғысының көмегімен зерттеу нанына лазерлі сәулені жүргізу арқылы олардың кеңістіктегі 3D көрінісі мен физикалық шамалары алынды. Олар 1-суретте көрсетілген.



а)

э)

а – тұтас дәнді бидай наны (бақылау нұсқасы); э – «Денсаулық» наны (тәжірибе нұсқасы).

Сурет 1. Сынама нандардың «BVM – L370LC нан көлемін өлшегіш» қондырғысының көмегімен жасалған 3D көрінісі

Кебек түріндегі немесе тұтас ұнтақталған дән түріндегі тағамдық талшықтармен байытылған нан сіңімділігі дән немесе кебектің өңделу дәрежесі мен түріне байланысты болады.

Нанның физикалық қасиеттері нан сіңімділігін анықтайтын маңызды факторлардың бірі болып саналады, яғни дәлірек айтқанда, нан кебегінің құрылымы: нанның меншікті көлемі және кеуектілігі жоғарылаған сайын, асқорыту жүйесіндегі жақсы қорытылатын ферменттердің есебінен нанның сіңімділігі жоғарылайды.

Физикалық көрсеткіш мәндерін салыстыру барысында тұтас дәнді бидайға қарағанда биологиялық белсенді кешенді қосу тұтас дәнді бидай нанының физикалық сапасын жақсартатыны байқалды.

Қорытынды. Бақылау ретінде алынған бірінші сұрыпты және тұтас дәнді бидай нандары биологиялық белсенді қоспа мен өсімдік шикізаттары қосылған тәжірибелік нанмен физикалық қасиеті бойынша салыстырылып, нәтижелер талқыланды. Нан салмағының кемуі бойынша 8,75% құрады. Бұл дегеніміз тұтас дәнді бидай нанынан 4,75 ке жақсарғанын байқауға болады. Бұл нан салмағының кемуін көрсетеді. Тәжірибелік сынама нанның көлемінің бақылау 2 мен салыстырғанда 1,5 есеге жоғарылағанын байқауға болады. Ал, өнімнің меншікті көлемі, биіктігі ені, ұзындығы, салмағы сәйкесінше жоғарылайды. Сынама өнімнің тығыздығы 1,3 есеге төмендеді. Тығыздықтың төмендеуі өнімнің көлемінің артуына әкеледі. Яғни, осы нәтижелерге сүйене отырып, зерттеуге алынған, құрамында белсенді қоспасы мен күнжіт, итмұрын, chia сияқты өсімдік шикізаттары өнімнің физикалық сапа көрсеткішіне оң әсер етіп тұрғандығын көрсетеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Алашбаева, Л.Ж. Микробиологиялық зақымға тұрақты нан-тоқаш өнімдерінің технологиясын жасау [Мәтін]: дис. ... PhD фил. докторы / Л.Ж. Алашбаева. – Алматы, 2022. – 188 б.
2. Alashbayeva L., Shansharova D., Mynbayeva A., Borankulova A., Soltbayeva B. Development of technology for bakery products // Food Science and Technology Journal article, 2021. P. 1-7. <https://doi.org/10.1590/fst.61120>
3. Alashbayeva L.Zh., Shansharova D.A., Luděk H., Kenzhekhojayev M.D., Ivannikova N.V. Study of the effect of cabbage juice (Brássica olerácea), as a source of inhibition

of microorganisms of the genus Bacillus in the preparation of whole grain wheat bread // International Journal of Engineering Research and Technology, 2020. Vol. 13. P. 3691-3698 <https://dx.doi.org/10.37624/IJERT/13.11.2020.3691-3698>

Материал редакцияға 15.02.23 түсті.

Л.Ж. Алашбаева¹, Н.В. Иванникова¹

¹Таразский региональный университет им.М.Х.Дулати, г.Тараз, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХЛЕБОПРОДУКТА ИЗ ЦЕЛЬНОЗЕРНОВОЙ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ С ДОБАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. Представлены результаты исследования создания хлеба «Денсаулык» на основе биологического комплекса лизоцим – 0,25 %, шиповник – 2,86 %, кунжут – 6,9 % и чиа – 7,13 % от оптимального количества биологически активной смеси и растительного сырья. Выполнено математическое моделирование и графический 3D-анализ готового хлебобулочного изделия с помощью прибора «BVM-L370LC – измеритель объема хлеба» для определения таких его физических свойств, как ширина, длина, масса, диаметр, высота, плотность, объем, удельный объем. При сравнении значений физических показателей, полученных в результате исследований, отмечено улучшение показателей образца хлеба с биологически активным комплексом и растительным сырьем. Витамин С в порошке шиповника улучшает физические свойства за счет сужения структуры пор, образуя продольный каркас белкового слоя внешней оболочки семян чиа и кунжута вместе с цепочками аминокислот в цельнозерновой муке.

Ключевые слова: биологически активный комплекс, растительное сырье, физические показатели, образцы хлеба, цельнозерновой пшеничный хлеб.

L.Zh. Alashbayeva¹, N.V. Ivannikova¹

¹M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

STUDY OF PHYSICAL PROPERTIES OF BREAD PRODUCT MADE FROM WHOLE GRAIN WHEAT FLOUR WITH ADDED VEGETABLE MATERIALS

Abstract. The results of a study on the creation of Densauylk bread based on the biological complex lysozyme - 0.25%, rosehip - 2.86%, sesame - 6.9% and chia - 7.13% of the optimal amount of biologically active mixture and vegetable raw materials are presented. Mathematical modeling and graphical 3D analysis of the finished bakery product was performed using the BVM-L370LC - bread volume meter to determine its physical properties such as width, length, weight, diameter, height, density, volume, specific volume. When comparing the values of physical indicators obtained as a result of research, an improvement in the performance of a bread sample with a biologically active complex and vegetable raw materials was noted. Vitamin C in rosehip powder improves physical properties by narrowing the pore structure, forming the longitudinal framework of the protein layer of the outer shell of chia and sesame seeds along with the amino acid chains in whole grain flour.

Keywords: biologically active complex, plant raw materials, physical indicators, bread samples, whole grain wheat bread.

References

1. Alashbaeva, L.Zh. Mikrobiologiyalyq zaqymǵa tūraqty nan-toqash önınderınıń tekhnologiyasyn zhasau [Development of technology of bakery products resistant to microbiological damage]: dis. ...PhD Phil. the doctor. Almaty Technological University. – Almaty: – 2022. – 188 P. [in Kazakh]
2. Alashbaeva, L.Zh., Shansharova, D., Mynbaeva, A., Borankulova, A., Saltybayeva, B. Development of technology for bakery products // Food Science and Technology Journal article, 2021. P .1-7. <https://doi.org/10.1590/fst.61120>
3. Alashbaeva, L.Zh., Shansharova, D.A., Ludk, H., Kenzhiekhodzhaev, M.D., Ivannikova, N.V. Study of the effect of cabbage juice (Brassica oleracea), as a source of inhibition of microorganisms of the genus Bacillus in the preparation of whole grain wheat bread // International Journal of Engineering Research and Technology, 2020. Vol. 13. P. 3691-3698 <https://dx.doi.org/10.37624/IJERT/13.11.2020.3691-3698>

FTAMP 65.33.03

П.М. Маликтаева¹ - негізгі автор, | ©
Қ.Ж. Абдиқаримова²



¹Техн. ғылым. канд., ²Магистр

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-1251-811X>; ²<https://orcid.org/0000-0001-5487-2689>



^{1,2}Ш. Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз инновациялық институты,



Тараз қ., Қазақстан Республикасы



¹Sakosh_78@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/CGSX9737>

НАН ӨНІМДЕРІНЕ «ЖЕТІ ЖАРМА» КЕШЕНДІ ҚОСПАСЫН ЕНГІЗУ АРҚЫЛЫ САПАСЫН ЖАҚСARTY

Аңдатпа. Стандартты нан қамырына рецептура бойынша 15, 20 және 25% мөлшерде «Жеті жарма» түрлі дәнді дақыл кешендерін қосу арқылы нан қамырының және дайын нан сапасын органолептикалық және физикалық-химиялық тұрғыдан салыстырмалы зерттеу жұмыстары жүргізілді.

Тірек сөздер: жарма, қамыр, нан, ылғалдылық, сапа, жақсартқыш, кешен.



Маликтаева, П.М. Нан өнімдеріне «Жеті жарма» кешенді қоспасын енгізу арқылы сапасын жақсарту [Мәтін] / П.М. Маликтаева., Қ.Ж. Абдиқаримова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №1(79). – Б.34-40. <https://doi.org/10.55956/CGSX9737>

Кіріспе. Нан өнімдерінің сапасын, құрамын жақсарту мақсатында біз түрлі әдістерді пайдаланамыз. Соның ішінде жеті түрлі дәнді дақылдардан тұратын «Жеті жарма» кешенді қоспасын жеке атап өткеніміз жөн.

Жақсартқыштар ұнның құрылымдық компоненттерін өзгертетіні белгілі: ақуыздар, крахмал, гемицеллюлозалар, пентозандар, липидтер және қамырдың ферменттері мен микроағзалардың белсенділігіне әсер етеді. Тотығу әсерін жақсартқыштар глютенді нығайтады, газды ұстау қабілетін арттырады және осылайша қамырдың машинада өңдеу қабілетін және оны тексерудегі тұрақтылығын арттырады, қамыр дайындамаларының бұлыңғырлығын төмендетеді, нан көлемін арттырады және т.б. дегенмен, әр жағдайда қамырдың әр түрлі күйі мен жақсартқыштың әсерін анықтайтын нақты себептерді анықтау өте қиын [1].

Зерттеу шарттары мен әдістері. «Жеті жарма» қосылған шикізат, қамыр және нан сапасы бойынша зерттеулер Тараз қаласының ЖФ «Ұлттық сараптау және сертификаттау орталығының» зертханасында жүргізілді. Бұл ретте зертхана қызметкерлері қатысты. Зертханалық жағдайда қамырды илеу, оның сапасын анықтау, сондай-ақ тәжірибелер схемасына сәйкес әртүрлі мөлшердегі «Жеті жарма» жақсартқышын қоса отырып, жоғары сұрыпты бидай ұнынан жасалған нанды сынамалық пісіру жүргізілді.

Кесте 1

Тәжірибе схемасы	
Үлгі нөмірі	Зерттелетін үлгінің құрамы
Бақылау	Ұн, престелген ашытқы, тұз, су
№1 үлгі	Ұн, престелген ашытқы, тұз, су, «Жеті жарма» ұнтағы - 15%
№2 үлгі	Ұн, престелген ашытқы, тұз, су, «Жеті жарма» ұнтағы - 20%
№3 үлгі	Ұн, престелген ашытқы, тұз, су, «Жеті жарма» ұнтағы - 25%

Бақылау қамырын дайындау және «Жеті жарма» ұнтағын қосу арқылы тәжірибелер схемасы мен рецептурасы 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2

Шикізаттың атауы	Бақылау үлгісі	«Жеті жарма» ұнтағын қосқанда		
		1 нұсқа	2 нұсқа	3 нұсқа
Жоғары сұрыпты бидай ұны	1000	900	850	800
Ашытқы	2	2	2	2
Тұз	1,5	1,5	1,5	1,5

Нан пісіру технологиясы. Зерттеу жүргізудің қауіпсіз әдісінің мәні рецепт бойынша өтетін барлық шикізаттан бір сатыда қамырды дайындау болып табылады. Қамырды илеу алдында ұнның температурасына назар аударылды, ол кем дегенде 16°C болуы керек, одан кейін електен өткізіліп, «Жеті жарма» қоспасымен белгілі бір пайызбен мұқият араластырылды, содан кейін ғана қамырды дайындау үшін қолданылады. Ашытқыны 29°C температурада жылы суда ерітіп, ашытқы суспензиясын 29°C температураны сақтайтын жылы жерге 30 минутқа қойылды. Қоспаның бөліктері бойынша қосу жақсы қамыр беретіні анықталды, өйткені қамыр илеу кезінде су ұнға толығымен сіңіп кеткен және қоспаның екінші бөлігі үшін ол жоқ. Бұл өз кезегінде қамыр мен дайын нанның сапасына теріс әсер ететін қосымша суды қажет етті. Сапалы өнім алу үшін су мен ұн қосу арқылы бұл мәселені жақсартуға болады. Қамырды илеу «Жеті жарма» жақсартқыш қоспасының суды сіңіру қабілетін ескеру керек. Ашытуға дайын болған кезде қамыр әр үлгіні екі тең бөлікке бөліп, өсімдік майымен алдын-ала майланған пішіндерге салынды. Сынақ дайындамаларының жетілдіру шкафта 30°C температурада 40 минут бойы тыныштыққа қойылды. Тексерудің дайындығы бойынша (қалыптарда қамырды көтеру бойынша) нан 220°C температурада 40 минут бойы пісірілді. Дайын нан өлшеніп, салқындатылды, пісіру және кептіру және басқа көрсеткіштер анықталды [2].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Зерттеу жұмыстарын жүргізу үшін пайдаланылатын шикізат сапасының көрсеткіштері шикізат сапасы бойынша сынақтар жүргізу кезінде нәтижелер алынды, олар 3-кестеге енгізілді. Органолептикалық және физикалық-химиялық сапа көрсеткіштеріне шикізатты сынау нәтижелерінен жоғары сұрыпты бидай ұнының: түсі ақ, иісі және ұнның осы сортына тән дәмі болғандығы анықталды.

Кесте 3

Шикізат сапасының көрсеткіштері				
Сапа көрсеткіштері	Шикізат			
	Бидай ұны	Сығым-далған ашытқы	Ас тұзы	«Жеті жарма» қоспасы
Органолептикалық көрсеткіштер				
Түсі, иісі, дәмі	Дақтарсыз біркелкі. Ашытқыға тән. Сыртқы дәмі жоқ ашытқыға тән	Сарғыш реңкпен ақ. Жоқ. Сыртқы дәмі жоқ тұзды.	Ақ, сұр. Өнімнің осы түріне тән. Бұл өнімге тән.	-
Физикалық-химиялық көрсеткіштер				
Блғалдылық, %	14,2	74,5	3,5	-
Күл, %	0,52	-	-	9,5
Желімтек, %	27	-	-	-
Көтеру күші, мин	68	68	-	-
Құрғақ заттардың мөлшері, %	85	25,5	-	92

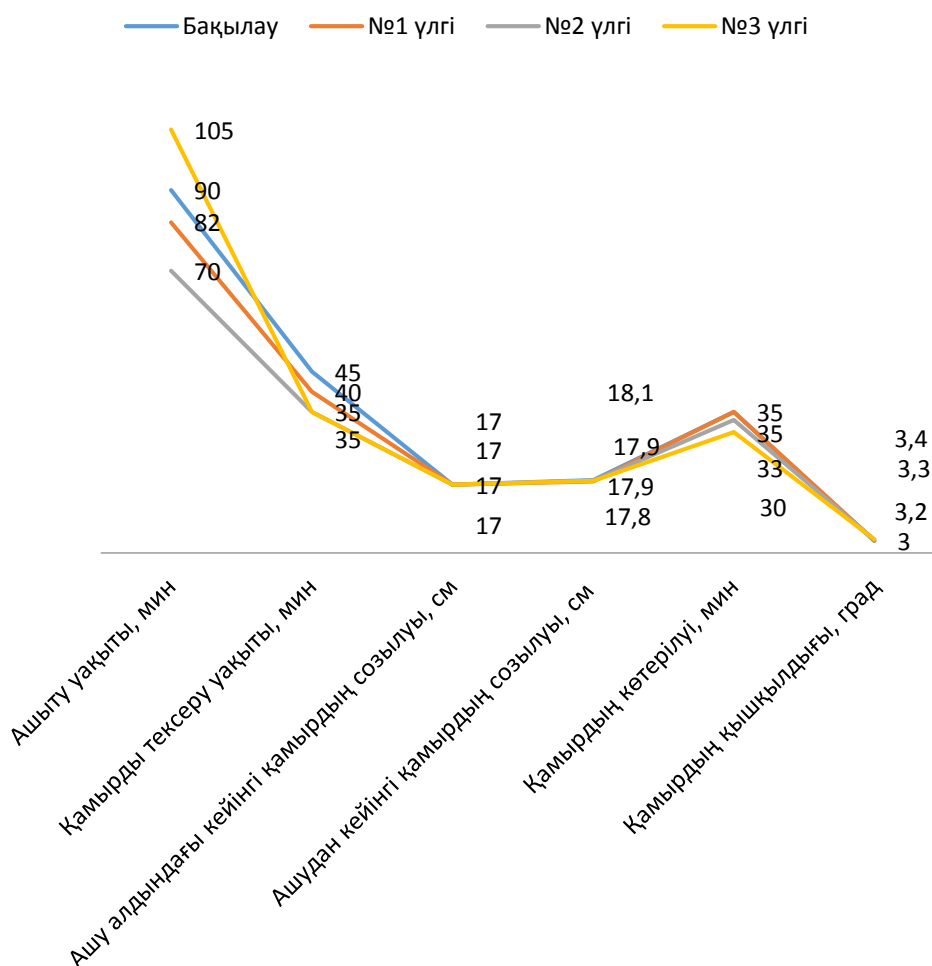
Блғалдылық 14,2% құрады, ұнтақтау мөлшері ұнның жоғары сортына сәйкес келеді, глютеннің массалық үлесі 25%, қамырдың созылуы-198 мм, икемділігі-128 бірлік. Ұнның глютенге қатысты шамалы ауытқулары бар, серпімділігі жоғары дәрежелі бидай ұнына жатады. Нан-тоқаш қамыры тағамдық ашытқы мен тұз қоспасы стандартқа және сұрыпқа сәйкес келеді. «Жеті жарма» қоспасының дәмі мен иісі нанның иісімен, бөтен иістерсіз және дәмсіз болуы керек. Шикізаттың сапасын анықтай отырып, тәжірибе үшін алынған ұнның шикі глютеннің құрамын, серпімділігін, сондай-ақ дәрумендер мен минералдардың құрамы бойынша жақсарту керек. Осыған байланысты біз қабылдаған «Жеті жарма» қоспаларының қамыр мен нан сапасының органолептикалық және физикалық-химиялық көрсеткіштеріне әсерін зерттеу жұмыстары жүргізілді. Сынақ сапасының органолептикалық және физикалық-химиялық көрсеткіштерін бақылау және зерттелетін үлгілер сынағының органолептикалық және физикалық-химиялық көрсеткіштері бойынша сынақтар мен сапаны айқындау кезінде нәтижелер алынды, олар 4-кестеге жинақталды.

«Жеті жарма» қоспасын қосқанда (құрамында 15, 20, 25% бидайдан жасалған құрғақ глютен бар) ұнның пісіру қасиеттері нашарлайды. Бұл жағдайда суды сіңіру қабілетінің артуы анықталды, бұл өз кезегінде бақылау нанымен салыстырғанда нанның шығымдылығын арттырады. Қамырдың қышқылдығы айтарлықтай өзгермейді. Бақылаумен және 1 және 2 нұсқасымен салыстырғанда 25% - «Жеті жарма» 3-нұсқасымен ерекше оң нәтижелер алынды. Ұн массасына 25% «жеті жарма» қоспаны қосу арқылы сұйылту дәрежесін төмендетуге, консистенцияны нығайтуға және қамырдың серпімділігін арттыруға көмектеседі. Қамырдың пісетін уақыты азаяды [3].

Кесте 4

Қамыр сапасының органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштің атауы	Бақылау	№1 үлгі	№2 үлгі	№3 үлгі
Түсі	Ақ	Ақ	Ашық сұр	Ашық сұр, қоңырқай
Иісі	Жоғары сұрыпты бидай ұнынан жасалған қамырға тән	Қоспаның әлсіз хош иісі бар	Қоспаның айқын хош иісі бар	«Жеті жарма» қоспасының айқын хош иісі бар
Серпімділігі	Серпімді			Жеткілікті серпімді



Сурет 1. Қамыр сапасының салыстырмалы физикалық-химиялық көрсеткіштері

3 нан сапасының органолептикалық көрсеткіштері тәжірибелік нан (3-нұсқа) өнімнің үлкен көлемімен, үгінділердің кеуектілігімен ерекшеленеді.

Сонымен қатар (3-нұсқа) ұн массасына 25% «Жеті жарма» қоспасын қосқанда, рецепт бойынша ерекше жағымды хош иіс пен дәмге ие. Бақылау және зерттеу үлгілері нанының органолептикалық көрсеткіштері пісірілген өнімдер үш сағат салқындағаннан кейін алынды. Дәм татқаннан кейін алынған нәтижелер 5-кестеге келтірілді.

Кесте 5

«Жеті жарма» кешенді қоспасы қосылған нан сапасының
органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Бақылау	№1 үлгі	№2 үлгі	№3 үлгі
Сыртқы түрі: Пішіні. Беті	Біршама дөнес қыртысы бар дұрыс. Әрең байқалатын жарықтары бар жеткілікті тегіс		Дұрыс. Әрең байқалатын жарықтары бар жеткілікті тегіс	
Үгінділердің жағдайы. Кеуектілік. Пісіру. Серпімділік	Біркелкі, нан тесігі кішкентай. Пісірілген. Серпімді	Біркелкі, нан тесігі кішкентай және орташа. Пісірілген. Серпімді	Біркелкі, нан тесігі кішкентай. Пісірілген. Серпімді	Нан тесігі біркелкі. Пісірілген. Серпімді
Түсі	Ақ	Ақ	Ашық сұр	Сұр
Дәмі	Нанға тән	Тәтті, орташа тұзды	Жақсы пісірілген нан, орташа тұзды	Қоспаның айқын дәмі бар тәтті нан

Осылайша, оның сандық қолданылуы бойынша «Жеті жарма» қоспасы нан пісіру қасиеттерінің шамалы төмендеуімен жоғары сұрыпты бидай ұнынан пісірілген нанның жалпы наубайхана бағасына бірдей әсер етпейтіні анықталды. Зерттелетін 2 және 3 үлгілерде қыртыстың беті тегіс, нанның пішіні және нанның пішініне төзімділігі №1 Бақылау үлгісіне қарағанда жақсы. Нан 3-нұсқа неғұрлым тартымды біркелкі орташа кеуектілік қалыңдығы мен жоғарғы қыртысы бар.

Нан сапасының физикалық-химиялық көрсеткіштері МЕМСТ 5669-96 әдістемесі бойынша сынау процесінде физикалық-химиялық сапа көрсеткіштері бойынша бақылау және зерттелетін үлгілердің пісірілген наны 6-кестеге келтірілген нәтижелерге қол жеткізілді [4].

Кесте 6

Нан сапасының физикалық-химиялық көрсеткіштері

Физикалық-химиялық көрсеткіштер	Бақылау нұсқасы	№1 үлгі	№2 үлгі	№3 үлгі
Ылғалдылық, %	42	42	43	43,5
Қышқылдық, %	2,8	2,8	3,0	3,1
Кеуектілік, %	65	66,6	67	69

Қорытынды. «Жеті жарма» қосылған нан сапасының физикалық-химиялық көрсеткіштері бойынша алынған нәтижелерді талдау ұн массасына қоспаның 25%-ға дейін ұлғаюымен (3-үлгі) кеуектіліктің артатынын, қамырдың нашар көтерілуімен, нанның кебуін көрсетеді, өйткені «Жеті жарма» қоспасында көлемі мен қаңқасын анықтайтын құрғақ глютеннің белгілі бір мөлшері бар нан. Бұл жағдайда қоспаның 25% сыртқы болуына байланысты суды сіңіру қабілеті артады. Зерттелетін нанның қышқылдығы бақылаумен салыстырғанда аздап өзгереді. Нанның кеуектілігі нормативтік құжаттаманың талаптарына сәйкес келді.

Әдебиеттер тізімі

1. Байысбаева, М.П. Нан өнімдерінің технологиясы [Мәтін] / М.П. Байысбаева. – Алматы, 2011. – 442 б.
2. Маликтаева, П.М. Тамақ өнімдерінің сапасын физикалық-химиялық тұрғыдан талдау [Мәтін] / ЖОО білімгерлеріне арналған оқу құралы П.М. Маликтаева. – Алматы: Эверо, 2014.
3. [?] / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nauchkor.ru/pubs/analiz-assortimenta-i-otsenka-kachestva-hleba>
4. МЕМСТ 58233-2018. Хлеб из пшеничной муки [Текст] / ТУ.

Материал редакцияға 16.02.23 түсті.

П.М. Маликтаева¹, К.Ж. Абдиқаримова¹

¹*Международный Таразский инновационный институт имени Шерхана Муртазы, г.Тараз, Казахстан*

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СМЕСИ "СЕМЬ ЗЛАКОВ"

Аннотация. Представлены результаты сравнительных исследований органолептических и физико-химических свойств хлебного теста и готового хлеба с внесением в рецептуру различных комплексов хлебных культур «семь злаков» в количестве 15, 20 и 25%.

Ключевые слова: крупа, тесто, хлеб, влажность, качество, улучшитель, комплекс.

P.M. Maliktayeva¹, K.Zh. Abdikarimova¹

¹*Sherkhan Murtaza International Taraz Innovation Institute, Taraz, Kazakhstan*

QUALITY IMPROVEMENT THROUGH THE INTRODUCTION OF A COMPLEX MIXTURE OF "SEVEN CEREALS" IN BAKERY PRODUCTS

Abstract. According to the recipe of the standard bread dough, comparative studies of the quality of bread dough and finished bread were carried out from the organoleptic and physical-chemical points of view using various complexes of bread crops "seven cereals" in the amount of 15, 20 and 25%.

Keywords: cereals, dough, bread, humidity, quality, improver, complex.

References

1. Байысбаева, М.Р. Nan өнімдерінің технологиясы [Technology of bakery products] Алматы, 2011. – 442р. [in Kazakh]
2. Маликтаева, Р.М. Тамақ өнімдерінің сапасын физикалық-химиялық тұлғадан талдау [Physical-chemical analysis of food quality] / ZHOO бiлiмгерлерiне арналған оқу құралы [A textbook for university students tool] – Алматы: Evero, 2014. [in Kazakh]
3. ? Elektronnyj resurs [Electronic resource]. – Rezhim dostupa [Access Mode]: <https://nauchkor.ru/pubs/analiz-assortimenta-i-otsenka-kachestva-hleba>
4. GOST 58233-2018. Hleb iz pshenichnoj muki [Wheat flour bread] / Technical specifications.

FTAMP 65.65.91; 65.35.91

Т.А. Байбатыров¹ - негізгі автор, | ©
Д.А. Жумашова², Г.А. Умирзакова³¹Техн. ғылым. канд., қауым. профессор, ²Магистрант, ³PhD, доцент м.а.

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-7940-626X>; ²<https://orcid.org/0000-0001-9582-0279>;³<https://orcid.org/0000-0001-6988-9520>^{1,2,3}Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық
университеті,

Орал қ., Қазақстан Республикасы

¹danamadana11@gmail.com<https://doi.org/10.55956/UZPK7934>

АЛМА КҮНЖАРАСЫ ҚОСЫЛЫП ЖАСАЛҒАН ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ КОНДИТЕРЛІК ӨНІМ

Аңдатпа. Мақалада алма күнжарасын 8, 10, 12, 14 және 16% мөлшерінде қоса отырып кондитерлік өнім – кекс жасауды зерттеу нәтижелері келтірілген. Дайын өнімдер сапаның негізгі көрсеткіштері бойынша зерттелді. Кептірілген алма күнжарасының әртүрлі мөлшерімен кекс рецепті жасалды. Органолептикалық және физикалық-химиялық, сондай-ақ дәмдік бағалау нәтижелері бойынша алма күнжарасы мөлшері 14% болатын кекс ең жақсы үлгі болып таңдалды. Тағамдық құндылықты есептеу көрсеткендей, әзірленген өнімде В1 және РР дәрумендерінің, К, Mg, P, Ca, Na минералды заттарының, ақуыз, сондай-ақ асқазан-ішек жолдарының жұмысын жақсартуға көмектесетін сіңірілмейтін көмірсулар мөлшері артатыны анықталды. Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, алма күнжарасын кондитер өндірісінде қолдану тағамдық құндылығы жоғары кекстің жаңа түрін алуға, кондитерлік өнімдердің асортиментін кеңейтуге мүмкіндік береді деген қорытынды жасауға болады.

Тірек сөздер: алма күнжарасы, тағамдық құндылығы, кекс, кондитерлік өнімдер, асортимент.



Байбатыров, Т.А. Алма күнжарасы қосылып жасалған тағамдық құндылығы жоғары кондитерлік өнім [Мәтін] / Т.А. Байбатыров, Д.А. Жумашова, Г.А. Умирзакова, // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №1(79). – Б.41-48. <https://doi.org/10.55956/UZPK7934>

Кіріспе. Институт жүргізген зерттеулер [1-7] көрсеткендей, зерттеуге қатыстырылған балалар санының 50% дәрумендердің жетіспеушілігін (физиологиялық нормалардан 3,5-6 есе аз) сезінеді. Балалардың 36%-да фолий қышқылы жеткіліксіз (солтүстік аймақта тапшылық 64%-ға жетеді).

Қазақстан халқының басым бөлігінде кальций, темір және басқа да микро-элементтердің, яғни фтор, мырыш, йод және селен концентрациясы төмендеді, олар ағзаны антиоксиданттық қорғау үшін маңызды элементтер болып табылады. Диеталық талшықтың жетіспеушілігі 50% жетеді. Осыған байланысты тағамдық құндылығын арттыратын биологиялық белсенді заттарды немесе табиғи ингредиенттер (көкөністер мен жемістердің қайнатпалары, жеміс орамдары және т.б.) дайындалды. Жақында ол кондитерлік өнеркәсіпте қолданыла бастады (емдік және профилактикалық

өнімдерді әзірлеуге және өндіруге көбірек көңіл бөлу үшін). Атап айтқанда, алма шырыны ерте қартаюдың алдын алудың тиімді құралы болып табылады және суық тию мен жұқпалы аурулармен күресуге көмектеседі [8]. Алма жидектеріндегі ақуыз мөлшері 0,07 г, май - 1,37 г, көмірсулар - 82,36 г, диеталық талшық - 5,7 г, полиқаньқпаған май қышқылдары - 0,658 г, дәрумендер: Е - 1,07 г, магний - 3,8 мкг; минералды галогенделген темір - 0,53 мкг, мыс - 80 мкг, мырыш - 0,265 мкг, селен - 0,5 мкг [9]. Осы көрсеткіштер, алма шикізатының қайталама өнімі күнжараны тағамдық қоспа ретінде қолдану ағзаға оң әсер ететіні анықталды.

Бұл зерттеудің мақсаты – алма күнжарасын қолдана отырып, дайын өнімнің тағамдық құндылығын арттыру үшін кондитерлік өнімдердің жана түрін жасау. Соның ішінде кекс алма күнжарасын қосып дайындауға болатын оңтайлы ұнды кондитерлік өнім болып табылады. Алма күнжарасын кекс құрамына қосу арқылы оның тағамдық және биологиялық құндылығын арттыруға болады [10-16].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеу нысаны – табиғи жағдайда 18-20°C температурада кептірілген алма күнжарасы, алма күнжарасы қосылған кекс. Зерттеу жұмыстары Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті жанындағы сынау орталығында жүзеге асты және кафедрада алма күнжарасы жидектерін қолдана отырып, кекс рецепті жасалды (1-кесте).

Кесте 1

Кекс рецепті (бақылау үлгісі)

Шикізат	100 г өнімге арналған құрғақ заттардың мөлшері, %	Жүктеуге арналған шикізатты есептеу, г (бақылау үлгісі)		Жүктеуге арналған шикізат мөлшері, г (алма күнжарасы қосылған)	
		табиғи	құрғақ заттар	табиғи	құрғақ заттар
Ұн	74,0	100	74,0	100	74,0
Түйіршіктелген қант	99,85	77,1	77,1	66,3	66,2
Жұмыртқа	78,0	51,9	51,1	51,9	51,1
Сары май	84,0	17,8	15,0	17,8	15,0
Тұз	69,5	0,454	0,43	0,454	0,43
Ваниль эссенциясы	–	0,908	–	0,908	–
Алма күнжарасы	84,0	–	–	10,8	9,077
Барлығы	–	248,162	217,63	248,162	215,81
Шығысы	84,0	214,97	213,27	214,97	211,5

Зерттеу әдістері: төмендететін заттардың құрамы ГОСТ 8756.13-87 бойынша феррицианид әдісімен, майдың массалық үлесі ГОСТ 5899-85 бойынша, ылғал мен құрғақ заттарды анықтау ГОСТ 5900-73 бойынша анықталды.

Кекс стандартты технология бойынша дайындалды, алма күнжарасымен дайындау процессі келесі кезеңдерден тұрады: шикізат пен рецепт бойынша қоспаны дайындау; сироп дайындау, ирис массасын қайнату, салқындату, қалыптау және орау [4].

Дайын өнімдер сапаның негізгі көрсеткіштері бойынша зерттелді (2-ші және 3-кестелер).

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау.

Кесте 2

Кекс сапасының органолептикалық көрсеткіштері

Өнім үлгісі	Көрсеткіш			
	Дәмі мен иісі	Беті	Пішіні	Консистенциясы
бақылау	Кекске тән	Құрғақ, жабысқақ емес	Сопакша, бұлыңғыр емес	Серпімді. Өз қалпын ұстайды
8%	Дәмі және иісі әлсіз	Құрғақ, кішкене жарықтар бар	Дөңгеленген, бұлыңғыр емес	Пісірілген. Жеңіл қысымнан кейін үгінді бастапқы пішінін алады
10%	Дәмі және иісі әлсіз	Құрғақ, жабысқақ емес	Дөңгеленген, бұлыңғыр	Жеңіл қысымнан кейін үгінді бастапқы пішінін алмайды
12%	Дәмі және иісі әлсіз	Дымқыл, саусаққа жабысады	Дөңгелек, сәл бұлыңғыр	Ұстағанда дымқыл. Жеңіл қысымнан кейін үгінді бастапқы пішінін алмайды
14%	Кекске тән, алма күнжарасы дәмі бар	Алма күнжарасы бар құрғақ, жабысқақ емес	Сопакша, бұлыңғыр емес	Серпімді. Өз қалпын ұстайды. Жеңіл қысымнан кейін үгінді бастапқы пішінін алады.
16%	Жағымсыз дәмі мен иісі бар	Жылтыр беті жоқ, дымқыл	Кекс пішініне сәйкес келмейтін, бұлыңғыр, қыртысы құлаған	Пісірілмеген, дымқыл. Жеңіл қысымнан кейін үгінді бастапқы пішінін алады.

Кесте 3

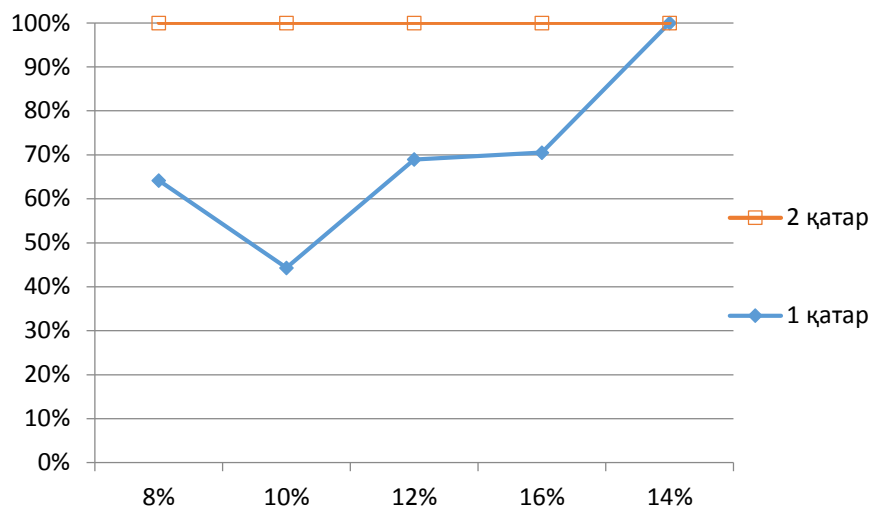
Кекстің физикалық-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіш	Өнім үлгісі					
	бақылау	8%	10%	12%	14%	16%
Ылғалдылық, %	8,5	8,5	8,5	8,45	8,43	8,42
Майдың массалық үлесі, г	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Тотықсыздандырғыш заттар, %	14	14	14,1	14,1	14,12	14,13

Есептік нәтижелер көрсеткендей әртүрлі мөлшерде алма күнжарасы қосылған кекс өнімі зерттеліп, органолептикалық көрсеткіштері бойынша оңтайлы мөлшері 14% екені анықталды.

3-кестеден көріп отырғанымыздай, алма шырынын дозасы жоғарылаған сайын тотықсыздандырғыш мөлшері аздап артып, дайын өнімнің

ылғалдылығы төмендеді. 1-суретте өнімнің дәмін бағалау нәтижелері көрсетілген.



Сурет 1. Үлгілердің дәмін бағалау

Зерттеу нәтижелеріне сәйкес, 14% алма шырыны бар кекстер сенсорлық, физикалық, химиялық және дәмдік бағалаудың ең жақсы мысалдары болып табылады. Сапа көрсеткіші ГОСТ шегінде қалады. Бірақ алма күнжарасы қосылған кезде дайын өнімнің сыртқы түрі мен дәмі жақсарды, бұл тұтынушылардың белсенділігін арттырды.

Тағамдық құндылықты есептеу нәтижелері 4-кестеде келтірілген. Кестеден алма күнжарасы кекске қосымша ретінде енгізілгенде дайын өнімде В1 және РР дәрумендерінің, минералдардың: К, Mg, P, Ca, Na, ақуыздың, сондай-ақ асқазан-ішек жолдарының жұмысын жақсартуға ықпал ететін сіңірілмейтін көмірсулардың мөлшері артатыны байқалады.

Қорытынды. Ұнды кондитер өндірісінде алма күнжарасын пайдалану тағамдық құндылығы жоғары кекстің жаңа түрін алуға, кондитерлік өнімдердің ассортиментін кеңейтуге мүмкіндік береді.

Кесте 4

Кекстің тағамдық құндылығы

Көрсеткіш	Кекс (бақылау үлгісі)		Кекс (алма күнжарасы)		Ауытқулар
	100 г өнімнің құрамы	Күнделікті қажеттілікті қанағаттандыру дәрежесі, %	100 г өнімнің құрамы	Күнделікті қажеттілікті қанағаттандыру дәрежесі, %	
Химиялық құрамы, г:					
Ақуыз	7,34	8,53	7,42	8,72	+
Май	15,42	15,12	15,57	15,26	-
Сіңімді көмірсу	75,23	19,7	77,13	20,19	+

Сіңімді емес көмірсу	–	–	0,62	31,0	+
Минералды заттар, мг:					
Fe	0,4	3,3	0,4	3,3	0
K	372,0	18,6	373,1	18,7	+
Mg	34,08	8,52	34,62	8,66	+
P	224,3	18,69	225,1	18,7	+
Ca	314,0	39,25	324,0	40,5	+
Na	134,8	11,23	135,1	11,25	+
Дәрумендер, мг:					
B1	0,12	7,1	0,13	7,65	+
B2	0,44	22,0	0,42	21,0	–
PP	0,19	1,26	0,304	1,6	+
C	0,6	0,86	0,6	0,86	0
A	0,08	0,008	0,08	0,008	0
Органикалық	0,2	0,6	0,3	0,7	+
Энергетикалық құндылығы, ккал	469,0 6	16,9	478,0 1	17,22	+

Әдебиеттер тізімі

1. Драгилев, А.И. Основы кондитерского производства [Текст] / А.И. Драгилев, Г.А. Маршалкин. – М.: ДеЛи Принт, 2005. – 532 с.
2. Калачев, М.В. Малые предприятия для производства сахарных и мучных кондитерских изделий [Текст] – М.: ДеЛи Принт, 2009. – 336 с.
3. Кормаков, С.И. Производство конфет [Текст] / С.И. Кормаков, Г.Р. Кокашинский [?].
4. Корячкина, С.Я. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры [Текст] / С.Я. Корячкина. – М.: Гиорд, 2016. – 812 с.
5. Мэнли, Дункан. Мучные кондитерские изделия [Текст] / Дункан Мэнли. – М.: Профессия, 2017. – 560 с.
6. Похлебкин, В.В. Выпечка, мучные и кондитерские изделия [Текст] / В.В. Похлебкин. – М.: Эксмо, 2018. – 233 с.
7. Хецуринани, Г.С. Новый ассортимент мармеладно-пастильных изделий функционального назначения [Текст] / Г.С. Хецуринани, Ц.З. Хуцидзе // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2012. – № 3. – С. 8-9.
8. Chen H., Rubenthaler G.L. Effect of apple fibre and cellulose on the physical properties of wheat flour // Journal of Food Science, 1988. Vol. 53, P. 304-305.
9. Пьяникова, Э.А. Исследование влияния яблочных выжимок на активность хлебопекарных дрожжей [Текст] / Э.А. Пьяникова, А.Е. Ковалева, А.С. Рязанцева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2020. – № 2. – С. 65-71.
10. Fernández-Giné J.M., Fernández-López J., Sayas-Barberá E., Pérez-Alvarez J.A. Effects of storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus fibre // Journal of Food Science, 2003. Vol. 68, P. 710-715.
11. Fernando F., Maria L.H., Maria E.A., Chiffelle I. et al. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential source for food enrichment // Food Chemistry, 2005. Vol.91, P. 395-401.

12. Masoodi F.A., Bhavana S., Chauhan G.S. Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes Plant // Foods for Human Nutrition, 2002. Vol. 57, P. 121-128.
13. Lu Y., Foo L.Y. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace // Food Chemistry, 2000. Vol. 68, P. 81-85.
14. Ковалева, А.Е. Совершенствование рецептуры и технологии хлеба пшеничного с использованием яблочных выжимок [Текст] / А.Е. Ковалева, Э.А. Пьяникова, Е.Д. Ткачева // Вестник ВГУИТ. – 2020. Т. 82. – № 2. – С. 61-66.
15. Науменко, Н.В. Совершенствование технологии производства хлебобулочных изделий, полученных с использованием ингредиентов растительного происхождения [Текст] / Н.В. Науменко, И.Ю. Потороко, И.В. Калинина, А.В. Малинин и др. // Вестник ВГУИТ. – 2019. Т. 81. – № 2. – С. 108-113. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-108-113.
16. Ковалева, А.Е. Влияние яблочного порошка на потребительские свойства хлебцев хрустящих [Текст] / А.Е. Ковалева, Э.А. Пьяникова, Е.И. Быковская, Е.В. Овчинникова // Вестник ВГУИТ. – 2019. Т. 81. – № 4. – С. 122-130.

Материал редакцияға 17.03.23 түсті.

Т.А. Байбатыров¹, Д.А. Жумашова¹, Г.А. Умирзакова¹

¹*Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана,
г. Уральск, Казахстан*

КОНДИТЕРСКОЕ ИЗДЕЛИЕ ВЫСОКОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ, ПРИГОТОВЛЕННОЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ ЯБЛОЧНОГО ЖМЫХА

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изготовлению кондитерского изделия – кекса с добавлением яблочного жмыха в количестве 8, 10, 12, 14 и 16%. Готовая продукция изучена по основным показателям качества. Приготовлен рецепт кексов с разным количеством сушеного яблочного жмыха. По результатам органолептической и физико-химической, а также вкусовых оценок лучшим образцом был выбран кекс с размером яблочного жмыха 14%. Расчет пищевой ценности показал, что в разработанном продукте увеличивается содержание витаминов В1 и РР, минеральных веществ К, Mg, P, Ca, Na, белка, а также неперевариваемых углеводов, которые помогают улучшить работу желудочно-кишечного тракта. Основываясь на результатах исследования, можно сделать вывод, что применение яблочного жмыха в кондитерском производстве позволяет получить новый вид кекса с высокой питательной ценностью, расширить ассортимент кондитерских изделий.

Ключевые слова: яблочный жмых, пищевая ценность, кекс, кондитерские изделия, ассортимент.

T.A. Baibatyrrov¹, D.A. Zhumashova¹, G.A. Umirzakova¹

¹*Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian and Technical University, Uralsk, Kazakhstan*

CONFECTIONERY PRODUCTS OF HIGH NUTRITIONAL VALUE PREPARED WITH THE ADDITION OF APPLE CAKE

Abstract. The article presents the results of research on the manufacture of confectionery – cupcake with the addition of apple cake in the amount of 8, 10, 12, 14 and 16%. The finished products have been studied according to the main quality indicators. A

recipe for cupcakes with different amounts of dried apple cake has been prepared. According to the results of organoleptic and physico-chemical, as well as taste assessments, a cupcake with an apple cake size of 14% was chosen as the best sample. The calculation of nutritional value showed that the developed product increases the content of vitamins B1 and PP, minerals K, Mg, P, Ca, Na, protein, as well as indigestible carbohydrates, which help improve the functioning of the gastrointestinal tract. Based on the results of the study, it can be concluded that the use of apple cake in confectionery production makes it possible to obtain a new type of cupcake with high nutritional value, expand the range of confectionery products.

Keywords: apple cake, nutritional value, cupcake, confectionery, assortment.

References

1. Dragilev A.I., Marshalkin G.A. Osnovy konditerskogo proizvodstva [Fundamentals of confectionery production]. — Moscow: Delhi Print, 2005. — 532 p. [in Russian]
2. Kalachev M.V. Malye predpriyatiya dlya proizvodstva saharnyh i muchnyh konditerskih izdelij [Small enterprises for the production of sugar and flour confectionery]. — M.: Delhi Print, 2009. — 336 p. — ISBN 978-5-94343-198-2. [in Russian]
3. Kormakov S.I., Kokashinsky G.R. Proizvodstvo konfet [Production of sweets]. [in Russian]
4. Koryachkina, Svetlana Yakovlevna Muchnye konditerskie izdeliya funktsional'nogo naznacheniya. Nauchnye osnovy, tekhnologii, receptury [Flour confectionery products of functional purpose. Scientific foundations, technologies, recipes]. — M.: Giord, 2016. — 812 p. [in Russian]
5. Manly, Duncan Muchnye konditerskie izdeliya [Flour confectionery]. — M.: Profession, 2017. — 560 p. [in Russian]
6. Pohlebkin, William Vasilyevich Vypechka, muchnye i konditerskie izdeliya [Baking, flour and confectionery products]. — Moscow: Eksmo, 2018. — 233 p. [in Russian]
7. Hetsurinani, G.S., Khutsidze Ts.Z. Novyj assortiment marmeladno-pastil'nyh izdelij funktsional'nogo naznacheniya [A new assortment of marmalade-pastille products of functional purpose].// Hlebopekarskoe i konditerskoe delo [Bakery and confectionery business]. — 2012. — No. 3. — P. 8-9. [in Russian]
8. Chen H., Rubenthaler G.L. Effect of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour // Journal of Food Science. 1988. V. 53, P. 304-305.
9. Pyanikova E.A., Kovaleva A.E., Ryazantseva A.S. Issledovanie vliyaniya yablochnyh vyzhimok na aktivnost' hlebopekarnyh drozhzhej [Investigation of the effect of apple pomace on the activity of baking yeast] // Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK — produkty zdorovogo pitaniya. [Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex — healthy food products]. 2020. No. 2. P. 65-71. [in Russian]
10. Fernández-Ginéz J.M., Fernández-López J., Sayas-Barberá E., Pérez-Alvarez J.A. Effects of storage conditions on quality characteristics of bologna sauces made with citrus fibre // Journal of Food Science. 2003. V. 68, P. 710-715.
11. Fernando F., Maria L.H., Maria E.A., Chiffelle I. et al. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential source for food enrichment // Food Chemistry. 2005. V.91, P. 395-401.

12. Masoodi F.A., Bhavana S., Chauhan G.S. Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes Plant // Foods for Human Nutrition. 2002. V. 57, P. 121-128.
13. Lu Y., Foo L.Y. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace // Food Chemistry. 2000. V. 68, P. 81-85.
14. Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Tkacheva E.D. Sovershenstvovanie receptury i tekhnologii hleba pshenichnogo s ispol'zovaniem yablochnyh vyzhimok [Improving the recipe and technology of wheat bread using apple pomace] // Vestnik VGUIT. 2020. Vol. 82, No. 2. P. 61-66. [in Russian]
15. Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Kalinina I.V., Malinin A.V. et al. Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva hlebobulochnyh izdelij, poluchennyh s ispol'zovaniem ingredientov rastitel'nogo proiskhozhdeniya [Improvement of the technology of production of bakery products obtained using ingredients of vegetable origin] // Bulletin of VSUIT. 2019. Vol. 81, No. 2. P. 108-113. doi:10.20914/2310-1202-2019-2-108-113. [in Russian]
16. Kovaleva A.E., Pyanikova E.A., Bykovskaya E.I., Ovchinnikova E.V. Vliyanie yablochnogo poroshka na potrebitel'skie svoystva hlebcev hrustyashchih [The influence of apple powder on the consumer properties of crispy loaves] // Vestnik VGUIT. 2019. Vol. 81, No. 4. pp. 122-130. [in Russian]

МРНТИ 65.33.29

Н.В. Иванникова¹ – основной автор, | ©
Л.Ж. Алашбаева²¹Магистр техники и технологии, ²PhD

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-2739-6239>,²<https://orcid.org/0000-0003-3099-5988>^{1,2}Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати

г. Тараз, Республика Казахстан

¹natika.77@mail.ru<https://doi.org/10.55956/UERB2878>

РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ БИСКВИТНЫХ РУЛЕТОВ

Аннотация. В статье представлена технология получения безглютеновых мучных кондитерских изделий – бисквитных рулетов из рисовой и гречневой муки в качестве специализированной пищевой продукции в рационе питания для людей больных целиакией. Проведен ряд исследований по определению качественных показателей, определены реологические характеристики полуфабрикатов и готовой продукции.

Ключевые слова: безглютеновая продукция, рисовая мука, гречневая мука, структурно - механические свойства, реология.



Иванникова, Н.В. Разработка и оценка реологических характеристик безглютеновых бисквитных рулетов [Текст] / Н.В. Иванникова, Л.Ж. Алашбаева // Механика и технологии / Научный журнал. – 2023. – №1(79). – С.49-56.
<https://doi.org/10.55956/UERB2878>

Введение. Мучные кондитерские изделия являются неотъемлемой частью пищевого рациона практически всех групп населения. Данная продукция относится к высококалорийной, чрезмерное потребление которой приводит к появлению различных заболеваний. Несмотря на огромный выбор мучных кондитерских изделий, разработка новых видов изделий с целью совершенствования структуры ассортимента, создание изделий специализированного назначения, в частности безглютеновой продукции, являются доминирующими тенденциями. Весомым сегментом рынка мучных кондитерских изделий являются бисквиты. Аглютеновые бисквитные рулеты на основе рисовой и гречневой муки могут быть рекомендованы для людей, страдающих весьма распространенным недугом целиакией (глютеновая энтеропатия) и в качестве профилактических мер. Это нарушение функции тонкой кишки, обусловленное недостатком или полным отсутствием ферментов, которые отвечают за расщепление глютена [1,2]. С точки зрения повышения диетической ценности изделий, из рецептуры удалены не только глютеновые сырьевые источники, но и удален молочный белок казеин. Появление большого числа новинок в секторе бисквитных безглютеновых

полуфабрикатов обеспечивает рост продукции специализированного назначения. Однако преимущественно это привозная продукция из стран СНГ, лишь небольшой процент составляют местные производители. Прекрасной альтернативой для расширения группы безглютеновых кондитерских изделий могут стать рулеты на основе композиционной смеси из муки гречневой и рисовой. В основу проведенных теоретических и экспериментальных исследований положена научная концепция, заключающаяся в том, что целенаправленным введением в рецептуру безглютеновых сырьевых источников, таких как, гречневая и рисовая мука, возможно получить не только продукцию высокого качества с длительными сроками хранения, но и продукцию для здорового питания, что весьма актуально сегодня. Поскольку во всем мире все больше и больше людей страдают непереносимостью глютена. Симптомы глютеновой болезни весьма сходны со многими распространенными кишечными заболеваниями и просто расстройствами, хронического характера. К этой группе относится болезнь Крона, синдром раздраженного кишечника, язвенный колит. Неверная диагностика вероятна в виду бессимптомности протекания ряда заболеваний, которые приводят к риску долгосрочных осложнений, таких как остеопороз, бесплодие и рак.

Цель исследования: разработка рецептуры мучного кондитерского изделия с целью целесообразности применения безглютеновых культур в производстве бисквитных рулетов высокого качества с длительными сроком хранения без ухудшения свойств. Вторая часть исследования была направлена на оптимизацию рецептур и определения сохранности свежести мучного кондитерского изделия, приготовленного с использованием безглютеновых злаков, а также детальное рассмотрение реологических свойств бисквитных полуфабрикатов. Объектом исследования были мучные кондитерские изделия - бисквиты, приготовленные из безглютеновых сырьевых источников: муки рисовой и гречневой. Основным сырьевым источником выступала рисовая мука. Состав рисовой муки: содержание влаги (5,47–9,87%), зольность (0,47–1,57%), сырой белок (6,51–7,27%), сырой жир (1,13–3,60%) и углеводы (77,06–85,58%). Рисовая мука полезна своим растительным белком. Известна высокая способность муки впитывать воду, то важно при обработке пищевых продуктов с мягкой и гладкой текстурой [3].

Базовым сырьем в исследуемых образцах выступала также гречневая мука. Ее относят к группе продуктов, обычно называемых псевдocereальными. Псевдocereалы – это семена, которые употребляются в пищу как злаки, но не растут на травах. Гречневая мука весьма популярна в качестве здоровой пищи благодаря высокому содержанию полифенольных соединений с антиоксидантной активностью, минеральных веществ и антиоксидантов в целом. В гречневой и рисовой муке высоко содержание фенолов и рутина.

Известно, что белки гречихи, количество которых не особенно велико, богаты лизином и лейцином и содержат меньше глутаминовой кислоты, пролина и аргинина и больше аспарагиновой кислоты, чем белки других зерновых культур. Причем около 56% глутаминовой и аспарагиновой кислот представлены в виде амидов [4]. Отсутствие глютена сказывается на текстуре теста и соответственно готового полуфабриката, его объеме. Крахмал гречневой муки обеспечивает консистенцию теста и влияет на желатинизацию крахмала. Крахмал рисовой муки выполняет роль загустителя, стабилизирующего, удерживающего влагу и предотвращающего черствение готового продукта. В процессе приготовления аглютенового бисквита крахмал

рисовой муки связывает воду при замесе, участвуя в формировании теста, а затем клейстеризуется при выпечке, при этом участвует в формировании каркаса бисквита.

Условия и методы исследования. Для проведения научного эксперимента за основу была принята рецептура, разработанная на основе унифицированной рецептуры на бисквит из пшеничной муки, соответствующая по ГОСТу 14621-78. Для разработки технологии безглютенового бисквита на основе рисовой и гречневой муки первоначально проводили подбор соотношения основных компонентов рецептуры. Таким образом готовили контрольный и экспериментальные образцы.

В исследовании были использованы общепринятые методы исследования сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Исследованию подлежали образцы готовых бисквитов на текстуранализаторе TexVol TVT - 300XP/XPН. Прибор позволяет регистрировать деформации и нагрузки по времени. Для работы при помощи программного обеспечения задается перемещение тела пенетрации, измеряется возникающее при этом усилие, или наоборот задается усилие и измеряется, какое перемещение совершает тело пенетрации для его достижения [5,6]. В эксперименте были использованы цилиндрические насадки РСУ45S. Несколько образцов аглютеновых рулетов, приготовленных по разным рецептурам и с разными сроками хранения, были подвергнуты сенсорному и инструментальному анализу на предмет их текстурных свойств и сравнены результаты. Образцы подвергались режиму тестирования, состоящему из последовательных сжатий. Была определена нагрузка, как сила, необходимая для достижения деформации, энергия деформации, упругость как соотношение между маршрутами, пройденными испытательным устройством для достижения сжатия, указанного в циклах. Определяли также остаточную деформацию в образцах после снятия нагрузки. Анализатор текстуры измеряет силу сжатия или растяжения продукта в зависимости от времени или расстояния. Это делается путем перемещения и измерения силы, или путем создания усилия и измерения перемещения.

Научная работа посвящена изучению возможности использования безглютеновых составляющих: рисовой и гречневой муки в производстве бисквитных рулетов и определению реологических характеристик с целью установления сроков годности готовых изделий.

Результаты исследований. Для определения оптимальных дозировок проводили серию лабораторных выпечек. Компонентный состав аглютеновых рецептур образцов рулетов представлен в таблице 1.

Таблица 1

Компонентный состав аглютеновых рецептур образцов рулетов

Компоненты смеси	Соотношение компонентов рецептурной смеси в образцах, %			
	№1	№2	№3	№4
Рисовая мука	60	50	100	80
Гречневая мука	40	50	-	20
Сахарозаменитель Сладис Элит с сукралозой	5	5	5	5
Яйцо	150	150	150	150
Мед	25	25	25	25
Разрыхлитель	3	3	3	3

На рисунках 1 изображены образцы аглютеновых рулетов с различной дозировкой компонентов: рисовой и гречневой муки.

Оптимальными характеристиками обладал образец №4. Процентное соотношение компонентов: мука рисовая – 80%, гречневая мука – 20%.



Рис. 1. Образцы безглютеновых рулетов с различным процентным соотношением рецептурных компонентов

Технологическая схема приготовления безглютенового рулета с использованием рисовой и гречневой муки в производственных условиях предусматривает следующие технологические операции: подготовка сырья с качественным определением сырьевых ингредиентов; приготовления теста холодным способом при взбивании яиц с медом и сахарозаменителем в сбивальной машине в течении 12-15 мин до увеличения объема смеси в 2 раза; внесение муки и разрыхлителя при продолжающемся сбивании в течение 15-20 с.; формование готового теста влажностью 33-34 % в виде тестовой ленты толщиной 4-5 мм с подачей на стальную ленту печного конвейера; выпечка при температуре 180°C в течении 10-12 мин; охлаждение. После выпечки тесто разрезается дисковым ножом и подрезается струной для перехода на сетчатую ленту охлаждающего конвейера, находящегося на уровне печной ленты. Продолжительность охлаждения 10-15 минут. На столе-транспортере последовательно осуществляются промочка бисквитной ленты сиропом; отсадка крема или джема на верхнюю поверхность заготовки; сворачивание, резка и взвешивание бисквитных рулетов. После этого рулеты поступают в охлаждающую камеру. Крем, джем и глазурь, транспортируются к агрегатам для приготовления рулетов насосами. Готовые бисквитные рулеты укладывают в V-образный картон и упаковывают в целлофановую пленку на автомате. хранят в чистых, сухих местах, при температуре 4-6°C и относительной влажности воздуха 70-75%, срок хранения не более 6-10 суток.

Допустимые сроки хранения были подтверждены серией проводимых испытаний структурно – механических свойств выпеченных безглютеновых бисквитных полуфабрикатов. На рисунках 2, 3 показаны графики, для определения пластичности безглютенового и контрольного пшеничного бисквита, то есть способности бисквитного полуфабриката сохранять деформацию после снятия нагрузки. Определено затраченное время и сила для сжатия бисквитных пластов контрольного образца бисквита из пшеничной муки и безглютеновых образцов.

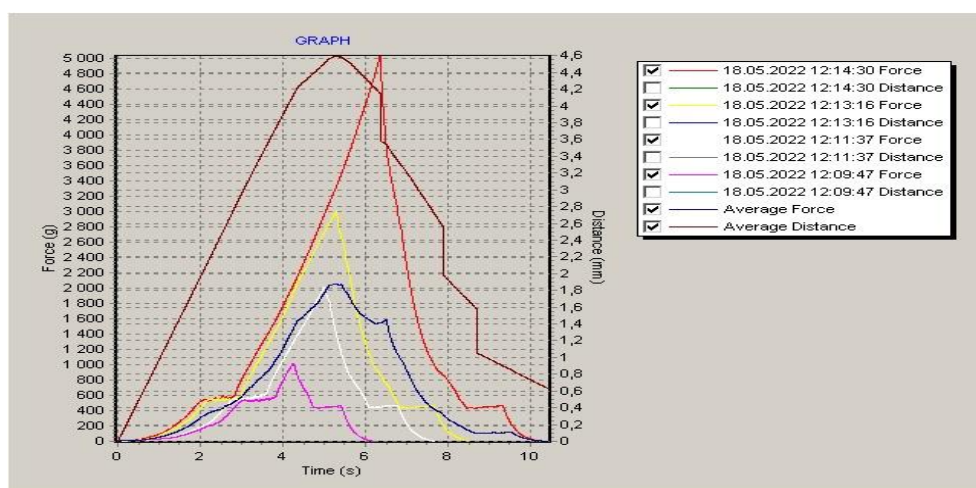


Рис. 2. Результаты одноциклических испытаний в контрольном образце пшеничного бисквита

Все исследуемые образцы отличались высокой формоустойчивостью. На рисунке представлены графические зависимости создаваемых нагрузок на полуфабрикат, а именно упругая деформация. Были определены допустимые нагрузки (компрессия): 1, 2, 3, 5 кг.

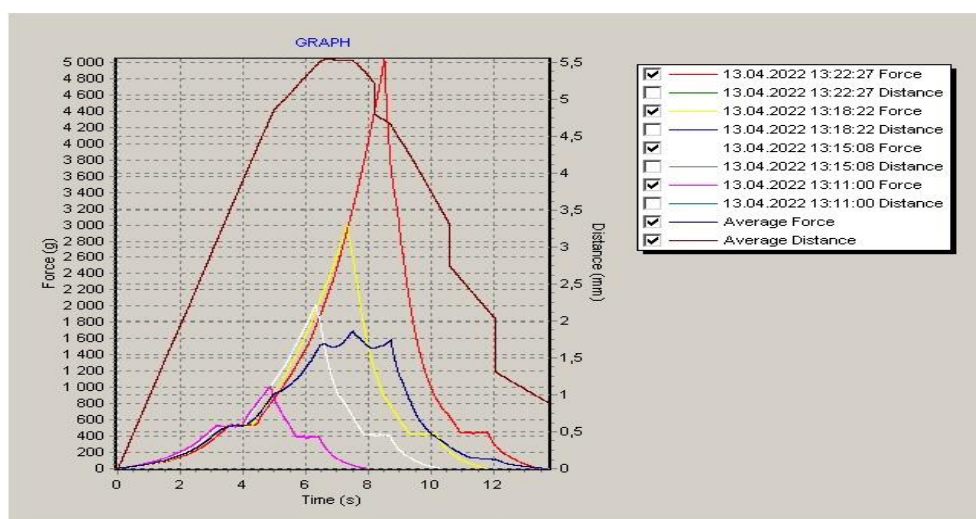
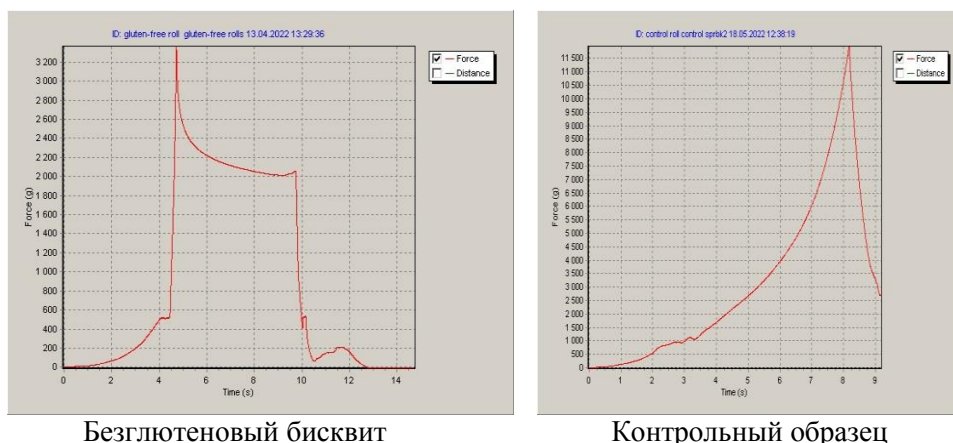


Рис. 3. Результаты одноциклических испытаний в образце безглютенового бисквита

Рисунок 4 описывает зависимости показателя упругости бисквитного полуфабриката - способности восстановления первоначальной формы после снятия мгновенной нагрузки. Бисквит из пшеничной муки, с большим количеством клейковины имеет повышенную упругость. При выполнении больших нагрузок весь материал образца попадал под прижимное устройство, и он оказывал сопротивление.

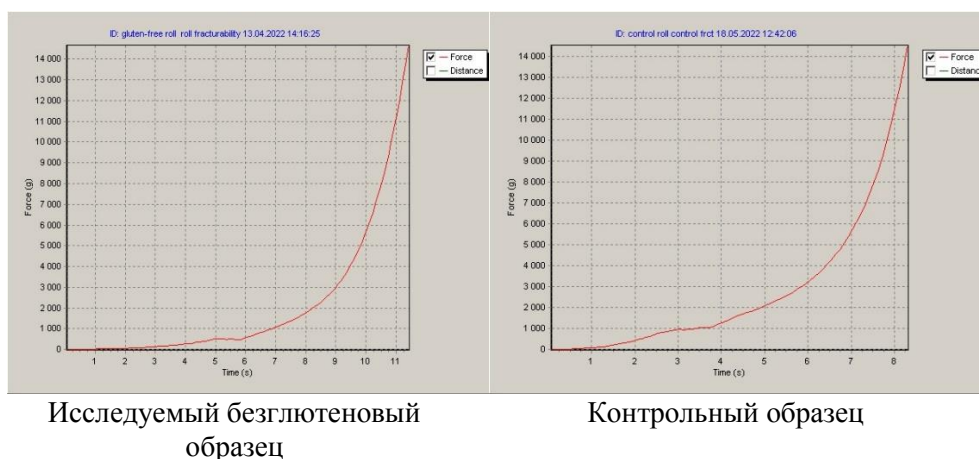


Безглютеновый бисквит

Контрольный образец

Рис. 4. Кривая зависимости нагрузки и упругости образцов

Рисунок 5 демонстрирует максимальную нагрузку (более 14 кг), приводящую к разрушению структуры бисквитного пласта, что свидетельствует о практически идентичных разрушающих нагрузках для контрольного образца и исследуемых образцов аглютеновых рулетов.



Исследуемый безглютеновый
образец

Контрольный образец

Рис. 5. Максимальная нагрузка разрушающего эффекта

В ходе исследований была проведена оценка потребительских свойств готовой продукции. По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что лучшим образцом был безглютеновый рулет с процентным соотношением компонентов: мука рисовая – 80%, гречневая мука – 20%. Динамика реологических испытаний в научной работе требовалась для изучения структуры и фундаментальных свойств безглютенового бисквита.

Обсуждение научных результатов. Были разработаны и апробированы рецептуры по приготовлению безглютеновых рулетов. Процентное соотношение рисовой и гречневой муки наиболее близки к реологическим свойствам пшеничной муки. В целом все экспериментальные образцы имели достаточно высокие показатели качества: равномерную и пористую структуру без повреждений и с ровным обрезом, свернутые спиралью, некрошащиеся, хорошо пропечённые полуфабрикаты, с развитой пористостью, без закала и следов непромеса, без постороннего вкуса и запаха. В результате исследований

установлено так же, что выбранное соотношение рецептурных компонентов даст оптимальный реологический профиль тесту и готовому полуфабрикату.

Заключение. Бисквитный полуфабрикат лидирует в общей массе выпеченных полуфабрикатов мучных кондитерских изделий, занимая значительный сегмент среди своей группы. Обоснован выбор сырьевых источников, разработанные рецептуры и технологии производства рулетов из гречневой и рисовой муки выбраны и экспериментально подтверждены рациональные режимы технологического процесса приготовления безглютеновых рулетов. Применение в рецептурах бисквитных рулетов сырьевых компонентов, альтернативных классической рецептуре, позволяет получить качественный продукт на безглютеновой основе. Были проведены исследования органолептических и физико-химических показателей качества. Определение структурно-механических свойств безглютеновых рулетов на текстуранализаторе TexVol TVT - 300XP/XPН подтвердил целесообразность приготовления продукции с длительным сроком хранения. Технический результат исследования заключается в разработке технологии безглютенового рулета с сохранением высоких органолептических показателей, повышении его пищевой и биологической ценности, за счет использования гречневой и рисовой муки. Аглютеновый бисквит на основе гречневой и рисовой муки может быть рекомендован лицам с нарушенным метаболизмом глютена, людям придерживающихся диет, одним из условий которой является отказ от употребления глютена, входящего в состав продуктов питания.

Список литературы

1. Крюкова, Е.В. Анализ возможности использования альтернативных видов муки для питания людей больных целиакией [Текст] / Е.В. Крюкова, О.В. Чугунова, Д.С. Мысаков // Технические науки – от теории к практике. – 2015. – № 50. – С. 60-66.
2. Матвеева, И. Перспективные виды сырья для производства безглютеновых изделий [Текст] / И. Матвеева, В. Нестеренко // Хлебопродукты. – 2011. – №8. – С. 42-43.
3. Козубаева, Л.А. Разработка безглютеновых пряников [Текст] / Л.А. Козубаева, М.Н. Вишняк // Кондитерское производство. – 2013. – №3. – С. 25-29.
4. Вишняк, М.Н. Разработка и оценка потребительских свойств безглютеновых мучных кондитерских изделий [Текст] / дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / М.Н. Вишняк. – Барнаул, 2011. – 181 с.
5. Quality improvement for the product “gingerbread”, identification of the optimum number of texture measurements and compression intensity in laboratory analysis Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development 2021. Vol. 21, No. 4.
6. Foegeding E.A., Daubert C.R., Drake M.A., Essick G., Trulsson M., Vinyard C.J., Van De Velde F. A Comprehensive Approach to Understanding Textural Properties of Semi- and Soft-Solid Foods // Journal of Texture Studies, 2011. Vol. 42, P. 103-129.

Материал поступил в редакцию 12.01.23.

Н.В. Иванникова¹, Л.Ж. Алашбаева¹

¹М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**ГЛЮТЕНСІЗ ПЕЧЕНЬЕ ОРАМДАРЫНЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ
СИПАТТАМАЛАРЫН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ**

Аңдатпа. Мақалада глютенсіз ұннан жасалған кондитерлік өнімдерді алу технологиясы – күріш пен қарақұмық ұнынан жасалған печенье орамдары целиак ауруы бар адамдардың диетасындағы мамандандырылған тағамдық өнім ретінде ұсынылған. Өнімдердің сапа көрсеткіштерін анықтау үшін бірқатар зерттеулер жүргізілген, жартылай фабрикаттар мен дайын өнімдердің реологиялық сипаттамалары анықталған.

Тірек сөздер: глютенсіз өнімдер, күріш ұны, қарақұмық ұны, құрылымдық-механикалық қасиеттері, реологиясы.

N.V. Ivannikova¹, L.Zh. Alashbayeva¹

¹ M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF THE RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GLUTEN-FREE SPONGE ROLLS

Abstract. The technology for obtaining gluten-free flour confectionery - biscuit rolls from rice and buckwheat flour presents in the article as a specialized food product in the diet for people with celiac disease. A number of studies were carried out to determine the quality indicators, the rheological characteristics of semi-finished products and finished products were determined.

Keywords: gluten-free products, rice flour, buckwheat flour, structural and mechanical properties, rheology.

References

1. Kryukova E.V., Chugunova O.V., Mysakov D.S. Analiz vozmozhnosti ispol'zovaniya al'ternativnyh vidov muki dlya pitaniya lyudej bol'nyh celiakiej [Analysis of the possibility of using alternative types of flour for the nutrition of people with celiac disease] // *Tekhnicheskie nauki – ot teorii k praktike* [Technical sciences - from theory to practice]. 2015. – No. 50. – P. 60-66. [in Russian]
2. Matveeva I., Nesterenko V. Perspektivnye vidy syr'ya dlya proizvodstva bezglyutenovyh izdelij [Perspective types of raw materials for the production of gluten-free products] // *Khleboprodukty* [Bakery products]. – 2011. – No. 8. – P. 42-43. [in Russian]
3. Kozubaeva L.A., Vishnyak M.N. Razrabotka bezglyutenovykh pryanikov [Development of gluten-free gingerbread] // *Konditerskoe proizvodstvo* [Confectionery production]. – 2013. – No. 3. – P. 25-29. [in Russian]
4. Vishnyak M.N. Razrabotka i otsenka potrebitel'skikh svoystv bezglyutenovykh muchnykh konditerskikh izdelij [Development and evaluation of consumer properties of gluten-free flour confectionery products]: diss. ... kand. tekhn. nauk [Dissertation of a candidate of technical sciences]: 05.18.15. – Barnaul, 2011. – 181 p. [in Russian]
5. Quality improvement for the product “gingerbread”, identification of the optimum number of texture measurements and compression intensity in laboratory analysis *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 2021. Vol. 21, Issue 4,
6. Foegeding, E.A.; Daubert, C.R.; Drake, M.A.; Essick, G.; Trulsson, M.; Vinyard, C.J.; Van De Velde, F., A Comprehensive Approach to Understanding Textural Properties of Semi- and Soft-Solid Foods, *Journal of Texture Studies*, 2011. Vol. 42, P. 103–129.

IRSTI 65.35.29

A.B. Mynbayeva¹ – main author, | ©
U.M. Kelesbekova²¹ Cand. Tech. Sci., Associate Professor, ²Master student

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-3799-2686>^{1,2} M.Kh.Dulaty Taraz Regional University,

Taraz, Kazakhstan

@

¹mab_g@mail.ru<https://doi.org/10.55956/LTBN1156>

DEVELOPMENT OF A NATIONAL SOUR LACTIC DAIRY PRODUCT BASED ON NON-BOILING CEREALS AND ITS QUALITY EVALUATION

Abstract. The article is devoted to the creation of a national lactic acid product "Flaky Cottage Cheese" on the basis of three kinds of cereal flakes, which do not require boiling. In the course of research the organoleptic and physico-chemical parameters of the obtained product were determined. It was found that the addition of uncooked three-grain flakes to the cottage cheese has a positive effect on the quality of organoleptic indicators of the finished product, i.e. gives the product a particularly pleasant taste and increases its nutritional value.

Keywords: national food, farmer's cheese, non-boiling cereals, quality evaluation.



Mynbayeva A.B. Development of a national sour lactic dairy product based on non-boiling cereals and its quality evaluation // *Mechanics and Technology / Scientific journal*. – 2023. – No.1(79). – P.57-61. <https://doi.org/10.55956/LTBN1156>

Introduction. Kazakh cuisine has never used milk in its raw form. This tradition persists to this day. Nowadays, the production of lactic acid semi-finished products and products is quite widespread. Kazakh dairy products are very convenient to eat directly in cold form. That's why Kazakh cuisine is largely a kitchen of the cold table [1].

The assortment of domestic dairy products is diverse and wide. A special place among them takes cottage cheese – the national lactic acid product.

The national curd product is prepared from kefir or peroxidized sour milk. This is why it is divided into qatyq curd and qurt curd. Sour kefir, qatyq or boiled qurt is poured into a canvas bag and pumped by suspending it. It is then filtered by itself, the yellow water flows out and the curd remains at the bottom [2]. Nutritional and energy value of the national curd product is presented in Table 1 [3].

A healthy diet is always associated with cottage cheese. This product has a subtle flavor, pleasant taste and useful properties. In addition, cottage cheese is very rich in calcium and phosphorus, which are necessary and important for the formation of bone tissue. Also, cottage cheese contains B vitamins that protect arteries from atherosclerosis [4].

Therefore, cottage cheese products are a suitable food product for the creation of new cereal-based recipes and allow expanding the range of domestic dairy products.

Based on the above, the possibility of using three-component cereal flakes that do not require boiling, as an additive to the formulation of the national curd product was studied. The nutritional and energy value of cereal flakes not requiring boiling is given in Table 1. Cereal flakes not requiring boiling were selected as follows:

- oat flakes requiring no boiling;
- corn flakes requiring no boiling;
- buckwheat flakes requiring no boiling [5-7].

Table 1

Nutritive and energy value of cottage cheese and cereal flakes without boiling

Type of product	Protein	Fats, g	Carbohydrate, g	Energy value, kcal
Cottage cheese	18.0	0.6	1.8	88
Oat flakes requiring no boiling	13	6.2	62.1	356
Corn flakes requiring no boiling	8.3	1.2	75.0	325
Buckwheat flakes requiring no boiling	12.8	3.4	66.1	346

Thus, the development of technology for obtaining national curd products of high nutritional value using cereal-based flakes is a promising and relevant direction in the production of national food products.

Research methods and conditions. The aim of the studies is to create the technology of a new national product "Flaky Cottage Cheese" by including three-grain flakes in the composition of cottage cheese, not requiring boiling, and to assess its quality.

In determining the organoleptic and nutritional value of the domestic curd product the following international standards were used:

- NSS 31680-2012. Cheese mass;
- NSS 3622. Milk and dairy products. Taking samples and preparing them for analysis;
- NSS 3624. Milk and dairy products. Titrimetric method of acidity determination;
- NSS 3624. Milk and dairy products. Methods for determining dry matter and moisture.

Research results and discussions. During the research were obtained a control sample of the national cottage cheese product prepared according to the traditional technology and the new national product "Flaky Cottage Cheese" based on three-grain flakes, which do not require boiling.

The composition of the new product, the combination of the product components, organoleptic indicators, the fact that the body is fully provided with all the necessary substances in relation to animal and plant foods.

Cottage cheese contains a significant amount of milk fat and whole proteins, which determines its biological and nutritional value and high digestibility. Adding three kinds of flakes to the finished product, which does not require cooking, increases the nutritional value of the product, increasing its naturalness and useful properties.

The new national product consists of three components:

- cottage cheese from the national lactic acid product;

- three-grain cereal, which does not require boiling;
- table salt.

The principal scheme of preparing cottage cheese on the basis of three kinds of flakes, not requiring boiling, is shown in Figure 1.

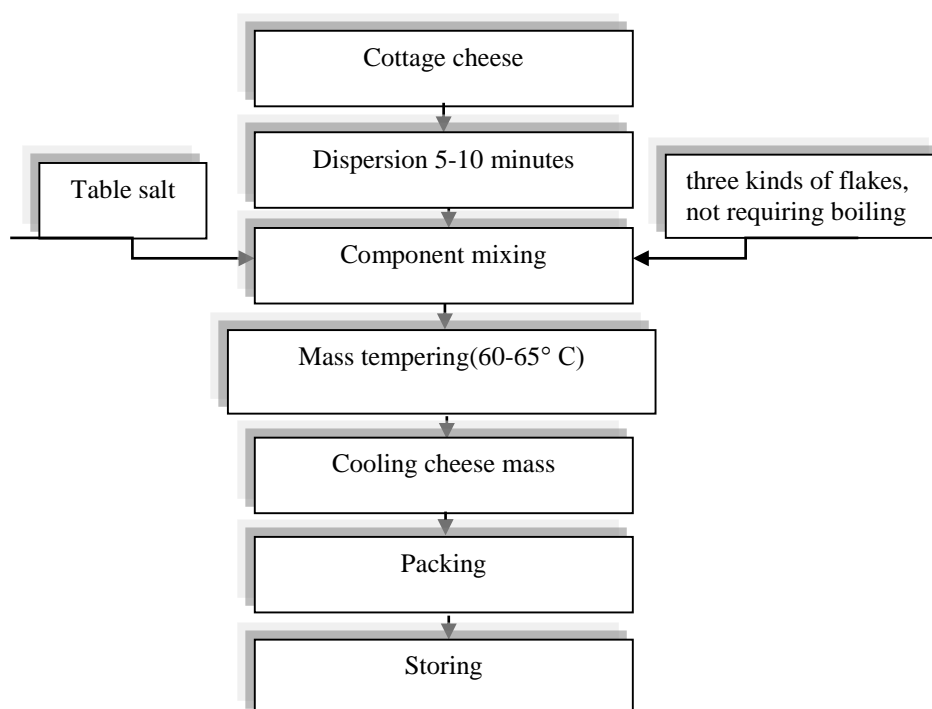


Figure 1. The principal scheme of preparing cottage cheese on the basis of three kinds of flakes, not requiring boiling

The additives were mixed in a component mixer until homogeneous. The duration of mixing was 5 minutes. Tempering of the mass was carried out at a temperature of 60-650 °C. The resulting product was cooled to 60°C.

Evaluation of organoleptic characteristics of the created product was carried out on a 30-point system. Maximum score for appearance and color – 4 points, structure and consistency – 9 points, smell and taste – 15 points [8]. Organoleptic evaluation of national products is presented in Table 2.

Table 2

Organoleptic evaluation of national products

No.	Indicator Name	Cottage cheese	Flaky Cottage Cheese
1	Appearance and consistency	Soft smear consistency or crumbly	Has a soft, pasty consistency or you can feel particles of crumbly flakes
2	Taste and aroma	Pure sour milk	Pure salty sour milk with a distinct taste and pleasant smell of cereal flakes
3	Color	Homogeneous creamy or white color throughout	The whole mass has a homogeneous cream color or white, with grainy flakes.

According to the results of tasting evaluation, the samples of national products with the highest organoleptic indicators were selected. When adding raw three-grain flakes to the cottage cheese, the color of the mass was colored with creamy flakes, and the flakes had a pleasant pronounced taste and aroma.

At the next stage, studies of physicochemical parameters of domestic cottage cheese and the new product "Flaky Cottage Cheese" were carried out (Table 3).

Table 3

Physico-chemical parameters of national products

Indicators	Cottage cheese	Flaky Cottage Cheese
Acidity, °T, not more	145	143
Mass fraction of moisture, %, max	39±1	38±1

Conclusion. According to the results of the research we can draw the following conclusions, i.e. it was established that the addition of three-grain flakes to the national curd product, not requiring boiling, positively affects the organoleptic characteristics of cottage cheese. quality of the finished product, gives the product a particularly pleasant taste and smell, increases its nutritional value.

References

1. Alimardanova, M.K., Masimova, S.H. Kazahskie tradicii i nacional'naya kul'tura pitaniya [Kazakh traditions and national food culture].– Almaty: Almanac, 2016. – 142 p. [in Russian].
2. Nurgaliyev, R.N. "Shanyrak". ūi tūrmys enciklopediyasy [Uy turmys encyclopedias]. – Almaty: Kazakh Council of Encyclopedias. Bass editorials, 1989. – 568 p.[in Kazakh].
3. Skurikhin, I.M., Volgarev, M.N. Spravochnye tablicy sodержaniya osnovnyh pishchevyh veshchestv i energeticheskoy cennosti pishchevyh produktov [Reference tables of the content of basic nutrients and the energy value of food products]. – M.: VO "Agropromizdat", 1987 – 224 p.[in Russian].
4. Dieticheskie blyuda iz nezhirnoj tvorozhnoj massy [Dietary dishes made from low-fat cottage cheese]. Elektronnyj resurs [Electronic resource]: <https://boned.ru/meatless-meals/dieticheskie-blyuda-iz-nezhirnoi-tvorozhnoi-massy-tvorog-dlya-pohudeniya.html>
5. Ovsyanye hlop'ya, ne trebuyushchej varki. «Altajskaya skazka» [Corn flakes that do not require cooking. "Altai fairy tale"]. Elektronnyj resurs [Electronic resource]: <https://calorizator.ru/product/cereals/altay-skazka-flakes-2>.
6. Hlop'ya kukuruznye, ne trebuyushchej varki. «Altajskaya skazka» [Buckwheat flakes that do not require cooking. "Altai fairy tale"]. Elektronnyj resurs [Electronic resource]: https://kokshetau.avokado.kz/catalog/produkty/khlopya_grechnevye_ne_trebuyushchie_varki_altajskaya_skazka_400_gr/.
7. Shidlovskaya, V.P. Organolepticheskie svoystva moloka i molochnyh produktov. [Organoleptic properties of milk and dairy products]. – M.: KolosS, 2004. – 360 p.[in Russian].

Material received 07.02.23.

А.Б. Мынбаева¹, У.М. Келесбекова¹

¹М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**ПІСІРУДІ ҚАЗЖЕТ ЕТПЕЙТІН ҮЛПЕКТЕР НЕГІЗІНДЕ ҰЛТТЫҚ
СҮТҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМДІ ЖАСАУ ЖӘНЕ ОНЫҢ САПАСЫН БАҒАЛАУ**

Аңдатпа. Мақала пісіруді қажет етпейтін үш түрлі дән үлпектері негізінде жасалатын «Үлпекті сүзбе» ұлттық сүтқышқылды өнімін жасауға арналған. Зерттеу жұмыстарын жүргізу кезінде жасалған өнімнің органолептикалық және физикалық-химиялық көрсеткіштері анықталды. Сүзбеге пісіруді қажет етпейтін үш дән үлпектерін қосу кезінде дайын өнімнің органолептикалық көрсеткіштерінің сапасына оң әсер етіп, яғни өнімге ерекше жағымды дәм беріп және тағамдық құндылығының жоғарлайтындығы белгілі болды.

Тірек сөздер: ұлттық тағам, сүзбе, пісіруді қажет етпейтін дән үлпектері, сапаны бағалау.

А.Б. Мынбаева¹, У.М. Келесбекова¹

¹Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г Тараз, Казахстан

**РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНОГО НАЦИОНАЛЬНОГО
ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ ХЛОПЬЕВ, НЕ ТРЕБУЮЩИХ ВАРКИ**

Аннотация. Разработан национальный кисломолочный продукт «Улпекти Сүзбе» на основе трехзлаковых хлопьев, не требующей варки. В ходе исследований определены органолептические и физико-химические показатели разработанного продукта. Установлено, что внесение в сүзбе трехзлаковых хлопьев, не требующих варки положительно влияет на изменение органолептических показателей качества готового изделия, придает особый специфический вкус и аромат, повышает пищевую ценность.

Ключевые слова: национальный продукт, сүзбе, зерновые хлопья, не требующие варки, оценка качества.

FTAMP 65.63.39

А.Б. Нуртаева¹ - негізгі автор, | ©
С. Әлтайұлы², С.Қ. Бекбай³



¹Техн. ғылым. канд., аға оқытушы, ²Техн. ғылым. д-ры, профессор,

³Магистрант

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-3111-5316>; ²<https://orcid.org/0000-0003-4946-6824>;

³<https://orcid.org/0000-0002-9698-4117>;



^{1,2,3} С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,



Астана қ., Қазақстан Республикасы



¹saya.bekbay@gmail.com

<https://doi.org/10.55956/OBOL2856>

СҮТ САРЫСУЫ НЕГІЗІНДЕ СҮТҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМНІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Андатпа. Зерттеу сүт сарысуын қалдық ретінде ғана емес, жұмсақ ірімшік жасауда жаңа өнімді алуға арналған шикізат көзі ретінде қарастыруды көздейді. Сондықтан бұл жұмыс жұмсақ ірімшіктердің ассортиментін қалдықсыз жаңа өніммен толықтырып, сүт сарысуының адам ағзасына пайдасын жіті бақылау және бағалауға, сүт сарысуы негізінде жасалған жұмсақ ірімшік құрамы мен сапалық көрсеткіштерін толықтай тексеруге мүмкіндік береді.

Жұмыстың негізгі мақсаты – сүт өнеркәсібінде жаңа, қалдықсыз өнімді өндірістік жағдайда өндіруді іске асыру әрі сүт сарысуының адам ағзасына пайдасын қарастырып, жұмсақ ірімшіктердің жаңа технологиясын жасау және алынған өнімді күнделікті тамақ рационында пайдалану. Зерттеу нәтижесінде сүт сарысуынан жасалған жұмсақ ірімшік технологиясы әзірленді.

Тірек сөздер: сүт сарысуы, жұмсақ ірімшік, органолептикалық көрсеткіштер, физикалық-химиялық көрсеткіштері, ақуыз, биологиялық құндылық, қалдықсыз өнім.



Нуртаева, А.Б. Сүт сарысуы негізінде сүтқышқылды өнімнің технологиясын жетілдіру [Мәтін] / А.Б. Нуртаева, Б.А. Нұрлыбаев, С.Қ. Бекбай, // *Механика және технологиялар / Ғылыми журнал.* – 2023. – №1(79). – Б.62-69.
<https://doi.org/10.55956/OBOL2856>

Кіріспе. Бүгінде тұтынушылар жоғары сапалы және денсаулыққа пайдалы тағамдарды және жергілікті, органикалық өнімдерді тұтынуды жөн көреді. Сондықтан нарықта адам ағзасының макро- және микро-нутриенттерге қажеттілігін қамтамасыз етуге қабілетті ингредиенттері бар функционалдық өнімдер сұранысқа ие. Олар денсаулық пен еңбек өнімділігін сақтауға көмектеседі, көптеген аурудың пайда болуына жол бермейді, өмір сүру жасын ұзартады.

Қазақстандағы тамақ индустриясының ең маңызды салаларының бірі – сүт өнімдері. Себебі, жұмсақ ірімшіктер күнделікті өмірде жоғары сұранысқа ие әрі көп тұтынылатын өнімнің бірі болып саналады. Олардың тағамдық құндылығы оларды өндіруде қолданылатын рецепттерге байланысты. Сүт өнеркәсібінде жаңа, қалдықсыз өнімді пайдалану сүт сарысуының адам ағзасына пайдасын ескеруге ықпал етеді. Бұл жұмсақ ірімшіктердің жаңа

технологиясын жетілдіруге, жаңа өнім алуға әрі күнделікті тамақ рационында пайдалы өнімді тұтынуға мүмкіндік береді.

Сарысу – сүт өндірісінің жанама өнімі. Ондағы казеин мен май бүкіл процесте жоғалады. Бірақ сарысуда 200-ден аса табиғи құрғақ қосылыс қалады. Тіпті, олардың қолданылуы әлі ашылмаған. Сарысу қатты заттардың төмен концентрациясы болып саналады. Осы қатты заттардың жоғары салыстырмалы күлділігі (зольность) оны пайдаланудағы 2 негізгі кедергіден тұрады. Осылайша, тәжірибеде сарысуды дәстүрлі тағамдық өнімдерге шикізат қоспасы ретінде пайдалану көзқарасы байқалады [1].

Ірімшік жасау кезінде ірімшік сарысуы сияқты қалдықтардың едәуір бөлігі өндіріледі. Оның бір бөлігі тамақ өнеркәсібінде қолданылғанымен, екінші қайтара сүт шикізатының сақтау мерзімі қысқа және тез пайдаланылуы керек. Нәтижесінде қайталама сүт өнімдерін кәдеге жарату оның ластану деңгейіне байланысты экологиялық мәселені тудырады. Мысалы, бұл тұрмыстық ағынды суды 500-ден 1000 есеге дейін арттырады. Екінші мәрте сүт өнімдерін ағынды суға жіберу әлемнің бірнеше жерінде заңсыз болып саналады, мұндай әрекетке барғандар заңмен жазаланады. Осы факторларға байланысты қайталама өнімдерді пайдалану, әсіресе сүт сарысуынан алынған жұмсақ ірімшіктер технологиясын жетілдіру және оны практикалық түрде қолдану маңызды [2,3].

Азық-түлік өнімдерінің түрлерін кеңейту, олардың биологиялық құндылығын арттыру, сондай-ақ дұрыс тамақтану талаптарына жауап беретін өнімдердің жаңа буынын жасау қазіргі қоғамның өзекті мәселесі екені белгілі. Оны шешудің қолжетімді жолдарының бірі – дәстүрлі емес ақуыз көздерін, оның ішінде өсімдік тектес заттарды іздеу және пайдалану, күрделі шикізат негізінде өнімнің технологиясын жасау [4].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеу барысында жасалған барлық зерттеу Астана қаласындағы Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің «Сүт өнімдерін қайта өңдеуге арналған» тәжірибелік-өндіріс цехында және ғылыми зертханасында жүргізілді. Өндіріс цехында жасалған рецепт бойынша жұмсақ ірімшіктің 2 түрі ірімшік сарысуы мен сүзбе сарысуынан дайындалды. Олар да қазақстандық нормативтерге сәйкес нақты талдаулардан өтті.

Қазақстан Республикасының СТ ИСО 2446-2011 сәйкес, сүттің майлылығын анықтау әдістемесіне тоқталайын. Сарысу майының құрамы ISO 2446:2008 сүт-майдың құрамын анықтау, IDT стандарты арқылы анықталды. Тығыздығын анықтау ҚР СТ 1483-2005 «Сүттің құрамы мен тығыздығының маркерлерін анықтаудың сынау әдістері» арқылы нақтыланды.

Жұмсақ ірімшік өндірудің әзірленген технологиясы төмендегі операциялар тізбегінен тұрады: ірімшік өндірушіден келетін сарысу ортадан тепкіш (аппарат арқылы) тазалауға жіберіледі, онда концентрат және тазартылған сарысу алынады. Алынған концентрат гомогенизацияға жіберіледі, ал сарысу кері осмос арқылы сусыздандыру қондырғысына жіберіледі. Қатты заттардың массалық үлесі 16-17% болатын қоюландырылған сарысу ұзақ мерзімді пастерлеу ваннасы (ЛТП) ретінде пайдалануға болатын арнайы ірімшік өндірушіге жіберіледі. Алынған гомогенизацияланған концентрат пен майдың массалық үлесі 10% қаймақта осында қосылады. Қоспаның құрамдас бөліктерінің арақатынасы алдын ала зертханалық зерттеулердің нәтижелері бойынша есептеледі. Алынған қоспаны 30-34°C температурада 7-10 минут араластырады. рН 4,7-4,8 бірлік шегінде болуы керек белсенді қышқылдықты қалыпқа келтіру үшін қоспаның үлгісі 200 мл

мөлшерінде алынады және ірімшік өндірісінде қолданылатын 15% сүт (лимон) қышқылының ерітіндісімен бақылау титрлеуі жүргізіледі. Титрлеу нәтижесінде қышқылдың қажет мөлшері есептеледі, ол коагуляцияға жұмсалады.

Қоспаны біркелкі қыздыру үшін оны үнемі араластырып, 95°C температураға дейін қыздырады. Белгіленген температураға жеткеннен кейін қышқылдың дайындалған мөлшерін қосады, 4-5 минут бойы қарқынды араластырады. Содан кейін оны 25-27 минутқа қалдырады. Ірімшік жасайтын ваннаның бетінде термиялық қышқыл ұйығы пайда болғаннан кейін оны арнайы шөмішпен жинап, сарысуды ағызу үшін тесілген пішіндерге салады. Екінші қайтара сарысуды жинап, салқындату және кейінгі өңдеуге жібереді. Ірімшік пішінінің сыйымдылығы 200-ден 500 г-ға дейін болуы мүмкін. Ірімшік массасы цехтағы сөрелерде салқындатылады және 35-37°C температураға жеткеннен кейін буып-түюге, содан кейін сақтауға жіберіледі.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Жұмсақ ірімшіктер биологиялық құндылығымен ерекшеленеді. Олардың өндірісі барлық дамыған елде кең таралған және табиғи ірімшіктердің жалпы өндірілуінің 40%-ын құрайды.

Сарысудың құрамындағы қант – бұл сүт қанты. Ол денемізге тез сінеді. Күнделікті 1 литр сарысуды тұтыну организмнің кальцийге деген тәуліктік қажеттілігінің 2/3 бөлігін, В₂ дәруменінің 80%-ын, В₁, В₆, В₁₂ дәруменінің 1/3 бөлігін, калийдің 40%-ын қанағаттандырады [5].

Төмендегі 1-кестеде сүт сарысуының физикалық-химиялық көрсеткіштері көрсетілген.

Кесте 1

Сүт сарысуларының физикалық-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіш атауы	Сүзбе сарысуы	Ірімшік сарысуы
Қышқылдылығы, °Т	65	55
Майдың массалық үлесі, %	0,2	0,3
Тығыздылығы, г/см ³	1010	1020
Құрғақ заттардың массалық үлесі, %	7,12	6,96
Ақуыздың массалық үлесі, %	1,0	1,2
Белсенді қышқылдылық мөлшері, рН	6,12	6,16
Температура, °С	21	22

Шикізатқа жасалған эксперимент нәтижелері.

Бірінші сынамада ірімшік сарысуы: Органолептикалық көрсеткіштері.

Сарысу консистенциясы біркелкі, ашық сары түсті. Дәмі сарысуға тән, бөгде дәм мен иіссіз. Қышқыл дәм жоқ. Иісі жағымды. Қышқылдық көрсеткіштері. Қышқылдығы орташа 37°Т көрсетті. Алынған көрсеткіш сарысудың күнделікті қышқылдығына сәйкес. Тығыздық көрсеткіштері. Ареометр 17°C-та 1020 г/см³ көрсетті. Нақты тығыздығы – 20°C-та 1023 г/см³. Тығыздығы стандартқа сай.

Екінші сынамада сүзбе сарысуы: Органолептикалық көрсеткіштері. Сарысу консистенциясы біркелкі, ашық сары түсті. Дәмі сарысуға тән, бөгде дәм мен иіссіз. Қышқыл дәм жоқ. Иісі жағымды. Қышқылдық көрсеткіштері. Қышқылдығы орташа 64°Т көрсетті. Алынған көрсеткіш сарысудың күнделікті қышқылдығына сәйкес. Тығыздық көрсеткіштері. Ареометр 17°C-

та 1010 г/см³. Нақты тығыздығы – 20°С-та 1015 г/см³. Тығыздығы стандартқа сай. Физикалық- химиялық анализдерден кейін шикізаттың сақтау мерзімін анықтау барысында 5 тәулік аралығында күнделікті титрлеу қышқылдылығы анықталды (2-кесте). Зерттеу шикізаттың қышқылдылығы 3-4 күннен кейін көтеріле бастайтынын көрсетті.

Кесте 2

Күнделікті қышқылдылық динамикасы

Үлгілер	Сүзбе сарысуы қышқылдығы, °Т	Ірімшік сарысуы қышқылдығы, °Т
1 күн	65	55
2 күн	67	63
3 күн	69	70
4 күн	75	81
5 күн	80	89

Қышқылдық динамикасынан көріп отырғандарыңыздай 4 тәуліктен кейін ірімшік сарысуы жұмсақ ірімшік жасау технологиясына шикізат ретінде жарамсыз деп танылды. Бұл сүзбе сарысуының қышқылдық динамикасының, жұмсақ ірімшік жасауда тиімді екенін көрсетеді.

Сарысу ақуыздары мен аминқышқылдарының адам денсаулығына әсері, оның ішінде оларды қолданумен байланысты биологиялық және физиологиялық өзгерістердің салдары туралы зерттеу нәтижесі алынды. Осылайша, сарысу қатерлі ісіктің алдын алатыны және емдеуде қолдануға болатыны, ісіктердің өсуін болдырмайтыны және қатерлі ісік қаупін азайтатынына көз жеткізді [6].

Сарысудың құрамында лактозаның, азот молекулаларының, ақуыздың, тұздың, сүт қышқылының, сондай-ақ дәрумендер мен минералдардың микроэлементтері бар [7].

Ірімшіктің сарысуы ақуыздары физиологиялық белсенді пептидтердің арқасында маңызды аминқышқылдарының маңызды көзі болып саналады. Функционалды тамақ өнімдерін өндіру үшін ірімшік сарысуын өңдеу экономикалық тұрғыдан тиімді [8].

Ірімшік өндірісінде сарысудың 2 түрі бар: тәтті және қышқыл. Онда сүт қоректік заттардың шамамен 55%-ы қалады. Сүт сарысуы қалдық болып саналады. Бұл қоршаған ортаны ластау проблемасын тудырады. Өйткені әр 10 литр сүттен 9 литр сарысу алынады. Химиялық гидролиз, ашыту процесі, ферментативті әсер ету және экологиялық таза технологиялар (ультрадыбыстық және термиялық өңдеу) сияқты кейбір өңдеу әдістері сарысудан пептидтерді алуға мүмкіндік береді. Сарысудың пептидтері антигипертензивті, вирусқа қарсы, ісікке қарсы, иммундық және антиоксидантты, жүрек-тамыр, ас қорыту, эндокриндік, иммундық және жүйке жүйесіне пайдалы [9].

Сарысу негізіндегі жұмсақ ірімшік технологиясын дайындау барысында 2 түрлі сарысуды пайдаланып, салыстырмалы түрде 4 үлгі әзірленді және бақылаудан өтті. Өнімді дайындауға 2 түрлі сарысу және 2 ұйытқы таңдап алынды. Дайын үлгілерге физикалық-химиялық зерттеулер жүргізілді (3-кесте).

Кесте 3

Сарысу негізіндегі жұмсақ ірімшіктің
физикалық-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер атауы, өлшем бірліктері	Сарысу негізіндегі жұмсақ ірімшік				Бақылау сынама- сы Адыгей ірімшігі
	№1 үлгі Ірімшік сарысуы + өнді- рістік ұйытқы	№2 үлгі Ірімшік сарысуы + лабора- торлы ұйытқы	№3 үлгі Сүзбе сарысуы + өнді- рістік ұйытқы	№4 үлгі Сүзбе сарысуы + лабора- торлы ұйытқы	
Ақуыздың массалық үлесі, %	2,1	2,0	2,0	2,1	45 кем емес
Майлылығы, %	4,8	4,7	5	5,4	2,8 кем емес
Қышқылдығы, °Т	98	110	55	50	115 көп емес
Қышқылдығы, рН	4,7	4,12	6,1	6,3	6-6,8
Ылғалдылықтың массалық үлесі, %	43	45	48	40,8	50 көп емес
Лактозаның массалық үлесі, %	0,2	0,2	0,3	0,2	3,26
Түз мөлшері, %	0,44	0,44	0,44	0,44	-

Тұтынушылар ірімшіктердің физикалық-химиялық және органолептикалық көрсеткіштерінің ассортиментіне байланысты олардың сапасына, дәміне толық сәйкес келетінін ескереді [10].

Сарысу негізінде жұмсақ ірімшік өндіру технологиясының жетілдірілу өнімдегі ақуызды бүкіл өндірісте ғылыми негізделген ұсыныстарға сәйкес көбейтуге, сонымен қатар майлар мен көмірсулардың мөлшерін азайтуға мүмкіндік береді. Өнімнің сапасын арттырудың негізгі элементтерінің бірі – халық рационында өсімдік-белок шикізатының компоненттерін ұтымды пайдалану.

Қорытынды. Қазіргі уақытта қалдықсыз өнім технологиясын жетілдіру бойынша ауқымды жұмыстар атқарылып жатыр. Бұл қайталама өнімдерді пайдалануға және адам ағзасына күнделікті қажетті ақуыз мөлшерін арттыруға жол ашады. Зерттеу нәтижелеріне сай қышқылдық динамикасының көрсеткіштеріне қарасақ, ірімшік сарысуының 4-күннен бастап қышқылдығының артуы байқалады. Ал сүзбе сарысуындағы қышқылдық динамикасы жұмсақ ірімшік жасау үшін тиімді екенін көрсетеді. Дайын өнімді зерттеу жұмысымен салыстырғанда тамақтың энергетикалық құндылығы төмендегені әрі өнімдегі ақуыз мөлшерінің артқаны, майлар мен көмірсулардың мөлшері төмендейтіні белгілі болды. Бұл адам ағзасына қажет ақуыздың мөлшерін көбейтеді деп қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Оюн, С.А. Проблема переработки и утилизации молочной сыворотки в Республике Тыва [Текст] / С.А. Оюн // Материалы XI Международной студенческой научной конференции Студенческий научный форум – 2019.
2. Попова, Н.Н. Разработка вафель с пониженным гликемическим индексом [Текст] / Н.Н. Попова, И.П. Щетилина, А.А. Денисова, Е.А. Киселева // Вестник ВГУИТ. – 2016. – № 4. – С. 181-186.
3. Горбатова, К.К. Химия и физика молока и молочных продуктов [Текст] / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 336 с.
4. Сурай, Н.М. Исследование и разработка ресурсосберегающей технологии производства мягкого сыра из сгущенной подсырной сыворотки [Текст]: автореферат / Сурай Н.М.. – Кемерово, 2011. – 141 с.
5. Betül Ebru Başaran, Meryem Güzelyurt, Özge Duygu Okur Peynir altı suyunun içeceklerde kullanılması / Gıda Mühendisliği Dergisi, 2020. – Sayı 45.
6. Gupta Charu, and Dhan Prakash Therapeutic Potential of Milk Whey / Beverages 3, no. 3: 31. <https://doi.org/10.3390/beverages3030031>. 2017.
7. León-López, Arely, Xóchitl Alejandra Pérez-Marroquín, Ana Guadalupe Estrada-Fernández, Gieraldin Campos-Lozada, Alejandro Morales-Peñaloza, Rafael G. Campos-Montiel, and Gabriel Aguirre-Álvarez Milk Whey Hydrolysates as High Value-Added Natural Polymers: Functional Properties and Applications / Polymers 14, no. 6: 1258. <https://doi.org/10.3390/polym14061258>. 2022.
8. Iliada K. Lappa, Aikaterini Papadaki, Vasiliki Kachrimanidou, Antonia Terpou, Dionysios Koulougliotis, Effimia Eriotou and Nikolaos Kopsahelis Cheese Whey Processing: Integrated Biorefinery Concepts and Emerging Food Applications / Foods 8, 347; <https://doi:10.3390/foods8080347>. 2019.
9. Кабанова, Т.В. Производство сывороточных сыров как способ переработки молочной сыворотки [Текст] / Т.В. Кабанова, Д.А. Карпова, И.А. Кабанова // Международная научно-практическая конференция: 2021. – С. 63-69.
10. Сатаева, Ж.И. Комплексное использование вторичного сырья – сыворотки и семян льна в хлебопечении [Текст] / Ж.И. Сатаева, А.Б. Нуртаева, В.Ш. Ахметова // Вестник Государственного университета имени Шакарима г. Семей. – 2016. No2 (74). – С. 92-96.

Материал редакцияға 20.02.23 түсті.

А.Б. Нуртаева¹, С. Алтайұлы¹, С.К. Бекбай¹

¹Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина,
г. Астана, Казахстан

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КИСЛОМОЛОЧНОГО
ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ СЫВОРОТКИ**

Аннотация. В данной работе предполагается рассматривать молочную сыворотку не только как отход, но и как источник сырья для получения нового продукта в производстве мягких сыров. Тщательный мониторинг и оценка пользы молочной сыворотки для организма человека, пополнение ассортимента мягких сыров новым продуктом без остатков. Полная проверка состава и качественных показателей мягкого сыра, изготовленного на основе молочной сыворотки, а также контроль его полезных свойств для организма человека. Основная цель работы это

внедрение производства нового, безотходного продукта в молочной промышленности. Разработка новой технологии мягких сыров с учетом пользы молочной сыворотки для организма человека и дальнейшее использование полученного продукта в ежедневном рационе.

Ключевые слова: сыворотка, мягкий сыр, органолептические показатели, физико-химические показатели, белок, биологическая ценность, безотходный продукт.

A.B. Nurtayeva¹, S. Altayuly¹, S.K. Bekbay¹

¹*Kazakh Agrotechnical University named after S.Seifullin,
Astana, Kazakhstan*

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF FERMENTED MILK PRODUCT BASED ON WHEY

Abstract. In this article, whey is considered not only as a residue, but also as a source of raw materials for the production of soft cheeses. Careful monitoring and evaluation of the benefits of whey for the human body, replenishment of the range of soft cheeses with new products without waste. Complete verification of the composition and quality of soft cheese based on whey, as well as control of its beneficial properties for the human body. The main goal of the work is to introduce the production of new, non-waste products in the dairy industry. Development of a new technology for soft cheeses, taking into account the benefits of whey for the human body, as well as the further use of the product in the daily diet. On the basis of research, a technology for soft cheese from whey has been developed.

Keywords: whey, soft cheese, dairy products, physical and chemical indicators, protein, biological value, waste-free products.

References

1. Oyun S.A. Problema pererabotki i utilizacii molochnoj syvorotki v Respublike Tyva [The problem of processing and utilization of whey in the Republic of Tyva]// Materialy XI Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii «Studencheskij nauchnyj forum - 2019» [Proceedings of the XI International Student Scientific Conference Student Scientific Forum - 2019]. [in Russian]
2. Popova N.N., SHCHetilina I.P., Denisova A.A., Kiseleva E.A. // Razrabotka vafel' s ponizhennym glikemicheskim indeksom [Development of wafers with a lower glycemic index]// Vestnik VGUIT. – 2016. – № 4. – P. 181-186. [in Russian]
3. Gorbatoва K.K., Gun'kova P.I.// Himiya i fizika moloka i molochnyh produktov [Chemistry and physics of milk and dairy products]. – SPb.: GIORD, 2012. – 336 p. [in Russian]
4. Suraj N.M. 2011. "Issledovanie i razrabotka resursosberegayushchej tekhnologii proizvodstva myagkogo syra iz sgushchyonnoj podsyrnoi syvorotki" [Research and development of resource-saving technology for the production of soft cheese from condensed cheese whey], Kemerovo, – 141 p. [in Russian]
5. Betül Ebru Başaran, Meryem Güzelyurt, Özge Duygu Okur, "Reynir alti suyunun içeceklerde kullanilmasi", Gıda Mühendisligi Dergisi, 2020, 45. Sayı.
6. Gupta, Charu, and Dhan Prakash. 2017. "Therapeutic Potential of Milk Whey" Beverages 3, no. 3: 31. <https://doi.org/10.3390/beverages3030031>.
7. León-López, Arely, Xóchitl Alejandra Pérez-Marroquín, Ana Guadalupe Estrada-Fernández, Gieraldin Campos-Lozada, Alejandro Morales-Peñaloza, Rafael G.

-
- Campos-Montiel, and Gabriel Aguirre-Álvarez. 2022. "Milk Whey Hydrolysates as High Value-Added Natural Polymers: Functional Properties and Applications" *Polymers* 14, no. 6: 1258. <https://doi.org/10.3390/polym14061258> .
8. Iliada K. Lappa, Aikaterini Papadaki, Vasiliki Kachrimanidou , Antonia Terpou, Dionysios Koulougliotis, Effimia Eriotou and Nikolaos Kopsahelis. Cheese Whey Processing: Integrated Biorefinery Concepts and Emerging Food Applications, *Foods* 2019, 8, 347; <https://doi:10.3390/foods8080347>.
 9. Kabanova, T.V., Karpova, D.A., Kabanova, I.A. Proizvodstvo syvorotochnyh syrov kak sposob pererabotki molochnoj syvorotki [Production of whey cheeses as a way to process whey], *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya [International Scientific and Practical Conference];*, 2021. P. 63-69. [in Russian]
 10. Sataeva, ZH.I., Nurtaeva, A.B., Ahmetova, V.SH. Kompleksnoe ispol'zovanie vtorichnogo syr'ya – syvorotki i semyan l'na v hlebopechenii [Integrated use of secondary raw materials - whey and flax seeds in bakery]// *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta imeni SHakarima g.Semej*. 2016, No2 (74), P.92-96. [in Russian]

МРНТИ 65.09.03

З.В. Василенко¹ – основной автор, | ©
В.В. Редько-Бодмер², М.В. Акцызная³, М.А. Кузьмич⁴



¹Д-р техн. наук, профессор, ²Канд. техн. наук, доцент,
^{3,4}Выпускники

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-4998-9617>



^{1,2,3,4}Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий



г. Могилёв, Республика Беларусь



¹rbodvv@yandex.by

<https://doi.org/10.55956/JIFH8763>

ПРИНЦИПЫ, ОСОБЕННОСТИ, ПОДХОДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ОРГАНИЗАЦИИ ПИТАНИЯ ВЗРОСЛЫХ И ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОЙ КСЕНОГЕННОЙ ИНТОКСИКАЦИИ

Аннотация. Представлены результаты аналитических исследований, связанных с особенностями питания взрослых и детей в условиях хронической ксеногенной интоксикации. Разработаны рационы питания, учитывающие применяемые принципы и подходы.

Ключевые слова: хроническая ксеногенная интоксикация, экологическая дезадаптация, аллергические иммунные реакции немедленного типа, атопическая аллергия, пищевой рацион, научные подходы в организации здорового питания, продукты исключаемые, продукты рекомендуемые, дисбиотические нарушения, гипоаллергенность, элиминационная диета, гипоаллергенная диета, гипосенсибилизирующее питание.



Василенко, З.В. Принципы, особенности, подходы, применяемые в организации питания взрослых и детей в условиях хронической ксеногенной интоксикации [Текст] / З.В. Василенко, В.В. Редько-Бодмер, М.В. Акцызная, М.А. Кузьмич // Механика и технологии / Научный журнал. – 2023. – №1(79). – С. 70-80. <https://doi.org/10.55956/JIFH8763>

Введение. В настоящее время многие специалисты отмечают рост заболеваемости, обусловленной воздействием экологических факторов различной природы. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) состояние окружающей среды на 30% определяет общий уровень состояния здоровья человека. ВОЗ рассматривает мониторинг ксенобиотиков в пищевых продуктах как важнейшую подсистему гигиенического мониторинга, поскольку от 30 до 80% вредных химических веществ поступает в организм человека с пищей. Наибольшее внимание уделяют мониторингу наиболее токсичных, высококумулятивных и стабильных ксенобиотиков, которые называют индикаторами. В число индикаторов входят долгоживущие радионуклиды, тяжёлые металлы (Hg, Pb, Cd, Ni, Al, Co), мышьяк, фтор, нитраты и нитриты, пестициды, канцерогены (бенз(а)пирен, нитрозосоединения), полихлорированные дифенилы, микотоксины, а в ряде случаев и комплекс пищевых добавок.

В экологически неблагоприятных регионах отмечается повышенный общий уровень заболеваемости, включая аллергические, хронические психические, онкологические и др. заболевания. В зонах экологического напряжения и кризиса наблюдается отставание детей в физическом, нервно-психическом развитии, отмечается высокая распространенность хронических заболеваний. Многие ксенобиотики служат причиной тяжелых реакций и поражения центральной нервной системы (снижения коэффициента интеллектуального развития, минимальная мозговая дисфункция, аномалия поведения, невротические реакции). Наиболее распространенными эндогенными токсикантами (веществами, приводящими к повреждению биологической системы, нарушению ее функций и жизнедеятельности) являются продукты окислительного стресса, последствия гипоксии. Эти продукты могут накапливаться из-за активизации свободнорадикальных процессов в организме в результате биотрансформации ксенобиотиков, металлов типа Fe, Cu, цитостатиков, фенилгидразина и др. (не только из-за эндогенных причин), при образовании промежуточных реакционноспособных продуктов. В результате комбинированного воздействия комплекса ксенобиотиков, когда концентрация каждого из них в отдельности низка для того, чтобы вызвать какие-либо специфические сдвиги в организме, возникает синдром экологической дезадаптации организма, при котором ксенобиотики и радионуклиды оказывают блокирующее воздействие на медиаторные и рецепторные системы межклеточного взаимодействия, что сужает диапазон функциональных приспособительных реакций нейроэндокринной, иммунной и других систем. При хроническом воздействии на организм в концентрациях, превышающих ПДК в 5-25 раз, появляются специфические хронические проявления, характерные для конкретного токсического вещества. Хроническое воздействие на организм человека тяжелых металлов, диоксинов, полихлорированных бифенилов и др. может проявляться синдромом хронической ксеногенной интоксикации. На ранних стадиях в числе признаков синдрома ксеногенной интоксикации появляются снижение аппетита, поражения нервной системы и интеллектуальной (общая слабость и вялость, быстрая утомляемость при работе, тяжёлый сон, отсутствие бодрости при пробуждении, рассеянность, ухудшение памяти и остроты читаемого текста, у женщин – головокружения, нервозность; изменения вегетативной нервной системы характеризуются гиперчувствительностью, активацией симпатических отделов (повышенная потливость рук, ног, подмышечной впадины, иногда общая потливость); изменения нейроэндокринной системы; изменения кожи и кожных придатков (сухость кожи, ломкость волос, пропадает их блеск и усиливается выпадение), существенные и стойкие изменения в крови; ослабление половой активности. Различные признаки появляются не одновременно: сначала появляются одни и медленно нарастают по интенсивности. Затем к ним присоединяются новые симптомы и т.д. Люди привыкают к появившимся симптомам и неприятным ощущениям, считают себя здоровыми и продолжают работать. Но тонизируют себя с помощью кофе, курения и нередко спиртного. Начинают принимать адаптогены (пантакрин, жень-шень, китайский лимонник и др.). Несмотря на принимаемые меры, самочувствие улучшается временно, а признаки интоксикации усиливаются. На более поздней стадии появляются признаки выраженной интоксикации, а также симптомы аллергических заболеваний (зуд отдельных участков кожи, покраснение, раздражение слизистых оболочек носа и глаз (насморк,

чихание, слезотечение) при уборке квартиры как реакция на пыль; симптомы воспалительных заболеваний; симптомы недостаточности некоторых систем организма, которые в стадии их напряжения не полностью справляются со своими функциями). На крайней стадии наблюдаются высокая степень выраженности ранних признаков и прогрессирование хронических заболеваний (воспалительных, аллергических и др.), хронизация любой острой патологии.

Условия и методы исследований. Исходя из определяющей роли питания в оптимальном функционировании защитно-адаптационных систем человека, необходимо уметь изучать и анализировать основные параметры, характеризующие качество питания. Интегральным показателем при анализе качества питания является состояние питания (взаимосвязь между состоянием здоровья и фактическим питанием с учетом действия факторов среды обитания). Все это указывает на то, что необходимо ввести в современную жизнь человека элемент правильного, функционального питания, обеспечивающего превентивные меры по сохранению физиологического статуса здорового человеческого организма.

С точки зрения перечисленных выше научных подходов в организации здорового питания целесообразно исключить алергоопасные пищевые добавки (консерванты: сульфиты и их производные (E 221-228), нитриты (E 249-252), бензойная кислота и ее производные (E 210-219); антиоксиданты: бутилгидроксианизол (E 320), бутилгидрокситолуол (E 321); красители: тартразин (E 102), желто-оранжевый S (E 110), азорубин (E 122), пунцовый (E 124), эритрозин (E127), бриллиантовая чернь BN (E 151); усилители вкуса и аромата: глутаматы (E 620-625); применять принцип конкурентного замещения, основанный на конкуренции металлов в участии в процессах метаболизма человека (основной смысл снизить всасываемость радиоактивных металлов посредством введения продуктов содержащих конкурентные металлы, а именно калия, рубидия, кальция, железа: продукты, содержащие калий (3 г/сут): курага, соя, пшеничные отруби, фасоль, фисташки, маш, морская капуста, картофель, нут, сушеная груша, чернослив, петрушка, изюм, миндаль, чечевица, кресс-салат, яблоки сушеные, хрен; продукты, содержащие рубидий: картофель, лук репчатый, томаты, гречка, дыня, арбуз, айва, яблоко, банан, петрушка, слива, фундук, чечевица, семена подсолнечника, кабачок; продукты, содержащие кальций (1 г/сут): кунжут, молоко, сыры, соя, шоколад, миндаль, петрушка, укроп, маш, чеснок; продукты, содержащие железо (14 мг/сут): кунжут, морская капуста, отруби пшеничные, чечевица, гречка, ячмень, яблоки сушеные, пшеница, овёс, рожь; использовать при составлении рационов здорового питания мясо (индейка, кролик, постная говядина, телятина (мясо отварное или тушеное); субпродукты (сердце); рыбу (карп, треска, окунь); молочные продукты (кисломолочные продукты с включением пробиотических микроорганизмов или без, сметану, творог); зелень (петрушка, укроп, зеленый лук); крупы (пшено, кукуруза, перловая крупа); бобовые (чечевица); овощи (брокколи, брюссельская капуста, цветная капуста, спаржа, белокочанная капуста (свежая), кабачки, огурцы, салат, редис, чеснок); фрукты (яблоки и груши зеленых сортов); ягоды (белая и желтая черешня, желтая малина, белая смородина, крыжовник, чернослив, арбуз); прочее (макаронные изделия из твердых сортов пшеницы, растительные рафинированные масла, минеральные воды, отвар шиповника, водоросли, продукты содержащие пивные дрожжи).

Результаты исследований и их обсуждение. Основными принципами при формировании пищевого рациона при хронической ксеногенной интоксикации являются гипоаллергенность, исключение экстрактивных веществ (карнозина, креатина, ансерина, пуриновых оснований), биогенных аминов (триптофан, гистамин и тирамин), включение продуктов питания, способствующих выработке серотонина, уменьшение поваренной соли, дробность питания, исключение из рациона крепкого кофе и чая, газированных напитков, алкоголя. К группе продуктов, рекомендуемых для профилактики аллергических иммунных реакций немедленного типа и атопической аллергии, можно отнести следующие: крупы (гречневая, рисовая, пшеничная, овсяная, перловая), мясо (курица, телятина, нежирная говядина, кролик, нежирная баранина, свинина, индейка), рыба (сардина, лосось, сельдь, осетр, тунец, форель), нежирные сосиски и колбаса (докторские), овощи (кабачки, огурцы, капуста, зеленый сладкий перец, зелень, брокколи, баклажан, картофель, тыква, репа, морская капуста, лук зеленый), фрукты и ягоды (яблоки (зеленые и желтые), крыжовник, груша, смородина, слива, черешня, виноград, черника, нектарин) и сухофрукты, молочные продукты (кефир, творог низкой жирности, йогурт, козье молоко, домашние сыры и несоленая брынза), масла (сливочное, растительное, льняное, кукурузное), некрепкий чай из листовых сборов, зеленый и черный. С целью выработки серотонина следует включать в рацион питания продукты богатые ненасыщенными жирными кислотами (морская рыба, семена льна, льняное, кунжутное, кукурузное и оливковое масло), магнийсодержащие продукты (коричневый рис, морские водоросли, сухофрукты, отруби, бананы, зеленые овощи, брокколи, чернослив, зеленый перец, инжир, отрубной-цельнозерновой хлеб, гречневую крупу, тыквенные семечки, кунжут, подсолнечник), витамины группы В (зеленые овощи, запеченный в кожуре картофель, брокколи, спаржа, отруби, цельнозерновой хлеб, подсолнечные семечки, крупы (овсяная и гречневая)), фолиевой кислоты (дыня, тыква, финики, брокколи, сельдерей). Снизить уровень гистамина помогут продукты, содержащие пантотеновую кислоту (витамин В5) (домашняя птица, крупа гречневая и овсяная).

Особенности рациона питания лиц с синдромом экологической дезадаптации (симпатикотония, брадикардия, вегетативная дистония, психовегетативный синдром) с нормальной массой тела направлены на обеспечение организма всеми необходимыми макро- и микронутриентами, что достигается включением в меню продуктов, обеспечивающих поступление в организм физиологической нормы белков, жиров и углеводов, витаминов и минеральных веществ; введением в меню продуктов (или ограничений на них), способствующих стабилизации артериального давления и улучшению кровообращения; употреблением достаточного количества свободной жидкости для нормализации водно-солевого баланса; ограничением поваренной соли, задерживающей жидкость в организме до 5-7 г/сутки и продуктов, ее содержащих (колбасы, сыры, соленья, консервы, копчености), обогащением рациона магнием, калием и кальцием (калий ускоряет процесс выведения натрия и воды из организма, магний оказывает сосудорасширяющее действие) за счет употребления хлеба с отрубями, круп (гречневая, перловая, пшеничная, овсяная), морская капуста, бобовых (особенно чечевица), миндаля, какао, лесных орехов, арбуза, семян подсолнечника, шпината, изюма, кураги, баклажанов, какао, чая, меда, печеного картофеля, петрушки, творог, яблок. Чрезвычайно важно, чтобы рацион питания

содержал достаточное количество продуктов, содержащих полиненасыщенные жирные кислоты, способствующих снижению повышенного артериального давления, нормализующих обмен холестерина и липидов при атеросклерозе (растительные масла, жирные сорта рыб и морепродукты). В качестве источника животных белков предпочтительно использовать пониженной жирности молочные продукты и рыбу, в меньшей степени куриные яйца и мясные продукты. При физиологически нормальном потреблении углеводов (при отсутствии ожирения) необходимо умеренно ограничить употребление сахара и других продуктов и увеличить долю продуктов, содержащих пищевые волокна (крупы, хлеб из муки грубого помола, овощи, фрукты). В рационе должно содержаться достаточное количество витаминов С, А, Е, В и биофлавоноидов (витамин Р). Употребление свободной жидкости на уровне 1,2-1,5 л/сутки и исключением крепкого чая и кофе, напитков, содержащих углекислоту. Предпочтение следует отдавать травяным чаям с успокаивающим эффектом (листья Melissa, липовый цвет, валериана, боярышник, перечная мята, шишки хмеля), которые уменьшают раздражительность, нормализуют сон. Полезна столовая негазированная вода, свежеприготовленные соки, отвар шиповника.

Ограничению подлежат продукты, содержащие пищевые добавки, животные жиры, жареные блюда, фастфуд (гамбургер, хот-дог), сухарики, солёные орешки, чипсы, блюда, приготовленные во фритюре, газированные напитки и алкоголь. Не рекомендуется употреблять кофеинсодержащие продукты и напитки, стимулирующие нервную и сердечно-сосудистую систему (шоколад, черный чай, кофе, кола, энергетические напитки). Из рациона нужно исключить жареную, жирную пищу; консервации; соленые продукты (способствуют значительной нагрузке на сердечно-сосудистую систему); спиртные напитки (употребление алкоголя сопровождается резким, достаточно выраженным спазмом кровеносных сосудов, но через небольшой промежуток времени, происходит обратный процесс значительного расширения просвета артерий, что приводит к постепенному понижению артериального давления и развитию брадикардии сердца); мучные изделия; сладости (шоколад, сахар); фрукты (смородина, вишни, черешни, клюква, абрикосы). К рекомендуемым продуктам следует отнести овощи (морковь, капуста, цибуля, петрушка); нежирное мясо; фрукты (мандарины, апельсины, бананы, яблоки), содержащие большое количество витаминов, нужных для работы сердца и сосудов; продукты, приготовленные на пару (отварное мясо, картофель, котлеты); кисломолочные продукты (молоко, сметана, творог, кефир), содержащие большое количество кальция, нужного для укрепления работы сердца и сосудов; морепродукты, содержащие большое количество фосфора, улучшающего функционирование сердечно-сосудистой системы; молочные каши (гречневая, овсяная, рисовая) [1-4].

В качестве примера представлены блюда, которые могут быть использованы при составлении рациона питания для возрастной группы 18-29 лет с коэффициентом физической активности 1,4 (пол женский, группа интенсивности труда 1).

Рацион 1.

Для завтрака: запеканка рисовая с творогом (180 г), соус земляничный (50 г), кофе глясе (200 г); для обеда: салат из цветной капусты, овощей, плодов и ягод (100г), суп картофельный с клецками (200 г), плов из птицы (200 г), кисель из сока плодового (200 г); для полдника: творожник воздушный (80 г), напиток лимонный (150 г); для ужина: салат овощной с

кальмарами (100 г), каша вязкая с тыквой рисовой (200 г), напиток апельсиновый (200 г). Хлеб «Купеческий» или отрубной-цельнозерновой или хлеб из киноа и зеленой гречки (масса 50 г, содержание белков 6,0 г, жиров 11,0 г, углеводов 22,50 г, энергетическая ценность 213 ккал).

Рацион 2.

Для первого завтрака: паштет из нежирного мяса (50 г), каша гречневая с маслом (150 г), чай зеленый без сахара (200 г); для второго завтрака: кефир (170 г), яблоко свежее (130 г); для обеда: салат овощной (фруктовый) (100 г), суп из капусты (300 г), запеканка из кролика с кабачком (180 г), желе со свежими плодами (300 г), напиток яблочный (250 г); для полдника: запеканка рисовая с тыквой (100 г), чай имбирный (100 г); для ужина: салат овощной (фруктовый) (100 г), тефтели рыбные (50 г), пюре картофельное (150 г), кисель из крыжовника (200 г). Хлеб отрубной/цельнозерновой или хлеб из киноа и зеленой гречки (масса 50 г, содержание белков 6,00 г, жиров 11,00 г, углеводов 22,50 г, энергетическая ценность 213 ккал).

В таблицах 1 и 2 представлены примерные меню дневного скомплектованного рациона питания для учащихся среднеобразовательной школы с учетом возрастных категорий (белки, г: 66,7/66,7/73,8; жиры, г: 55,5/55,5/64,4; углеводы, г: 153/153/171,9; энергетическая ценность, ккал: 1395,1/1395,1/1569,7) и взрослых (возраст 49-60 лет, коэффициент физической активности 1,9; суточная потребность: белки, г: 72-84, жиры, г: 83-98, углеводы, г: 366-432, энергетическая ценность, ккал: 2500-2950).

Таблица 1

Примерное меню дневного скомплектованного рациона питания для учащихся среднеобразовательной школы

Наименование	Возраст					
	Возраст, лет	Выход порции	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
1	2	3	4	5	6	7
Завтрак						
Творожная запеканка с яблочным повидлом	7-11	160/10	16,5	21,3	21,8	343,8
	12-14	160/10	16,5	21,3	21,8	343,8
	15-18	200/15	20,6	26,6	27,3	429,8
Кефирный напиток с черносливом	7-11	200	6	5	18,4	148,6
	12-14	200	6	5	18,4	148,6
	15-18	200	6	5	18,4	148,6
Яблоко зеленое	100	100	100	0,4	0,4	9,8
Итого			22,9	26,7	50	539,4
			22,9	26,7	50	539,4
			27	32	55,5	625,4

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Обед						
Салат овощной с морской капустой с раститель- ным маслом	7-11	100/5	0,9	5,2	6,4	76
	12-14	100/5	0,9	5,2	6,4	76
	15-18	100/5	0,9	5,2	6,4	76
Щи из цветной капусты со сметаной	7-11	250/5	5,3	4,6	7,6	95,5
	12-14	250/5	5,3	4,6	7,6	95,5
	15-18	300/7	6,5	6,7	9,2	115,6
Минтай в сметанном соусе	7-11	125/50	22,6	10	2,3	201,1
	12-14	125/50	22,6	10	2,3	201,1
	15-18	125/50	22,6	10	2,3	201,1
Булгур рассыпчатый	7-11	100	3,7	3	23,6	137,1
	12-14	100	3,7	3	23,6	137,1
	15-18	150	5,5	4,5	35,4	205,6
Чай зеленый с шиповником	7-11	200	0,2	0	17	68,8
	12-14	200	0,2	0	17	68,8
	15-18	200	0,2	0	17	68,8
Хлеб цельно- зерновой	7-11	40	4,8	0,2	18,8	88
	12-14	40	4,8	0,2	18,8	88
	15-18	40	4,8	0,2	18,8	88
Итого			37,5	23	75,7	666,5
			37,5	23	75,7	666,5
			40,5	26,6	89,1	755,1
Полдник						
Йогурт питьевой 2,6% груша- абрикос обогащенный (Беллакт)	7-11	210	5,9	5,5	17	142,2
	12-14	210	5,9	5,5	17	142,2
	15-18	210	5,9	5,5	17	142,2
Груша зеленая	7-11	100	0,4	0,3	10,3	47
	12-14	100	0,4	0,3	10,3	47
	15-18	100	0,4	0,3	10,3	47
Итого			6,3	5,8	27,3	189,2
			6,3	5,8	27,3	189,2
			6,3	5,8	27,3	189,2

Таблица 2

Примерное меню дневного скомплектованного рациона питания
для взрослых (мужчин и женщин, возраст 49-60 лет)

Наименование блюда	Выход, г	Пищевая ценность			
		Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
1	2	3	4	5	6
Завтрак					
Холодные блюда					
Салат из рукколы, огурца и сыра «Сиртаки»	100	3,08	11,05	3,24	124,68
Салат из свежих овощей	100	2,95	9,87	4,05	129,78
Рыба заливная	100	7,3	1,2	1,5	134,4
Филе индейки заливное	50	6,55	1,85	1,5	136,25
Горячие блюда					
Запеканка творожная с вишней	175	15,48	17,25	88,48	437,75
Напитки					
Компот из алычи и кабачка	200	0,2	0,2	36,2	134,6
Фрукты и ягоды					
Черная смородина свежая	100	1,2	1,6	7,3	108,6
Обед					
Холодные блюда и закуски					
Салат «Зеленое удовольствие»	100	5,7	10,1	14,2	141,3
Салат со свежей свеклой, грушей и сыром «Фета»	100	4,6	9,6	14,6	139,6
Супы					
Суп картофельный со шпинатом	250	5,16	7,34	17,78	260,0
Суп-пюре из кабачка, картофеля и моркови	250	4,5	8,0	19,0	240,0
Горячие блюда					
Филе хека, запеченное с травами	100	11,16	9,78	22,59	221,6

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Зразы из телятины с грибами	100	12,64	10,45	26,7	233,87
Филе индейки с травами по технологии sous-vide	100	13,76	10,1	13,68	229,75
Гарниры					
Смесь овощей отварных	150	2,6	5,96	19,0	87,9
Каша гречневая с тыквой	150	2,75	5,94	17,6	95,4
Напитки					
Компот из крыжовника и мяты	200	0,4	0,2	40,4	148,6
Сладкие блюда и кондитерские изделия					
Желе сметанно-ягодное	50	1,69	1,8	19,3	105,3
Хлеб					
Хлеб цельнозерновой	50	3,4	1,56	18,4	104,0
Ужин					
Горячие блюда:					
Котлеты рыбные «Здоровье»	75	10,86	8,40	19,23	163,96
Биточки куриные с моцареллой паровые	75	10,29	9,02	16,93	159,79
Гарниры:					
Кабачок, запеченный в духовке	150	2,4	3,95	7,35	136,0
Пюре из картофеля и репы	150	3,3	4,58	8,67	145,6
Напитки:					
Сок из моркови и яблок	200	3,8	2,75	30,87	141,3
Сладкие блюда					
Манник с грушей	50	2,4	5,68	28,95	148,5
Вечерний прием пищи					
Кефир (нежир.)	200	3,0	–	7,6	60,0

Заключение. Рациональное соотношение основных пищевых веществ животного и растительного происхождения, позволяющее исключить накопление в организме моноаминов, мочевины, мочевой кислоты, креатина; коррекция питания с точки зрения пребиотической обеспеченности; использование различных видов продовольственного сырья и пищевых продуктов для составления оптимального рациона питания (в том числе DASH-диеты (наиболее эффективного режима питания для улучшения всех

показателей здоровья)), применение различных подходов в организации питания (элиминационная, гипоаллергенная диеты, гипосенсибилизирующее питание) позволяет обеспечивать эффективную профилактику дисбиотических нарушений, замедление процессов сенсибилизации организма, улучшение обмена веществ и повышение сопротивляемости организма к неблагоприятным воздействиям внешней среды, корректировать статус питания и влиять на состояние здоровья человека в условиях хронической ксеногенной интоксикации.

Список литературы

1. Василенко, З.В. О необходимости коррекции рациона питания в условиях хронической ксеногенной интоксикации [Текст] / З.В. Василенко, М.В. Акцызная, М.А. Кузьмич, В.В. Редько-Бодмер // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов XII Международной науч. конф. студентов и аспирантов. – Могилев: Изд-во МГУП, 2021. – 122 с.
2. Кошеварова, А.С. Особенности рациона питания, повышающего защитные и адаптационно-компенсаторные возможности организма человека [Текст] / А.С. Кошеварова, Т.В. Косцова, З.В. Василенко, В.В. Редько-Бодмер // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов XII Международной науч. конф. студентов и аспирантов. – Могилев: Изд-во МГУП, 2021. – 120 с.
3. Василенко, З.В. Особенности качественного состава пищевого рациона для профилактики аллергических иммунных реакций немедленного типа и атопической аллергии [Текст] / З.В. Василенко, В.В. Редько-Бодмер, Т.В. Косцова, А.С. Кошеварова // Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф. – Могилев: Изд-во БГУТ, 2022. – Т. 1. – 428 с.
4. Василенко, З.В. Особенности качественного состава пищевого рациона для профилактики синдрома экологической дезадаптации [Текст] / З.В. Василенко, В.В. Редько-Бодмер, А.С. Кошеварова, Т.В. Косцова // Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф. – Могилев: Изд-во БГУТ, 2022. – Т. 1. – 428 с.

Материал поступил в редакцию 09.12.22.

З.В. Василенко¹, В.В. Редько-Бодмер¹, М.В. Акцызная¹, М.А. Кузьмич¹

¹*Беларусь мемлекеттік тамақ және химиялық технологиялар университеті,
Могилёвқ., Беларусь Республикасы*

СОЗЫЛМАЛЫ КСЕНОГЕНДІК ИНТОКСИКАЦИЯ ЖАҒДАЙЫНДА ЕРЕСЕКТЕР МЕН БАЛАЛАРДЫ ТАМАҚТАНДЫРУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ПРИНЦИПТЕР, ЕРЕКШЕЛІКТЕР, ТӘСІЛДЕР

Аңдатпа. Созылмалы ксеногендік интоксикация жағдайында ересектер мен балалардың тамақтану ерекшеліктеріне байланысты аналитикалық зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. Қолданылатын принциптер мен тәсілдерді ескеретін диеталар жасалған.

Тірек сөздер: созылмалы ксеногендік интоксикация, экологиялық бейімделу, жедел типтегі аллергиялық иммундық реакциялар, атопиялық аллергия, диета, дұрыс тамақтануды ұйымдастырудың ғылыми тәсілдері, алынып тасталған тағамдар, ұсынылатын тағамдар, дисбиотикалық бұзылулар, гипоаллергенділік, жою диетасы, гипоаллергенді диета, гипосенсибилизациялық тамақтану.

Z.V. Vasilenko¹, V.V. Redko-Bodmer¹, M.V. Aktsyznaya¹, M.A.Kuzmich¹

¹Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Mogilyov, Belarus

PRINCIPLES, CHARACTERISTICS, APPROACHES USED IN THE ORGANIZATION OF FOOD FOR ADULTS AND CHILDREN UNDER CHRONIC XENOGENIC INTOXICATION

Abstract. The results of analytical studies related to the nutritional characteristics of adults and children under conditions of chronic xenogenic intoxication are presented. Diets have been developed that take into account the applied principles and approaches.

Keywords: chronic xenogenic intoxication, ecological maladaptation, immediate type allergic immune reactions, atopic allergy, diet, scientific approaches to the organization of a healthy diet, excluded foods, recommended foods, dysbiotic disorders, hypoallergenicity, elimination diet, hypoallergenic diet, hyposensitizing nutrition.

References

1. Aktsyznaya, M.V., Kuzmich, M.A., Vasilenko, Z.V., Redko-Bodmer, V.V. O neobhodimosti korrekcii racionala pitaniya v usloviyah hronicheskoy ksenogennoj intoksikacii [On the need to correct the diet in conditions of chronic xenogenic intoxication] // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv [Technique and technology of food production]// Tezisy dokladov XII Mezhdunarodnoy nauch. konf. studenty i aspiranty [Abstracts of the XII International scientific. conf. students and graduate students](April 22–23, 2021).– Mogilev: MGUP, 2021. – 122p.[in Russian]
2. Koshevarova, A.S., Kostsova, T.V., Vasilenko, Z.V., Redko-Bodmer, V.V. Osobennosti racionala pitaniya, povyshayushchego zashchitnye i adaptacionno-kompensatornye vozmozhnosti organizma cheloveka[Features of the diet that increases the protective and adaptive-compensatory capabilities of the human body] // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv [Technique and technology of food production]// Tezisy dokladov XII Mezhdunarodnoy nauch. konf. studenty i aspiranty [Abstracts of the XII International scientific. conf. students and graduate students](April 22–23, 2021).– Mogilev: MGUP, 2021. – 120p.[in Russian]
3. Vasilenko, Z.V., Redko-Bodmer, V.V., Kostsova, T.V., Koshevarova, A.S. Osobennosti kachestvennogo sostava pishchevogo racionala dlya profilaktiki allergicheskikh immunnyh reakcij nemedlennogo tipa i atopicheskoy allergii [Features of the qualitative composition of the diet for the prevention of allergic immune reactions of immediate type and atopic allergy] // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv [Technique and technology of food production]//Materialy XIV mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. [Materials of the XIV Intern. sci.-tech. conf.](April 21–22, 2022) - Mogilev: BSUFCT, 2022.T. 1, – 428 p. [in Russian]
4. Vasilenko, Z.V., Redko-Bodmer, V.V., Koshevarova, A.S., Kostsova, T.V. Osobennosti kachestvennogo sostava pishchevogo racionala dlya profilaktiki sindroma ekologicheskoy dezadaptacii [Features of the qualitative composition of the diet for the prevention of environmental maladjustment syndrome] // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv [Technique and technology of food production] //Materialy XIV mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. [Materials of the XIV Intern. sci.-tech. conf.](April 21–22, 2022) – Mogilev: BSUFCT, 2022. T. 1. 428p. [in Russian]

FTAMP 65.43.31

Т.А. Байбатыров¹ - негізгі автор, | ©
А.Ж. Наурызбаева², Э.Б. Аскарбеков³, Г.И. Байгазиева⁴

¹Техн. ғылым. канд., қауымдастырылған профессор, ²Магистрант,³PhD, ⁴Биол. ғылым. канд., доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-7940-626X>; ²<https://orcid.org/0000-0001-9772-036X>;³<https://orcid.org/0000-0002-9544-0820>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-9163-4767>^{1,2,3}Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық

университеті, Орал қ., Қазақстан

^{3,4}Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан¹nauryzbayeva.asel@bk.ru<https://doi.org/10.55956/VPDK3258>

АЛКОГОЛЬСІЗ ЖӘНЕ ТӨМЕН АЛКОГОЛЬДІ СЫРАНЫ АЛУ ЖОЛДАРЫ

Аңдатпа. Алкогольсіз және төмен алкогольді сыра нарығы соңғы жылдары айтарлықтай өсті және өсуді жалғастырады деп болжануда. Дегенмен, алкогольсіз және төмен алкогольді сыралардың органолептикалық проблемалары бар және көптеген тұтынушылар тарапынан мойындалмайды. Физикалық әдістер (деалкоголизация) дәмді нашарлатпау үшін әдеттегі күшті сырадан этанолды кетірудің жұмсақ және таңдаулы әдістеріне бағытталған. Биологиялық әдістер ашытуды тоқтату немесе баяулату арқылы этанолдың төмендеуіне назар аударады.

Алкогольсіз сыраны өндіру үшін сахаромицет емес ашытқыны қолдану бойынша зерттеулер соңғы жылдары кеңейіп, тереңдей түсті, бұл сыраға жаңа дәм әкелуі мүмкін. Соңғы әдіс сонымен қатар оны қолдану физикалық деалкоголизация әдістерінен айырмашылығы қосымша арнайы жабдықты қажет етпейтіндігімен де қызықтырады. Алкогольсіз немесе төмен алкогольді сырадағы дәм ақаулары этанол концентрациясын жою немесе төмендету процестерінде пайда болады. Деалкоголизацияның барлық технологиялары ұшпа хош иісті қосылыстардың (жоғары спирттер, эфирлер) айтарлықтай жоғалуына әкеледі. Көптеген авторлардың пікірінше, мембраналық сүзу әдісін қолдану арқылы минималды шығындарға қол жеткізіледі. Мұнда алкогольсіз және төмен алкогольді сыраны алудың әртүрлі тәсілдері және осы технологиялардан туындайтын сыраның дәмдік-хош иісті ақаулары қарастырылған.

Тірек сөздер: алкогольсіз сыра, деалкоголизация, шектеулі ашыту, сенсорлық ерекшеліктер, төмен алкогольді сыра.



Байбатыров, Т.А. Алкогольсіз және төмен алкогольді сыраны алу жолдары [Мәтін] / Т.А. Байбатыров, А.Ж. Наурызбаева, Э.Б. Аскарбеков, Г.И. Байгазиева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №1(79). – Б.81-92. <https://doi.org/10.55956/VPDK3258>

Кіріспе. Қазіргі жылдары сыра қайнату нарығында сыраны тұтынудың айқын төмендеуі байқалды. Нарықтың бір ғана секторы айқын көрінеді – бұл алкогольсіз сыра. Төмен калориялы, сергітетін, әртүрлі қоректік және физиологиялық оң қасиеттері бар уыт сусыны ретінде алкогольсіз сыра енді тауашалық тағамдарға жатпайды. Сыра қайнатушылар үшін бұл өнім санаты тұрақты өсіп келе жатқан нарық түріндегі экономикалық пайданы, сондай-ақ

салық жүктемесінің төмендеуін уәде етеді. Сонымен қатар, баяу құлдырауды көрсететін сыра қайнату өнеркәсібі алкогольсіз және алкогольсіз сыралардың өсіп келе жатқан үлесі арқылы өнім желісін кеңейту жолдарын іздейді.

Сонымен қатар, тұтынушының алкогольсіз және төмен алкогольді сыраға деген талғамы өз денсаулығына, атап айтқанда салмақ жоғалтуға деген қызығушылықтың артуына байланысты және алкогольді жауапкершілікпен тұтынуды, әсіресе көлік жүргізуді ынталандыруды ескере отырып артады. Сонымен қатар, алкогольсіз сыра тұтынушыға пайдалы компоненттердің (антиоксиданттар, еритін талшықтар, дәрумендер) болуына байланысты емдік әсер етеді, калориялардың азаюы және алкогольді тұтынудың теріс аспектісінің болмауы.

Зерттеу нысаны: сыра қайнату өндірісінің өнімдері болып табылатын құлмақ, су, ашытқы, уыт және алма шырыны.

Жұмыстың мақсаты: алкогольсіз және төмен алкогольді сыраны алу жолдарын зерттеу.

Алкогольсіз сыра өндірісінде классикалық сусындар өндірісінен айырмашылығы жоқ технологиялық әдістер қолданылады, бірақ бір маңызды кезең қосылады – алкогольдік сусыннан этил спиртіні алып тастау. Сонымен қатар, құрамды өзгеріссіз қалдыру өте маңызды және алынған алкогольсіз сыраның соңғы сапасы, оның ішінде олардың дәмдік сипаттамалары осы технологиялық операцияның қаншалықты сапалы жүргізілетініне байланысты.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеу жұмыстары Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті жанындағы сынау орталығында жүзеге асты.

Зерттеу әдістері:

ГОСТ 29294 -2014. Сыра қайнататын арпа уыты. Техникалық шарттар
ГОСТ 13586.5-2015. Дән. Ылғалдылықты анықтау әдісі. Енгізу күні 01.07.2016. – М.: Стандаринформ, 2015. – 11б.

ГОСТ 10844-74. Дән. Қышқылдылықты анықтау әдісі. Енгізу күні 30.06.1975, Жаңартылған күні 21.12.2017. – М.: Стандаринформ, 2009. – 2б.

ГОСТ 12136-77. Дән. Арпаның экстрактивтілігін анықтау әдісі. Енгізу күні 01.06.1977, Жаңартылған күні 21.12.2017. – М.: Стандаринформ, 2009.-5с.

ГОСТ 10987-76. Дән. Шынылықты анықтау әдісі. Енгізу күні 31.05.1977, Жаңартылған күні 21.12.2017. – М.: Стандаринформ, 2009. – 3б.

ГОСТ 10968-88. Дән. Энергия және өсу қабілетін анықтау әдісі. Енгізу күні 30.06.1988. Жаңартылған күні 12.09.2018. – М.: Стандаринформ, 2009.-4б.

ГОСТ 20264.4-74. Ферменттік препараттар. Амилолитикалық белсенділікті анықтау әдісі. Енгізу күні 01.07.1990, Жаңартылған күні 21.12.2017. – М.: Стандаринформ, 2016. – 18б.

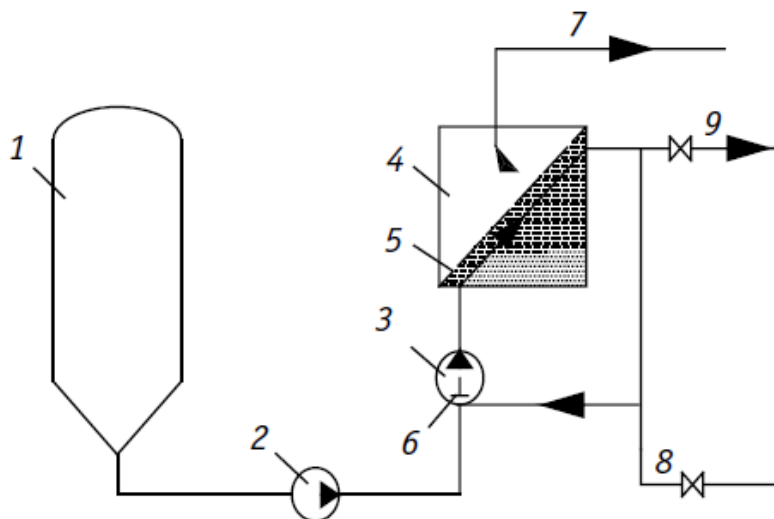
ТР ТС 021/2011. Тағамдық өнімдердің қауіпсіздігі. Кедендік бірлестіктің техникалық регламенті. Енгізу күні 09.12.2011, Жаңартылған күні 10.06.2014.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Алкогольді алудың бірнеше әдісі бар. Ең қарапайым және арзан әдіс – термиялық өңдеу (этил спиртіні кетіру-жоғары температураның әсері).

Бірақ бұл әдіс шараптың сапасына жағымсыз әсер етеді, оның құрамы мен органолептикалық сипаттамаларын айтарлықтай өзгертеді.

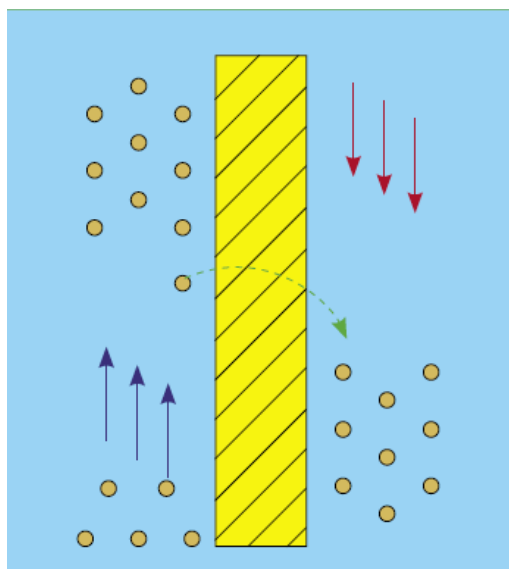
Вакуумды сүзу жиі кездеседі, онда этил спирті булана бастаған кезде жоғары температураға дейін қызады. Бұл әдіс жақсы нәтиже береді, өйткені жұмсақ өңдеу режимі қолданылады.

Алкогольді жоюдың ең жұмсақ әдістері – мұздату, кері осмос және диализ. Кері осмос (1-сурет) қолданған кезде қысыммен шарап немесе сыра алкогольді басқа компоненттерден бөлуге мүмкіндік беретін сүзгі мембранасы арқылы өткізіледі.



Сурет 1. Кері осмосы орнату

Диализ процесі (2-сурет) осмостан ерекшеленеді, өйткені көмірсулар, спирттер және басқа заттардың молекулалары тепе-теңдікке жеткенге дейін, қысымның әсерінсіз және төмен температурада мембрана арқылы өтеді. Бұл технологиялық әдістер өңделген сусындардың сапасын іс жүзінде өзгеріссіз сақтауға мүмкіндік береді (1-кесте).



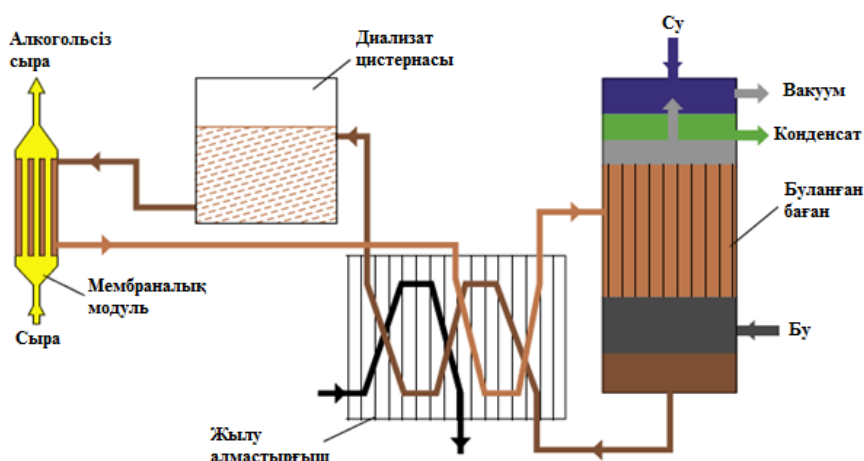
Сурет 2. Диализ әдісімен алкогольді жою процесі

Кесте 1

Диализ және кері осмос әдістерімен алынған бастапқы дәстүрлі сыра мен
алкогольсіз сыраның көрсеткіштері [1]

Көрсеткіш	Диализ		Кері осмос	
	Бастапқы	Алкогольсіз	Бастапқы	Алкогольсіз
Бастапқы тығыздық, %	11,16	4,53	10,83	2,48
Этанол, %	4,80	0,47	4,92	0,40
Түсі, ЕВС	7,25	7,5	-	-
pH	4,55	4,68	-	-
Ащылығы, ЕВС	30,7	29,7	24,6	12,3
1-Пропанол, мг/л	9,4	0,5	12,0	2,0
2-Метилпропанол, мг/л	7,0	0,3	17,0	5,1
2-Метил-1-бутанол, мг/л	9,9	0,4	4,3	2,8
3-Метил-1-бутанол, мг/л	43,6	1,5	3,0	1,0
Изоамил спирті, мг/л	-	-	79,0	17,0
Фенилэтил спирті, мг/л	-	-	40,0	3,7
Жалпы жоғары спирттер, мг/л	69,9	2,7	148,0	27,9
Этилацетат, мг/л	12,1	<0,1	15,0	1,8
Изоамилацетат, мг/л	2,2	<0,1	1,5	0,16
2-Фенилэтилацетат, мг/л	<0,1	<0,1	0,63	0,04
Жалпы эфирлер, мг/л	14,3	<0,1	17,6	2,0
Изовалериан қышқылы, мг/л	1,22	0,49	0,76	0,18
Нейлон қышқылы, мг/л	1,88	1,02	2,0	0,22
Каприл қышқылы, мг/л	4,61	2,55	3,6	0,35
Каприн қышқылы, мг/л	0,35	0,21	0,95	0,11
Жалпы май қышқылдары, мг/л	8,82	4,27	7,9	0,9

Әрине, мұндай сусындардың құны классикалық технология бойынша өндірілетін сыраның құнынан жоғары, бірақ соған қарамастан нарықтың тиісті сегменті үнемі өсіп келеді және айтарлықтай әлеуетке ие (3-сурет).



Сурет 3. Диализді орнату

Қазақстандықтарда бұл сусындар бүгінгі күні өте танымал емес, ал сыра өндірушілер мұндай сусындардың аз мөлшерін өндіруде.

Осылайша, алкогольсіз сыра – бұл тұтыну нарығында өз сегменті бар тәуелсіз сусындар.

Қазақстанда алкогольсіз өндіріс мүлдем жоқ, сыра шектеулі мөлшерде өндіріледі. Қазақстан халқын алкогольсіз сыраның оң қасиеттері туралы хабардар ету қажет.

Алкогольсіз шарап өндірісін дамыту үшін іздеу жұмыстарының циклін (шикізатты таңдау, өндіріс технологиясы, алкогольді жою әдістері) қамтитын іс-шаралар кешенін жүргізу қажет.

Алкогольсіз және төмен алкогольді сыраны алу әдістері.

Жалпы алкогольсіз және төмен алкогольді сыраны өндіруді екі негізгі категорияға бөлуге болады (2-кесте): физикалық және биологиялық әдістер [2-4].

Термиялық және мембраналық сүзу әдістеріне бөлінген физикалық процестер дәстүрлі сырадан алкогольді алып тастауды өз міндетіне айналдырады және арнайы жабдыққа айтарлықтай инвестиция салуды қажет етеді.

Термиялық процестер жағдайында сыра этанолды буландыру үшін қыздырылады, ал ұшпа хош иісті компоненттер бір уақытта ішінара немесе толығымен буланып кетеді. Мембраналық сүзуге негізделген процестер кезінде этанол, сондай-ақ хош иісті компоненттер, негізінен олардың молекулалық салмағына сәйкес жойылады [5,6].

Физикалық әдістер дайын дәстүрлі сырадан алкогольді кетіруге негізделген (алкоголизация), биологиялық заттар езу және ашыту процестері кезінде ашытқымен этанол өндірісін азайтуға негізделген [3].

Екі жағдайда да сыраның хош иісі мен "құрамы" азайып, айтарлықтай қышқылдықтың пайда болуымен бірге жүруі мүмкін [1].

Вакуумдық дистилляция құрамында 0,5% - дан аз алкоголь бар сыраны жасаудың алғашқы әдістерінің бірі болды [7]. Бұл процесте сыра қызады және алкоголь одан дистилляция арқылы шығарылады. Бұл сырадан алкогольді кетірудің сенімді әдісі, бірақ ол сенсорлық көрсеткіштерді нашарлатуы мүмкін.

Кесте 2

Алкогольсіз сыра алу әдістері

Физикалық (деалкоголизация)		Биологиялық (этанол түзілуінің төмендеуі)	
Термиялық	Булану	Дәстүрлі сыра қайнату жабдықтары	Ысқылау режимдерін өзгерту
	Ректификация (ректификациялық баған)		Аяқталмаған немесе тоқтатылған ашыту
	Айналымды конустық баған (төмен температуралы вакуумды айдау)		Арнайы ашытқы
Мембраналық	Диализ	Арнайы жабдық	Иммобилизацияланған ашытқымен үздіксіз ашыту режимі
	Кері осмос		
	Осмостық айдау		
	Нанофльтрация		
	Первапорация		
Әр түрлі	Суперкритикалық сұйықтық экстракция	Арнайы жабдық	Иммобилизацияланған ашытқымен үздіксіз ашыту режимі
	Қатты CO ₂ экстракциясы		
	Десорбция		
	Микробтық отын элементтері (microbial fuel cells, MFC)		

Қыздыру процесі бөгде иістерді, тотыққан немесе автолизді тудыруы мүмкін. Әдіс өте қымбат жабдықты қажет етеді, бұл қолдан қайнату жағдайында қолайсыз.

Мембраналық сүзу – екінші қабылданған әдіс [7]. Бұл процеске арналған Мембрана алкогольді, пигменттерді және кейбір хош иісті компоненттерді өткізеді. Нәтижесінде алкоголь мен су сырадан шығарылады. Алкоголь шығарылады, ал су мен бірқатар хош иісті компоненттер сыраға оралады.

Бұл әдістеме кішігірім сыра қайнату зауыттары үшін және нарықта арзан өнімдердің пайда болуы үшін қол жетімді. Мембраналық фильтрациямен байланысты негізгі кемшілік – алкогольмен бірге хош иістің бір бөлігін жоғалту мүмкіндігі. Дегенмен, жақсы нәтижелерге қол жеткізуге болады. Алкогольсіз және төмен алкогольді сыраны алудың биологиялық әдістері өте маңызды негізде екі топқа бөлінеді: 1-ші топтың әдістерін дәстүрлі сыра қайнату жабдықтарында қолдануға болады, 2-ші әдіс арнайы жабдықты және қосымша инвестицияларды қажет етеді.

Әдістердің бірінші тобы – ұнтақтау және(немесе) ашыту режимдеріндегі өзгерістер, сондай-ақ кәдімгі сыра ашытқысынан басқа ашытқының жаңа түрлерін қолдану.

2-ші топқа арнайы тасымалдаушыларда иммобилизацияланған ашытқыны үздіксіз өсіру әдістері кіреді. Ол үшін ферменттерлер мен қосымша жабдық қажет.

Биологиялық әдістер алкогольсіз сыраны алудың жақсы тәсілі болуы мүмкін, бірақ алкоголь мөлшерінің 0,5% - дан төмен деңгейіне жету қиын.

Ысқылау режимдерін өзгерту. Затор физикалық, химиялық және биохимиялық (энзиматикалық) процестер кешенінен тұрады, олардың негізгі мақсаты крахмалды ашытылған қанттар мен еритін декстриндерге дейін толығымен ыдырату болып табылады [8].

Алынған қанттардың спектрі бар ферменттердің белсенділігіне байланысты. β -амилаза (температура оптимумы 62...65°C) ашытылатын мальтоза қант шығарады, ал α -амилаза (температура оптимумы 72...75°C) алдымен ашытылмайтын қанттарды (декстриндер), ал ұзақ әсер еткенде ашытылатын қанттарды да құрайды.

Затор температурасының жоғарылауы немесе төмендеуі арқылы затор режимінің өзгеруі ашытылған қанттардың (мальтоза, глюкоза және мальтотриоза) мөлшерін азайтуы мүмкін.

Ашытылған қанттардың орташа құрамы келесідей: 12% глюкоза және фруктоза (0,8-2,8 %), 5% сахароза, 65% мальтоза, 17,5% мальтотриоза. Затор температурасын 70 °C-тан жоғары ұстау декстриндерді көбірек береді. Бұл әдіс төмен алкогольді сыраны алуға мүмкіндік береді, бірақ сонымен бірге оған "сусло" дәмі мен хош иісін бере алады. Сумен сұйылту және карбонизация деңгейін жоғарылату – "сусло" дәмі мен иісімен күресудің екі әдісі [9]. Суық затор – бұл затор температурасы крахмалдың сұйылту температурасынан (желатинизация) төмен болатын тағы бір әдіс.

Тек ысқылау режимінің өзгеруіне негізделген әдістер сирек сәтті болады. Олар әрі қарай басқа шаралармен біріктірілуі керек, мысалы, сусланы қарқынды қайнату (альдегид деңгейін төмендету), сусланы қышқылдандыру, ашытуды шектеу, түс пен ащылығын түзету және т.б. [10].

Ашыту процесін тоқтату немесе шектеу. Бұл әдістердің басты кемшілігі-сусланы сыраға жеткілікті түрде айналдыра отырып, төмен алкогольге қол жеткізу қиын.

Тоқтатылған ашыту (алкогольдің белгілі бір концентрациясына жеткенге дейін) ашытқыны температуралық инактивациялау (салқындату немесе пастерлеу) немесе ашытқыны жою (сүзу немесе центрифугалау) арқылы жүзеге асырылады [1]. Осылайша алынған сыра көбінесе ашыту процесінің аяқталмауына байланысты тәтті деп қабылданады: қанттар ашытқымен ашытылмайды немесе толық ашытылмайды, ал хош иісті қайталама метаболиттер өте аз мөлшерде түзіледі немесе мүлдем түзілмейді. Тоқтатылған ашытуды қолданған кезде дәмді жақсарту үшін әртүрлі тәсілдер қолданылды, соның ішінде ұсталған альдегидтерінен туындаған сусланың дәмін азайту [1,2].

Бұл әдістер дәстүрлі сыра қайнату жабдықтарында жүзеге асырылады, бірақ мұқият және тұрақты аналитикалық бақылауды қажет етеді. Олар бірқатар елдерде алкогольсіз немесе төмен алкогольді сыра өндірудің әдеттегі әдісін ұсынады. Мысалы, 2012 жылы Чехияда алкогольсіз сыраның 30 брендінің 26 бренді тоқтатылған / шектеулі ашыту әдісімен шығарылды (кем дегенде бір жағдайда ұнтақтау режимін өзгерту процесі де қолданылды), екеуі арнайы ашытқымен ашыту әдісімен өндірілді және тек бір жағдайда вакуумды ректификациялау әдісі қолданылды [4].

Тоқтатылған немесе шектелген ашыту процестері үшін 4,0-7,5% бастапқы сусло тығыздығы қажет екендігі көрсетілді, ал 9-13% тығыздықта төмен алкогольді сыранның дәмі мен хош иісі сусло альдегидтерінің арқасында күшті сусло хош иісімен сипатталды. Ұшпа компоненттерді қосымша реттеуге ашыту температурасының жоғарылауымен (төменгі лагерь ашытқысы жағдайында) немесе суслодағы оттегінің төмендеуімен қол жеткізуге болады, бұл жоғарғы ашытқыдағы эфирлердің түзілуін күрт арттырады [1].

Ашытқы метаболизмін тежеудің ең практикалық құралы – төмен температура. "Cold contact process" ("контактілі суық") (0-ге дейін салқындату...1°C) сәтті, өйткені бұл жағдайда этанол өндірісі баяулайды, бірақ жоғары спирттер мен эфирлердің түзілуі және карбонилдердің қалпына келуі сияқты басқа биохимиялық процестер қалыпты белсенділікті көрсете алады.

Алкогольсіз сыраны өндірудің басқа әдістерімен салыстырғанда, "контактілі суық" әдісі альдегидтерді азайту қабілеті төмен Ұшпа компоненттердің ең жоғары концентрациясының бірін беру ретінде сипатталды. Сулада болатын бірқатар карбонил қосылыстары сусло бөгде дәмнің көзі ретінде белгілі. Олардың ішінде иісті қабылдау шегі өте төмен тармақталған альдегидтер (3-метилбутанал, 2-метилбутанал және 3-метилпропиональдегид) бар. Көбінесе хош иісті өнімділікті жақсарту үшін "контактілі суық" әдісімен алынған төмен алкогольді сыраға қоспалар енгізу қажет [4].

Үздіксіз ашыту. Сыраны өндіру үшін бос немесе иммобилизацияланған ашытқыны үздіксіз өсіруді қолдану бойынша зерттеулер күрделі, өндірістік және еңбек шығындарын төмендетудің артықшылықтарымен негізделген. Жақында сыра өндірісіндегі үздіксіз ашыту жүйелерінің қазіргі жағдайы және үздіксіз ашыту жағдайында алынған сыранның хош иісті ерекшеліктері туралы бірнеше шолулар жарияланды.

Потенциалды артықшылықтар, негізінен, биомасса концентрациясының жоғарылауына байланысты қайнатпаны сыраға айналдырудан тұрады.

Соңғысына ашытқыны иммобилизациялау арқылы қол жеткізіледі. Ол үшін сыра қайнатуда адсорбциялық инертті тасымалдаушылардың әртүрлі түрлері қолданылады: DEAE – целлюлоза, ағаш чиптері, пайдаланылған астық, олар техникалық жағынан пайдалы және экономикалық жағынан қол жетімді. Жасушаларды иммобилизациялаудың әр әдісі үшін арнайы конфигурация биореакторын және оның жұмыс режимін таңдау қажет [4].

Сыра қайнатуда үздіксіз ашыту бірнеше ондаған жылдар бойы зерттелгенімен, оның өнеркәсіптік қолданылуы өте шектеулі.

Бұл технологияны қолданудағы басты кедергі – соңғы өнімдегі сенсорлық компоненттердің дұрыс тепе-теңдігіне қол жеткізудің қиындығы.

Жасуша метаболизміндегі өзгерістерді ескере отырып, мезгіл-мезгіл өсіру кезінде пайда болатын дәстүрлі процестерді иммобилизацияланған ашытқымен үздіксіз процеске "аудару" қиын. Бұл технология арнайы жабдыққа (биореактор және оны үздіксіз қуаттандыру және бақылау құралдары), сондай-ақ қосымша әдістерге (иммобилизация) және материалдарға (тасымалдаушыларға) қажеттілікке байланысты кеңінен қолданылмады.

Алкогольсіз және төмен алкогольді сыраларды өндіруде өзгертілген ұнтақтау режимдері, тоқтаған немесе шектелген ашыту және үздіксіз ашыту туралы ақпарат Brányik et al шолуында егжей-тегжейлі қарастырылған. Bellut&

Arendt пікірінше, үлкен жетістіктерге жете алмады. Үздіксіз ашыту перспективалы, бірақ маргиналды технология деп саналады.

Алкогольсіз және алкогольсіз сырадағы дәмдік ақаулар.

Термиялық процестерді қолданған кезде алкогольсіз сыра жылудан да зардап шегеді. Вакуумды айдау процесі жоғары вакуумда булану кезеңдерін, содан кейін суық конденсацияны қамтиды. Іс жүзінде пленка буландырғыштары да, вакуумдық камерасы бар буландырғыштар да, осы әдістердің комбинациясы қолданылады. Мұндай жағдайларда хош иісті компоненттер де алкогольизациядан кейін өнімге оралуы керек. Brányik [4] мәліметтері бойынша, жоғары спирттердің 6% және бастапқыда болған эфирлердің 20% қайтару мүмкін болды.

Мембраналық процестер арқылы өндірілген алкогольсіз сыраның "құрамы" аз болды және хош иісті профилі төмендеді. Мембраналық процестер диализ және кері осмос болып бөлінеді.

Алкогольсіз және төмен алкогольді сыра өндірісінде дәстүрлі күшті сыранның табиғи дәмін сақтау маңызды. Өкінішке орай, алкогольсіз (төмен алкогольді) сырадағы дәм ақаулары этанол концентрациясын жою немесе төмендету процестерінде пайда болады. Алкоголизмнің барлық технологиялары ұшпа хош иісті қосылыстардың (жоғары спирттер, эфирлер) айтарлықтай жоғалуына әкеледі (3-кесте). Мембраналық сүзу әдісін қолданған кезде минималды шығындар пайда болады [6].

Алкоголь өндірісі ерте ашыту кезеңінде тоқтатылған немесе төмендетілген сыра (биологиялық әдістер) экспрессивті емес, үйлесімді емес дәм мен жетілмеген хош иіске ие.

Мұндай өнімнің хош иісті профилі альдегидтердің азаюына және жоғары спирт пен эфирлер өндірісінің болмауына байланысты дәстүрлі сыраға тән жағымды жемісті (эфирлік) хош иістің болмауымен сипатталады [6].

Кесте 3

Бастапқы сырамен салыстырғанда алкогольсіз сыранның қасиеттеріндегі өзгерістер

Көрсеткіш	Көрсеткіштердегі айырмашылық, %							
	Алкогольсіз сыраны алу әдістері (әр түрлі авторлардың мәліметтері)							
	BT1	BT2	ПБ1	ПБ2	Д	КО1	КО2	АТ
Түсі (EBC)	+13	-	0	+10	-6	-3	-	-
Ащылығы (EBC)	+2	-	-7	-8	-12	-7	-50	-
Көбіктігі (NIBEM)	-	-	-3	-	-1	-8	-	-
Эфирлер	-99	-100	-95	-100	-85	-78	-87	-87
Жоғары спирттер	-78	-78	-98	-95	-85	-69	-81	-80
*Ескерту. BT-вакуумды түзету, ПБ-пленкалы буландырғыш, Д-диализ, КО-кері осмос, АТ-Ашыту тоқтауы								

Этанол сыранның дәмін қалыптастыруға тікелей қатысады, сыранның басқа компоненттерінің жылыну әсері мен дәм сезімін арттырады.

Этанол альдегидті қабылдауды бүркемелейді, бұл сусло дәмінің төмендеуіне әкеледі. Этанолды кетіру осы процестердің барлығын азайтады.

Сусллада бар қартаю карбонилдері (3-метилбутанал, 2-метилбутанал, 2-метилпропанал, гексанал, гептанал, фенилацетальдегид және т.б.) өте төмен дәм шектеріне ие және хош иіске қатты әсер етіп, тәтті-уыт дәмін береді ("Нан дәмі"). Ацетальдегид 20-25 ppm (мг/л) концентрациясында "жасыл көкөністердің" немесе "көкөністердің" дәмін тудырады.

Күшті жағымсыз хош иіс, атап айтқанда, тоқтатылған ашыту әдісімен өндірілген алкогольсіз сырада анықталады.

Барлық май қышқылдары екі себепке байланысты сыраның қажетсіз компоненттері болып табылады. Біріншіден, дәм тұрғысынан, екіншіден, олардың көбіктенуге теріс әсер ету қабілетіне байланысты.

Сонымен қатар, сыраның рН мәні мен дәмі органикалық және бейорганикалық қышқылдардың құрамына байланысты.

Сыраның түсі де алкоголизация процесіне ұшырайды.

Термиялық процестер түстің жоғарылауына әкеледі, ал мембраналық процестер оны төмендетеді.

Қолданылатын де алкоголизация әдісіне байланысты көбіктің ащылығы мен тұрақтылығы әдетте белгілі бір дәрежеде төмендейді.

Сондай-ақ, төмен алкогольді сыра этанолдың аз концентрациясына және ашытылған қанттардың артық болуына байланысты микробтардың ластануына сезімтал болатынын атап өткен жөн (соңғысы ашыту үзілген жағдайда).

Қорытынды. Осылайша, алкогольсіз сыраға пастерлеудің жоғары температурасы қажет және бұл сыраның дәмдік сипаттамалары мен коллоидтық төзімділігіне теріс әсер етеді. Әртүрлі тәсілдермен жүзеге асырылған алкоголизмге дейін және одан кейін сыраны салыстыруға мүмкіндік беретін мәліметтер өте аз. Термиялық процестер алкогольсіз сыраның түсін жоғарылатады, ал мембраналық процестер оны төмендетеді. Алкоголизмнің барлық процестерінде көбіктің ащылығы мен тұрақтылығы төмендейді. Алкогольді кетіру процесінің ең маңызды әсері ұшпа компоненттердің жоғалуына қатысты байқалды, ал ең азы мембраналық процестер жағдайында болды. Ашытуды тоқтату әдісімен өндірілген алкогольсіз сырадағы Ұшпа қосылыстардың азаюын физикалық де алкоголизация әдістерімен алынған сырамен салыстыруға болады.

Әдебиеттер тізімі

1. Brányik, T. A review of methods of low alcohol and alcohol-free beer production /Brányik T. [et al.] // Journal of Food Engineering. – 2012. – Vol. 108 (4), – P. 493-506. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2011.09.020.
2. Yeasts Isolated from Kombucha in the Production of Alcohol-Free Beer / K. Bellut[et al.] // Fermentation. – 2018. – Vol. 4(66), – P. 1-19. DOI: 10.3390/fermentation4030066.
3. Bellut, K. Chance and Challenge: Non- Saccharomyces Yeasts in Nonalcoholic and Low Alcohol Beer Brewing – A Review / K. Bellut & E. K. Arendt // Journal of the American Society of Brewing Chemists. – 2019. – Vol. 77 (2), – P. 77-91. DOI:10.1080/03610470.2019.1569452.
4. Non-Alcoholic Or Low Alcohol Beer Production [Electronic resource] // White Labs News (San Diego, Ca, USA). – Режим доступа: <https://www.whitelabs.com/news/non-alcoholic-or-low-alcohol-beer-production> (дата обращения: 20.03.20).
5. De Francesco G, Sannino C, Sileoni V, [et al.]. Mrakia gelida in brewing process: An innovative production of low alcohol beer using a psychrophilic yeast strain. Food Microbiology. 2018;76:354-362. DOI: 10.1016/j.fm.2018.06.018. (In Eng.)

6. Mangindaan, D. Beverage dealcoholization processes: Past, present, and future. Review / D. Mangindaan, K. Khoiruddin, I. G. Wenten // Trends in Food Science & Technology. – 2018. – Vol. 71, – P. 36-45. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.10.018.
7. Müller, M. Physical Methods of Dealcoholization of Beverage Matrices and Their Impact on Quality Attributes / M. Müller, [et al.] // ChemBioEng Rev. – 2017. – Vol. 4, – P. 310-326. DOI: 10.1002/cben. 201700010. Bellut, K. Application of Non-Saccharomyces
8. Blanco, C. A. Low alcohol Beers: Flavor Compounds, Defects, and Improvement Strategies [Electronic resource] / C. A. Blanco, C. Andrés-Iglesias, O. Montero // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2016. – Vol. 56 (8), – P. 1379-1388. DOI: 10.1080/10408398.2012.733979.
9. Kunze, W. Technology Brewing & Malting / W. Kunze; trans. by S. Pratt. – 4th ed. – Berlin: VLB Berlin, 2010. – 1047 p.
10. Bellut, K. Investigation into the Potential of Lachancea fermentati Strain KBI 12.1 for Low Alcohol Beer Brewing / K. Bellut [et al.] // J. of the American Society of Brewing Chemists. – 2019. – V. 77 (3), – P. 157-169. DOI: 10.1080/03610470.2019.1629227.

Материал редакцияға 17.03.23 түсті.

Т.А. Байбатыров¹, А.Ж. Наурызбаева¹, Э.Б. Аскарбеков², Г.И. Байгазиева²

¹Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана,
г. Уральск, Казахстан

²Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО И СЛАБОАЛКОГОЛЬНОГО ПИВА

Аннотация. Рынок безалкогольного и слабоалкогольного пива в последние годы значительно вырос и, по прогнозам, будет продолжать расти. Тем не менее, безалкогольное и слабоалкогольное пиво имеет органолептические проблемы и не пользуется признанием со стороны многих потребителей. Физические методы (деалкоголизация) фокусируются на мягких и наиболее избирательных способах удаления этанола из пива обычной крепости, чтобы не ухудшить вкус. Биологические методы концентрируют свое внимание на пониженном образовании этанола за счет остановки или замедления брожения.

Исследования по применению несхаромицетных дрожжей для производства слабоалкогольного пива в последние годы расширяются и углубляются, что потенциально может привести в пиво новые вкусы. Последний метод привлекает еще и тем, что его применение не требует дополнительного специального оборудования, в отличие от физических методов деалкоголизации. Дефекты вкуса в слабоалкогольном или безалкогольном пиве появляются в ходе любых процессов удаления или снижения концентрации этанола. Все технологии деалкоголизации ведут к значительной потере летучих вкусоароматических соединений (высших спиртов, эфиров). По мнению многих авторов, минимальных потерь достигают при использовании метода мембранной фильтрации. В настоящем обзоре рассмотрены различные способы получения безалкогольного и слабоалкогольного пива и порождаемые этими технологиями вкусоароматические дефекты пива.

Ключевые слова: безалкогольное пиво, деалкоголизация, ограниченное брожение, сенсорные особенности, слабоалкогольное пиво.

T.A. Baybatyrov¹, A.Zh. Nauryzbayeva¹, E.B. Askarbekov², G.I. Baygazieva²

¹Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian and Technical University, Uralsk, Kazakhstan

²Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

METHODS OF OBTAINING NON-ALCOHOLIC AND LOW-ALCOHOL BEER

Abstract. The nonalcoholic and low alcohol beer market has significant growth in the past years and forecasted to keep growing. However, nonalcoholic and low alcohol beer has organoleptic issues and lacks acceptance from many consumers. The physical methods (dealcoholization) focus on gentle and the most selective ways possible to remove ethanol from normal strength beers to not compromise the taste. The biological methods are based on limited ethanol production during fermentation. The new approach to reduce the ethanol formation is the application of special, so-called nonconventional. Investigations on the application of yeasts sector are expanding in recent years. These strains can potentially introduce new flavors to nonalcoholic and low alcohol beers.

Taste defects in nonalcoholic and low alcohol beers are due to an undesirable effect derived from the main ways of eliminating or reducing the ethanol in beer. All dealcoholization technologies are responsible for the characteristic sensorial defects in the final product due to insufficient wort aldehyde reduction and a loss of volatiles (higher alcohols and esters). According to many authors, all the technologies led to significant losses of volatiles, the smallest being observed in the case of the membrane processes. This review presents an overview and comparison of these techniques and provides an evaluation of sensorial properties of low alcohol and an alcohol-free beer.

Keywords: non-alcoholic beer, de-alcoholization, limited fermentation, sensory features, low-alcohol beer.

МРНТИ 68.85.17

Р.А. Гуляев¹ – основной автор, ©
А.А. Султонов², Р.Ф. Юнусов³, Д.Р. Рафиков⁴, К.Р. Гуляева⁵



¹Д-р техн. наук, ст. науч. сотруд., ²Мл. науч. сотруд.,
³Канд. техн. наук, ⁴Мл. науч. сотруд., ⁵Лаборант

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0001-5271-8194>



^{1,2,3,4,5}ООО “Paxta Ilmiy-Innovasiya Markazi”



г. Ташкент, Республика Узбекистан



¹uzcluster@gmail.com

<https://doi.org/10.55956/JZWP2961>

О РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

Аннотация. Целью данного исследования является разработка и внедрение системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для формирования данных первичного учета на основе цифровизации аграрного сектора, автоматизации учетных процессов, сокращения влияния человеческого фактора, позволяющей вести оперативный мониторинг состояния посевных площадей, планирование агротехнических мероприятий, контроль техники, работающей на полях. В рамках работ по реализации проекта на базе ООО «Бухара Агротехнологический кластер» создан оперативный штаб системы ДЗЗ, состоящий из районных и территориальных операторов ДЗЗ, призванных обеспечить ведение оперативных планов и протоколирования факта выполнения сельскохозяйственных операций, подготовку аналитических материалов по мониторингу агротехнических мероприятий в разрезе области, районов, территорий, фермерских хозяйств и контуров, а также оперативной информации по выявленным недостаткам. На одного оператора ДЗЗ приходится в среднем по 400-600 контуров. Лаборатория обеспечит отбор и идентификацию проб почвы, испытание проб в лабораторных условиях, введение электронной информации в систему. По результатам проведенных химических анализов почвы появится возможность формирования агрохимических карт, с индикацией уровней содержания в почве хлорид и сульфат ионов, кислотности почвы, содержания фосфора, магния, азота, органических веществ, калия и других макро-, мезо- и микро-элементов питания. Агрохимкарты в свою очередь позволят приступить к дифференцированному (точечному) внесению органических и минеральных удобрений, в зависимости от наличия питательных элементов в почве. Со временем лаборатория сможет обеспечивать потребности в агрохимических обследованиях не только в хозяйствах Бухарской области, но и в соседних регионах. Предложенный современный подход для организации сельхозпроизводства целенаправлен на сокращение потерь и расходов, повышение качества и конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции и продукции из неё на национальном и международном рынках.

Ключевые слова: система дистанционного зондирования земли, цифровизация аграрного сектора, оперативный мониторинг, посевные площади.



Гуляев, Р.А. О разработке системы цифрового дистанционного мониторинга сельскохозяйственных угодий [Текст] / Р.А. Гуляев, А.А. Султонов, Р.Ф. Юнусов, Д.Р. Рафиков, К.Р. Гуляева // Механика и технологии / Научный журнал. – 2023. – №1(79). – С.93-116. <https://doi.org/10.55956/JZWP2961>

Введение. В последние десятилетия развитие компьютерных, космических и информационных технологий привело к качественным изменениям в отрасли дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с помощью воздушных летательных и космических аппаратов.

В настоящее время использование данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) находит применение в самых различных отраслях: от поиска полезных ископаемых до сельского хозяйства [1].

Наиболее важной функцией дистанционного зондирования является анализ изображения. Он выполняется с использованием компьютерных инструментов, которые предоставляют широкие функциональные возможности и демонстрируют результаты в различных формах, что позволяет исследователю точно интерпретировать материалы.

Именно поэтому, появление съемочных систем нового поколения и получаемые с их помощью снимки со сверхвысоким пространственным разрешением, позволяют изучать природные и искусственные объекты как на суше, так и на поверхности водоемов, а также заниматься исследованиями атмосферных явлений.

В частности, Всемирная метеорологическая организация приводит данные, согласно которым 82% от всех данных, используемых для прогнозирования погоды, получены с помощью космических аппаратов [2].

Сейчас космический мониторинг относится к одной из наиболее успешно и динамично развивающихся инновационных отраслей. С его помощью решается широкий спектр задач не только в военной и разведывательной сферах, но и в службах охраны окружающей среды, при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, а также в различных отраслях народного хозяйства – в сельском, лесном и водном хозяйствах, нефтегазовой сфере, при разведке и разработке полезных ископаемых, в транспорте, связи, телекоммуникациях и т.д.

Длительное время сельское хозяйство не было бизнесом, привлекательным для инвесторов, в связи с длинным производственным циклом, подверженным природным рискам и большим потерям урожая при выращивании, сборе и хранении, невозможностью автоматизации биологических процессов и отсутствием прогресса в повышении производительности и инноваций. Использование ИТ в сельском хозяйстве ограничивалось применением компьютеров и ПО в основном для управления финансами и отслеживания коммерческих сделок. Не так давно фермеры начали использовать цифровые технологии для мониторинга сельскохозяйственных культур, домашнего скота и различных элементов сельскохозяйственного процесса [3].

Для повышения качества управления с применением данных ДЗЗ, наиболее перспективным и в настоящее время активным направлением является разработка и внедрение на основе геоинформационных систем (ГИС) цифрового мониторинга.

Цифровизация агробизнеса позволяет получать наиболее полную информацию для оптимизации использования ресурсов и снижения себестоимости продукции. Системы для получения и обработки информации включают датчики, оборудование для коммуникации, хранения и агрегирования информации, различные аналитические блоки для оптимизации управления технологическими процессами [4].

Единое мнение специалистов и аналитиков о пользе и эффективности цифровизации отразилось в принятии Кабинетом Министров Республики

Узбекистан постановления № 794 от 17.12.2020 г. «О мерах по развитию системы цифровизации в агропромышленном комплексе и сельском хозяйстве Республики Узбекистан».

В качестве приоритетных направлений цифровизации аграрного сектора определены следующие:

- внедрение ведомственных и межведомственных информационных систем для эффективного использования земель сельскохозяйственного назначения, водных ресурсов и контроля за состоянием посевов;
- перевод услуг, предоставляемых организациями агропромышленного комплекса (АПК), в том числе государственных, в электронную форму;
- реализация на основе государственно-частного партнерства (ГЧП) целевых проектов по внедрению современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в сельском хозяйстве;
- внедрение онлайн-технологий мониторинга использования водных ресурсов в водохранилищах и оросительных системах;
- совершенствование системы управления водными ресурсами, формирование базы данных учета водопользования и водопотребления;
- содействие предприятиям в реализации стартапов по запуску бизнеса и коммерциализации результатов инновационных проектов.

В связи с этим всё большее распространение получает одно из важных направлений цифровизации – точное, или координатное земледелие и связанные с этим уникальные системы цифрового мониторинга.

Условия и методы исследований. Выполнение традиционных наземных маршрутных агрономических обследований сельскохозяйственных угодий позволяет получать достоверные и оперативные данные в условиях небольших по территории фермерских хозяйств. Однако, данный подход неприемлем в отношении больших сельскохозяйственных холдингов, агрокластеров, для которых такие наблюдения, ввиду обширности их территорий, будут носить нерегулярный характер, как по времени, так и по пространственному охвату. В этой связи, для крупных сельскохозяйственных предприятий целесообразно внедрять и развивать современные дистанционные методы, которые являются важным элементом эффективного информационного обеспечения.

ООО «Бухара Агрокластер», осуществляющий выращивание хлопка-сырца на площади 47тыс. га и пшеницы – на 22,5тыс. га сельхозугодий Бухарской области, при содействии ООО «Paxta Ilmiy-Innovasiya Markazi» в рамках государственного гранта Министерства инновационного развития Республики Узбекистан, приступил к разработке и внедрению системы дистанционного мониторинга сельскохозяйственного производства на указанных территориях.

Целью данного исследования является разработка и внедрение новой системы цифрового дистанционного мониторинга для формирования данных первичного учета на основе цифровизации аграрного сектора, автоматизации учетных процессов, которые в совокупности будут отражать сельскохозяйственную деятельность в таких аспектах, как инвентаризация сельскохозяйственных угодий с созданием карты полей и севооборотов, агрохимическое обследование (АХО) и мониторинг индекса зеленой массы (NDVI), агроэкологическое обследование (Скаутинг), анализ погодных условий (Метео), точное земледелие с дифференциальным внесением посевного материала, минеральных удобрений, средств защиты растений

(СЗР) и т.д., а также мониторинг движения техники, планирование и аудит агротехнических мероприятий с формированием аналитических данных.

Научная значимость результатов проводимого исследования заключается в разработке единой веб-платформы, которая позволит на основе информации, поступающей с модулей ДЗЗ, стационарных и мобильных устройств, формировать по каждому контуру исторические базы данных по показаниям метеостанций, ежегодным севооборотам, индексам NDVI и развитию растений, состоянию почвы и удобрению её питательными элементами, по движению техники и материальных ресурсов, по запланированным и фактически выполненным полевым работам. Указанная платформа также будет оснащена модулем, впервые на практике способным генерировать статистические данные в разрезе административно-территориальных делений (АТД: область, район, населенный пункт), сельскохозяйственных предприятий и фермерских хозяйств [5].

Для изображения значительных частей земной поверхности на плоскости применяются специальные проекции, дающие возможность перенести точки поверхности Земли на плоскость по математическим законам, тогда положение точек становится возможным определять в наиболее простой системе плоских прямоугольных координат x, y . Такие проекции обычно называются картографическими проекциями [6].

В странах СНГ, в том числе в Узбекистане принята конформная проекция эллипсоида на плоскости Гаусса – Крюгера (по имени Гаусса, предложившего эту проекцию, и Крюгера, детально разработавшего формулы для ее применения в геодезии).

Земной эллипсоид меридианами разбивается на шести- и трехградусные зоны. Средний меридиан зоны называется осевым. Координатными осями для каждой зоны является прямолинейный средний меридиан – ось абсцисс и прямолинейный экватор – ось ординат. Все остальные меридианы криволинейны и симметричны относительно среднего меридиана и экватора. Нумерация зон ведется от Гринвичского меридиана на восток. Долгота осевого меридиана первой зоны равна 3° (т.к. он посередине зоны, а отсчет этой зоны идет от гринвичского меридиана). Номер зоны N и долгота осевого меридиана L° связаны равенством:

$$L^\circ = 6^\circ N - 3^\circ \quad (1)$$

Для построения топографических карт Узбекистана используется многополосное изображение земного эллипсоида, когда на плоскость переносят зоны, протяженностью 6° . Схема многополосного изображения земного эллипса приведена на рисунке 1.

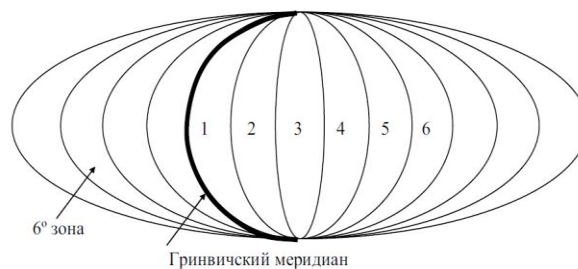


Рис. 1. Схема многополосного изображения земного эллипса

Каждая зона строится на отдельном касательном поперечном цилиндре так, что ось касания проходит по среднему меридиану зоны PP' , называемому осевым. У каждой зоны свой осевой меридиан. Схема разворачивания поверхности эллипсоида с помощью цилиндра приведена на рисунке 2.

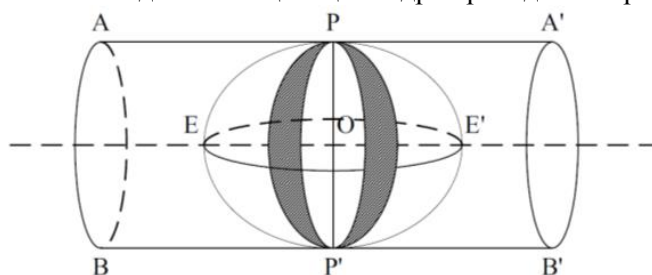


Рис. 2. Схема разворачивания поверхности эллипсоида с помощью цилиндра

При разворачивании цилиндра в плоскость осевой меридиан изображается без искажения прямой PP' и его принимают за ось xx . Экватор EE' также изображается прямой, перпендикулярной к осевому меридиану. Он соответствует оси yy . Началом координат в каждой зоне служит точка O – пересечение осевого меридиана и экватора. Так, положение любой точки определяется прямоугольными координатами x и y . Результат разворачивания цилиндра на плоскости приведен на рисунке 3.

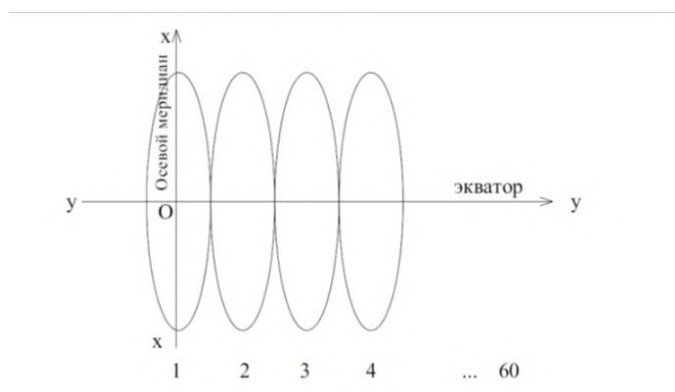


Рис. 3. Результат разворачивания цилиндра на плоскости

Для выполнения работ на всей территории СССР с 1946 года (постановление Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 г. № 760) использовалась геодезическая система координат СК-42 (Пулково 1942), основанная на эллипсоиде Красовского с длиной большой (экваториальной) полуоси $a = 6378245$ м и сжатием $f = 1:298,3$. Этот референц-эллипсоид назван в честь советского астронома-геодезиста Феодосия Николаевича Красовского. Центр этого эллипсоида сдвинут по отношению к центру масс Земли примерно на 100 метров для максимального соответствия поверхности Земли на европейской территории СССР. Нулевой меридиан – Гринвичский меридиан (Greenwich prime meridian).

В настоящее время (в том числе и в системе GPS) широко используется эллипсоид WGS84 (World Geodetic System 1984) с длиной большой полуоси a

= 6378137 м, сжатием $f = 1:298,257223563$ и эксцентрисетом $e = 0,081819191$. Центр этого эллипсоида совпадает с центром масс Земли.

Нулевой меридиан — опорный меридиан (IERS Reference Meridian (International Reference Meridian)), проходящий в $5,31''$ к востоку от Гринвичского меридиана. Именно от этого меридиана отсчитывается долгота в системе GPS (англ. GPS longitude) [7].

Геодезическими службами республики Узбекистан векторизация, формирование и архивирование базы данных пространственных объектов практически осуществляется в системе координат Пулково 1942. Так как, указанная система координат имеет наименьшие геопространственные искажения на территории республики, то объекты, построенные в данной системе, и информация о них входят в сферу государственной безопасности и, соответственно, ограничены для общего доступа.

Формирование карт полей и их размещение в приложении «Мои поля» разрабатываемой веб-платформы, осуществляется путем построения геометрических проекций сельскохозяйственных контуров в международной системе координат WGS84, по которой также проецируются космоснимки, строятся координаты и полигоны стационарных и мобильных объектов, транспортная телематика, используемые веб-платформой из других доступных открытых источников информации (глобальных и государственных геопорталов, систем спутникового мониторинга и т.д.).

В формируемых картах реальные пространственные объекты можно представить группой элементарных объектов, которая имея уникальный идентификатор, может рассматриваться как индивидуальный объект.

Существуют разные варианты связи пространственных и атрибутивных данных об индивидуальном пространственном объекте, которые именуют принципами взаимодействия ГИС с базой данных. Однако для всех трех вариантов схема связи пространственной и атрибутивной информации (рис. 4) одна — через идентификаторы ID.



Рис. 4. Схема связи пространственных и атрибутивных данных

Растровая модель данных — это цифровое представление пространственных объектов в виде совокупности ячеек раstra (пикселей) с присвоенными им значениями класса объектов. Растровое представление предполагает позиционирование объектов с указанием их положения в соответствующей растре прямоугольной матрице единообразно для всех типов пространственных объектов (точек, линий, полигонов и поверхностей).

Векторная модель — представление данных точечного, линейного и площадного (полигонального, контурного) типов объектов, имеет аналогии в картографии, где различаются объекты с точечным, линейным и площадным характером пространственной локализации. Векторные модели исторически связаны с устройствами цифрования карт векторного типа (векторными

устройствами ввода) с ручным обводом, генерирующими поток пар плановых координат при движении курсора (обводной головки) по планшету цифрователя при отслеживании объектов помещенного на нем оригинала.

Следует отметить, что векторные представления пространственных объектов занимают в памяти ЭВМ значительно меньше места, чем растровые.

Цифровая модель геополя – это способ цифрового описания пространственных объектов, имеющих непрерывный характер в трехмерном пространстве. Цифровая модель геополя подразумевает, что для каждой точки внутри области определения геополя можно однозначно определить значение геополя в этой точке.

Результаты исследований и их обсуждение. По каждому хозяйству и контурам проведена паспортизация, с указанием наименования и реквизитов хозяйства, названия и кадастрового номера контуров, площади контуров по кадастровым документам и фактической площади производственных участков, назначения полей, данных почвенного обследования и другой атрибутики. На рисунке 5 приведена карта границ административно-территориальных делений.

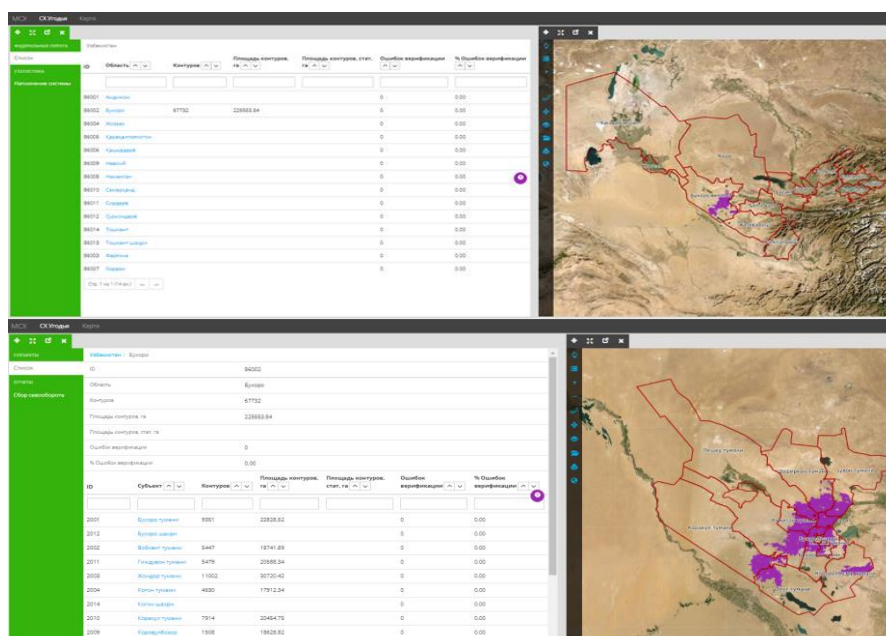


Рис. 5. Карта границ административно-территориальных делений

На рисунке 6 приведена карта границ подразделений сельскохозяйственных предприятий и контуров

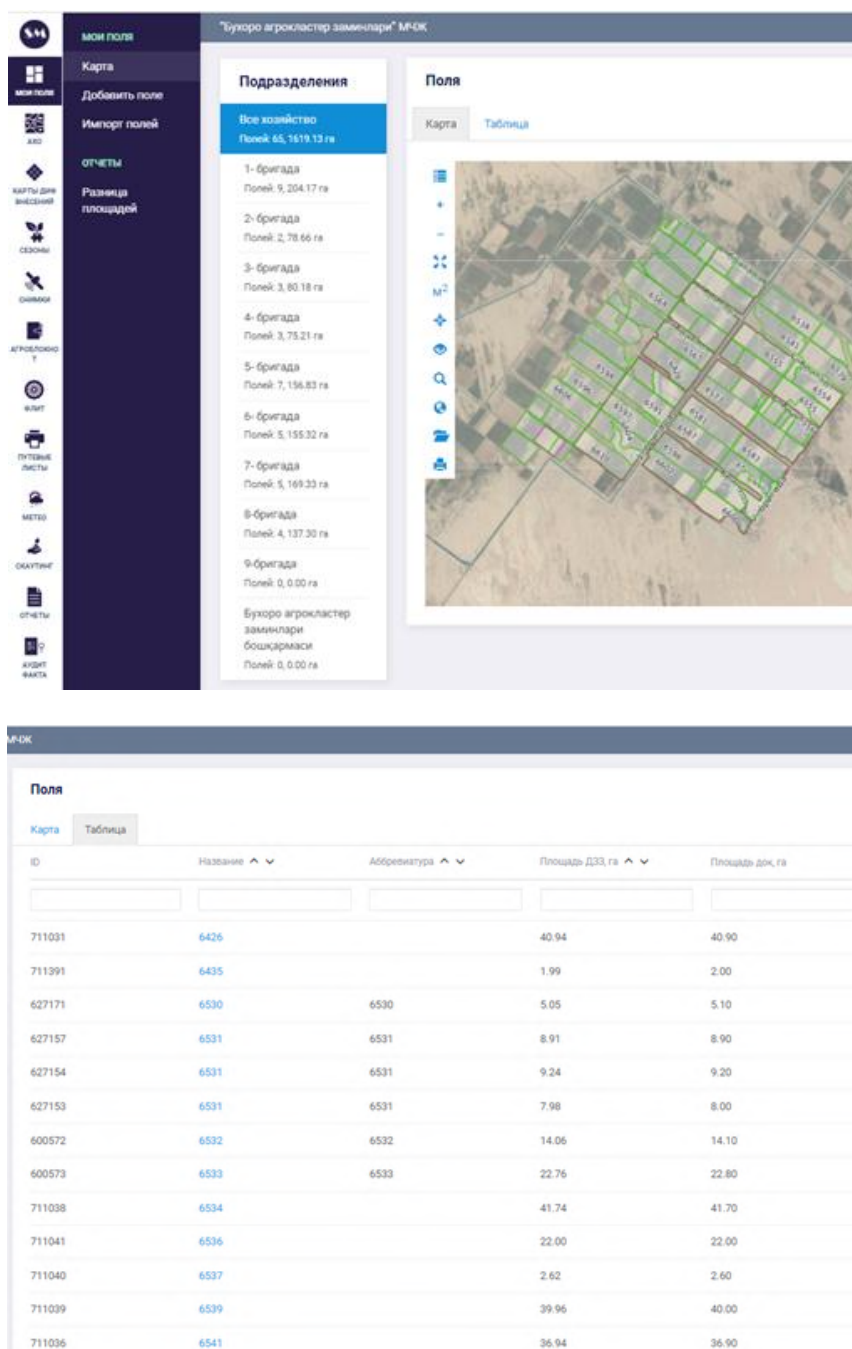


Рис. 6. Карта границ подразделений сельскохозяйственных предприятий и контуров

Севооборот (сезоны)

Севооборот – это научно обоснованное чередование культур и паров на одном поле. Неоднократное последовательное выращивание какой-либо культуры на одном поле приводит к накоплению большого количества разнообразных вредителей, а также вредоносных возбудителей многочисленных болезней у растений.

Веб-платформа оснащена приложением «Сезоны», которое предоставляет уникальную возможность осуществлять эффективное распределение культур вместе с технологией выращивания на полях. Севообороты могут отображаться в виде ротационной таблицы (рис. 7), либо путем визуализации культур на карте полей (рис. 8).

2022	2021	2020
6426 Дл: 40-50 га ДЗ: 40-94 га	ХЛПК ХЛПК 6426 Площадь: 23,8 Урожай, ц/га: 0 01.09.2020 - 10.12.2022	Х
6435 Дл: 2,00 га ДЗ: 1,99 га	ХЛПК ХЛПК 6435 Площадь: 2 Урожай, ц/га: 0 01.09.2020 - 10.12.2022	Х ХЛПК 6435 Площадь: 2 Урожай, ц/га: 0 01.09.2019 - 10.12.2021
6530 Дл: 5,10 га ДЗ: 5,05 га	ОЗПШ ОЗПШ 6530 Площадь: 5,1 Урожай, ц/га: 0 01.09.2020 - 01.07.2021	Х ХЛПК ХЛПК 6530 Площадь: 5,1 Урожай, ц/га: 0 10.11.2019 - 26.10.2020
6531 Дл: 8,00 га ДЗ: 7,98 га	ОЗПШ ОЗПШ 6531 Площадь: 8	Х

Рис. 7. Севооборот в виде ротационной таблицы

При распределении севооборота используются технологии выращивания, на основе которых рассчитывается необходимое количество товарно-материальных ценностей.



Рис. 8. Визуализация культур на карте полей и инфографика распределения посевных площадей

АХО и мониторинг NDVI

Учитывая то, что почвенный покров является основой для возделывания сельскохозяйственных культур и во многом предопределяет потенциальный уровень их урожайности, система мониторинга сельскохозяйственных земель

впервые объединила в себе все три типа мониторинга: почвенный (с уточнением информации раз в несколько лет), АХО (с ежегодным уточнением информации) и мониторинг NDVI (с ежедневным или еженедельным уточнением информации). В этом случае система является наиболее эффективной, так как позволяет осуществлять мониторинг всех свойств земель, предопределяющих результативность сельскохозяйственного производства.

Для выполнения этих задач, на базе ООО «Бухара Агрокластер» была образована собственная почвенная лаборатория, оснащенная новым многофункциональным лабораторным оборудованием, а также мобильными приборами производства компании «Степ системс» для проведения экспресс-тестов в полевых условиях. Были организованы работы по планированию и отбору образцов грунта, в соответствии с действующей НТД, по идентификации образцов и их испытанию, формированию в системе агрохимических картограмм (рис. 9) на основе полученных результатов, с индикацией механического состава почв, а также уровней содержания хлорид и сульфат ионов, кислотности почвы, содержания азота, фосфора (рис. 10), калия (NPK), органических веществ (Гумуса), магния и других макро-, мезо- и микро-элементов питания.

Программное обеспечение лабораторного оборудования выполняет обработку результатов испытаний, их визуализацию в собственном интерфейсе, а также формирует рекомендации по нормам внесения в почву питательных элементов NPK.

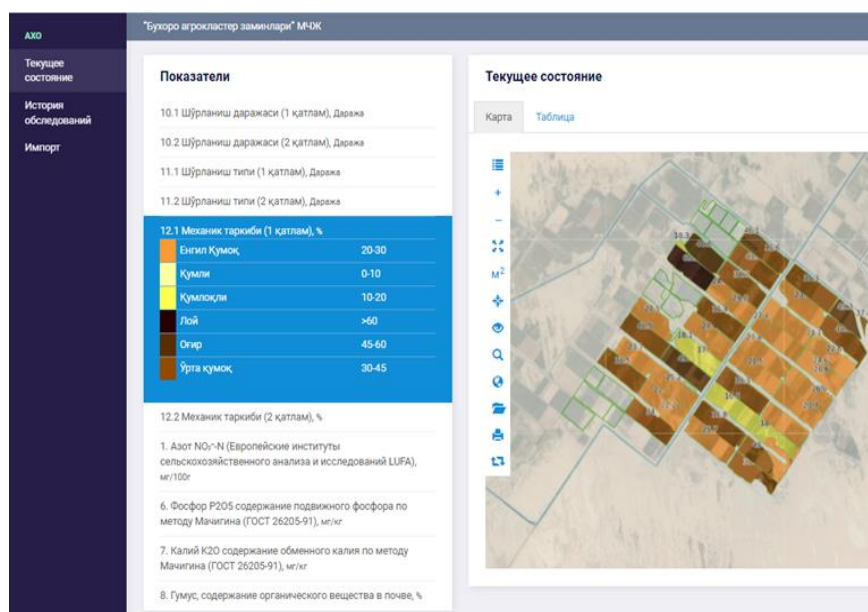


Рис. 9. Картограмма почвенного обследования (механический состав)

Отдельно следует выделять мониторинг агрохимического состояния почв, целью которого является поддержание на необходимом уровне содержания питательных элементов в почвах сельскохозяйственных земель. Основным методом является лабораторный анализ образцов пахотного (иногда и подпахотного) горизонта почв, который производится один раз в год, а в некоторых случаях – раз в 3 года.

Для расчета годовых норм внесения минеральных удобрений под хлопчатник, на основе научно обоснованных показателей был разработан уникальный алгоритм, который, учитывая структуру почвы и содержание в ней питательных веществ, позволяет, исходя из плановых показателей урожайности, подобрать норму и оптимальное соотношение NPK.

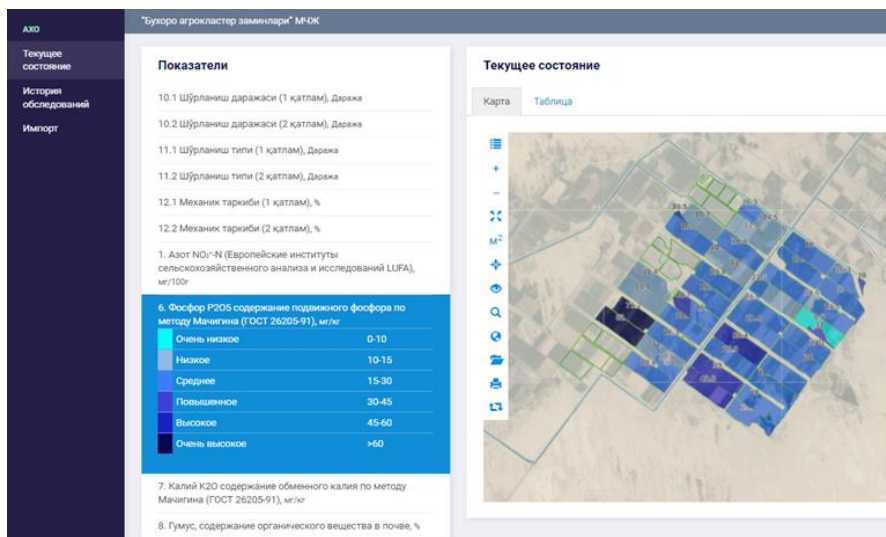


Рис. 10. Картограмма AXO (содержание подвижного фосфора)

В отличие от мониторинга почв, анализ NDVI осуществляется еженедельно или ежедекадно, а в отдельных случаях и ежедневно, периодичность также зависит состояния облачности над исследуемым участком. Картограмма вегетативного индекса приведена на рисунке 11.



Рис. 11. Картограмма вегетативного индекса

Спутниковый мониторинг состояния посевов хлопчатника, а также зерновых культур на базе систем ДЗЗ призван обеспечить объективный и регулярный контроль развития посевов, оценку продуктивности культур и целевого использования земель сельскохозяйственного назначения [8].

Спутниковые снимки в разных диапазонах (видимые, инфракрасные, тепловые) принимаются из открытых источников с использованием данных спутника Sentinel-2 разрешением 10/20/60м и отображаются в приложении «Снимки».

Агроэкологическое обследование

Для организации проведения агроэкологических обследований задействовано приложение «Скаутинг», которое позволяет фиксировать результаты полевых осмотров и хранить истории их проведения. Результаты скаутинга и истории скаутинга могут отображаться на карте контуров и в табличном виде (рис. 12-14).

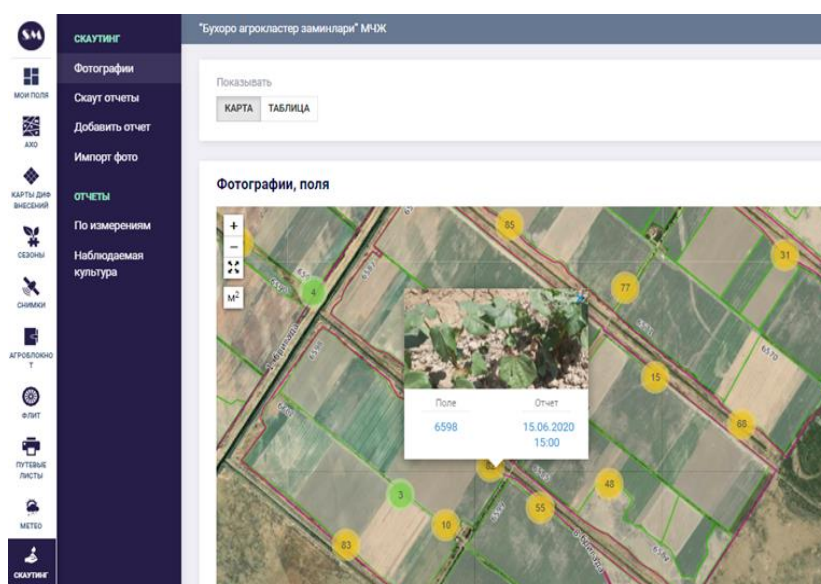


Рис. 12. Результаты скаутинга на карте контуров

The screenshot shows the 'Скаутинг' application interface with the 'ТАБЛИЦА' view selected. The table displays the following data:

Название	Начало	По	Поле	Участок	Исполнитель	Доминант	Количество фото	Добавлен
Скаут отчет	31.10.2021	31.10.2021			Исламова Каит Бартолом	ДЗЗ	1	31.10.2021 06:37
A30	26.07.2021	26.07.2021	6600	6600			1	26.07.2021 10:58
A30	19.07.2021	19.07.2021	6600	6600			1	19.07.2021 04:48
A30	19.07.2021	19.07.2021	6600	6600			1	19.07.2021 04:48
A30	19.07.2021	19.07.2021	6600	6600			1	19.07.2021 04:48
A30	19.07.2021	19.07.2021	6600	6600			1	19.07.2021 04:48
A30	19.07.2021	19.07.2021	6600	6600			1	19.07.2021 04:48
A30	19.07.2021	19.07.2021	6600	6600			1	19.07.2021 04:48
Скаут отчет	09.07.2021	09.07.2021	6600	6600	bob		39	13.07.2021 06:43

Рис. 13. Истории скаутинга

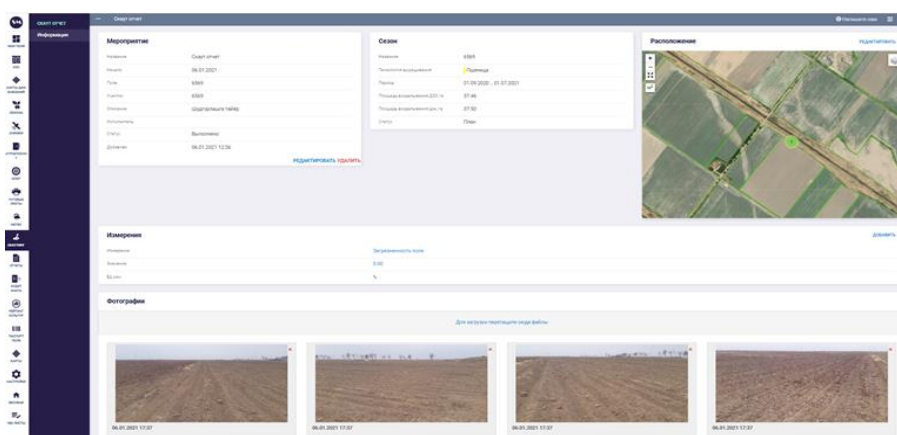


Рис. 14. Истории скаутинга на отдельном контуре (6569)

На основании исследований изучаются агроэкологические факторы, создаются схемы агроэкологического зондирования землепользования с целью контроля проведения мероприятий и мониторинга развития растений. Приложение обеспечивает сбор, хранение, обработку и визуализацию данных агроэкологических обследований (параметры, фотографии,) (рис.15) и интегрированное с сервисом, при помощи которого полевой агроном делает фотографии состояния полей с привязкой к местоположению и фиксирует.

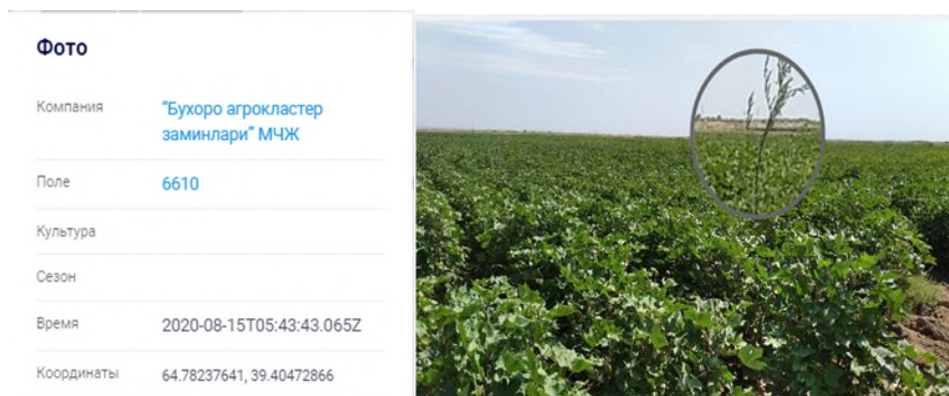


Рис. 15. Детализация снимков

Анализ погодных условий (Метео)

Одну из немаловажных ролей в растениеводстве играет своевременное получение метеоданных и прогноза погоды, наличие которых позволяет проводить корректировку плана мероприятий.

Для обеспечения данных возможностей Веб-платформой реализовано приложение «Метео», в котором предусмотрено получение информации с «умных» метеостанций, установленных в хозяйстве, и из открытых источников (GFS-станций) (рис. 16-17). Метеоданные доступны в табличном виде и на графиках с возможностью просмотра истории .

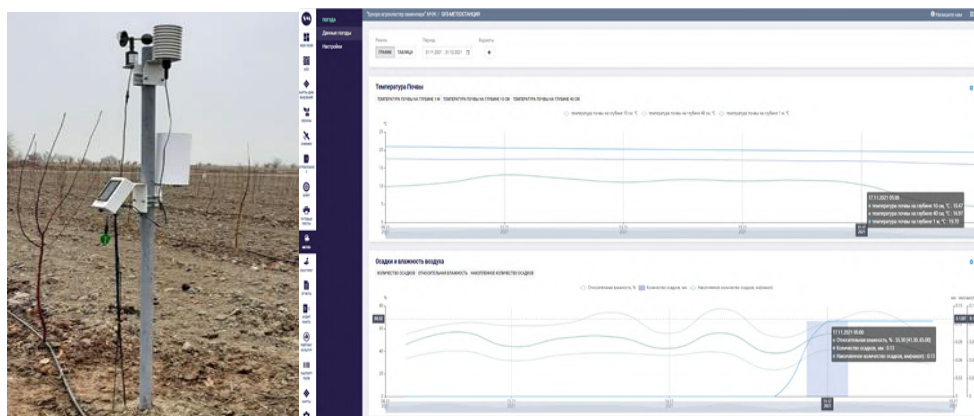


Рис. 16. Метеостанция и виджеты показаний GFS-станций

Дата	Температура воздуха (°C)	Температура почвы (°C)	Скорость ветра (м/с)	Скорость ветра (км/ч)	Скорость ветра (миль/ч)	Скорость ветра (узлы)	Скорость ветра (миль/мин)	Скорость ветра (узлы/мин)
08/11/2021	17.4	27.5	9.9	22.8	13.1	4.0	0.0	0.0
09/11/2021	17.4	28.4	10.0	23.0	13.2	4.0	0.0	0.0
10/11/2021	17.4	28.8	10.0	23.1	13.2	4.0	0.0	0.0
11/11/2021	17.4	29.1	10.0	23.2	13.3	4.0	0.0	0.0
12/11/2021	17.4	29.4	10.0	23.3	13.4	4.0	0.0	0.0
13/11/2021	17.4	29.7	10.0	23.4	13.5	4.0	0.0	0.0
14/11/2021	17.4	30.0	10.0	23.5	13.6	4.0	0.0	0.0
15/11/2021	17.4	30.3	10.0	23.6	13.7	4.0	0.0	0.0
16/11/2021	17.4	30.6	10.0	23.7	13.8	4.0	0.0	0.0
17/11/2021	17.4	30.9	10.0	23.8	13.9	4.0	0.0	0.0
18/11/2021	17.4	31.2	10.0	23.9	14.0	4.0	0.0	0.0
19/11/2021	17.4	31.5	10.0	24.0	14.1	4.0	0.0	0.0
20/11/2021	17.4	31.8	10.0	24.1	14.2	4.0	0.0	0.0
21/11/2021	17.4	32.1	10.0	24.2	14.3	4.0	0.0	0.0
22/11/2021	17.4	32.4	10.0	24.3	14.4	4.0	0.0	0.0
23/11/2021	17.4	32.7	10.0	24.4	14.5	4.0	0.0	0.0
24/11/2021	17.4	33.0	10.0	24.5	14.6	4.0	0.0	0.0
25/11/2021	17.4	33.3	10.0	24.6	14.7	4.0	0.0	0.0
26/11/2021	17.4	33.6	10.0	24.7	14.8	4.0	0.0	0.0
27/11/2021	17.4	33.9	10.0	24.8	14.9	4.0	0.0	0.0
28/11/2021	17.4	34.2	10.0	24.9	15.0	4.0	0.0	0.0
29/11/2021	17.4	34.5	10.0	25.0	15.1	4.0	0.0	0.0
30/11/2021	17.4	34.8	10.0	25.1	15.2	4.0	0.0	0.0
01/12/2021	17.4	35.1	10.0	25.2	15.3	4.0	0.0	0.0
02/12/2021	17.4	35.4	10.0	25.3	15.4	4.0	0.0	0.0
03/12/2021	17.4	35.7	10.0	25.4	15.5	4.0	0.0	0.0
04/12/2021	17.4	36.0	10.0	25.5	15.6	4.0	0.0	0.0
05/12/2021	17.4	36.3	10.0	25.6	15.7	4.0	0.0	0.0
06/12/2021	17.4	36.6	10.0	25.7	15.8	4.0	0.0	0.0
07/12/2021	17.4	36.9	10.0	25.8	15.9	4.0	0.0	0.0
08/12/2021	17.4	37.2	10.0	25.9	16.0	4.0	0.0	0.0
09/12/2021	17.4	37.5	10.0	26.0	16.1	4.0	0.0	0.0
10/12/2021	17.4	37.8	10.0	26.1	16.2	4.0	0.0	0.0
11/12/2021	17.4	38.1	10.0	26.2	16.3	4.0	0.0	0.0
12/12/2021	17.4	38.4	10.0	26.3	16.4	4.0	0.0	0.0
13/12/2021	17.4	38.7	10.0	26.4	16.5	4.0	0.0	0.0
14/12/2021	17.4	39.0	10.0	26.5	16.6	4.0	0.0	0.0
15/12/2021	17.4	39.3	10.0	26.6	16.7	4.0	0.0	0.0
16/12/2021	17.4	39.6	10.0	26.7	16.8	4.0	0.0	0.0
17/12/2021	17.4	39.9	10.0	26.8	16.9	4.0	0.0	0.0
18/12/2021	17.4	40.2	10.0	26.9	17.0	4.0	0.0	0.0
19/12/2021	17.4	40.5	10.0	27.0	17.1	4.0	0.0	0.0
20/12/2021	17.4	40.8	10.0	27.1	17.2	4.0	0.0	0.0
21/12/2021	17.4	41.1	10.0	27.2	17.3	4.0	0.0	0.0
22/12/2021	17.4	41.4	10.0	27.3	17.4	4.0	0.0	0.0
23/12/2021	17.4	41.7	10.0	27.4	17.5	4.0	0.0	0.0
24/12/2021	17.4	42.0	10.0	27.5	17.6	4.0	0.0	0.0
25/12/2021	17.4	42.3	10.0	27.6	17.7	4.0	0.0	0.0
26/12/2021	17.4	42.6	10.0	27.7	17.8	4.0	0.0	0.0
27/12/2021	17.4	42.9	10.0	27.8	17.9	4.0	0.0	0.0
28/12/2021	17.4	43.2	10.0	27.9	18.0	4.0	0.0	0.0
29/12/2021	17.4	43.5	10.0	28.0	18.1	4.0	0.0	0.0
30/12/2021	17.4	43.8	10.0	28.1	18.2	4.0	0.0	0.0
31/12/2021	17.4	44.1	10.0	28.2	18.3	4.0	0.0	0.0

Рис. 17. Показания GFS-станций в табличном виде

Для организации погодного мониторинга ООО «Бухара Агрокластер», во всех районах Бухарской области было установлено двенадцать стационарных метеостанций, оснащенных датчиками температуры воздуха и почвы, датчиками относительной влажности воздуха, влажности листа и почвы на двух уровнях (10 и 30 см), барометром, анемометром, осадкомером, а также солнечными панелями с аккумулятором и GSM-станцией, которые обеспечивают автономную работу в полевых условиях и пакетную передачу данных для обработки и визуализации в собственном веб-интерфейсе (рис. 18).

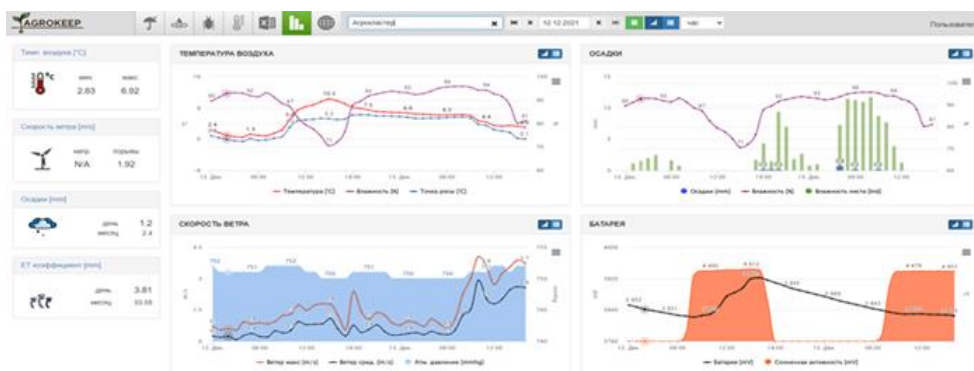
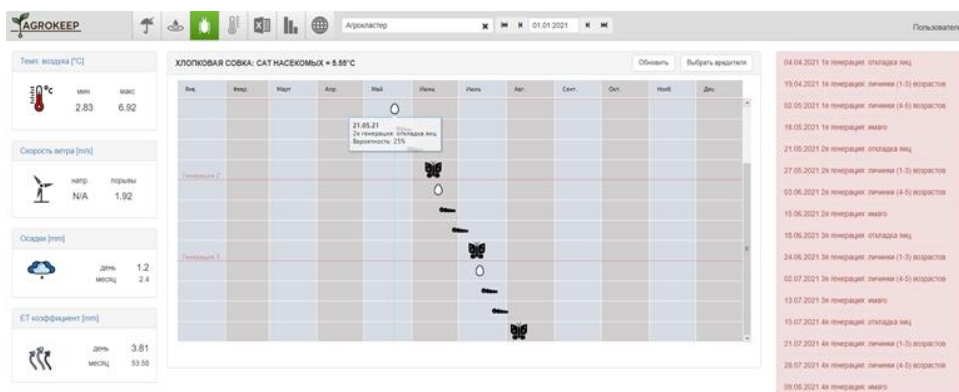


Рис. 18. Показания стационарных метеостанций в графическом виде

Помимо отчетных данных о погоде на текущий день и за прошедший период, вэб-платформой производится анализ показателей метеостанций и других открытых источников, на основе которого формируется прогноз погоды (рис. 19) на ближайшие 5 дней, а также модели возникновения и развития болезней растений и насекомых вредителей, что существенно повышает объективность оценки текущей ситуации и принятия руководством своевременных упреждающих мер. На рисунке 20 приведена Модель развития насекомых вредителей и дифференциальное внесение.



Рис. 19. Прогноз погоды

Рис. 20. Модель развития насекомых вредителей
Дифференциальное внесение

На базе данных АХО обследования и анализа спектральных снимков NDVI, выявляются проблемные участки с недостаточным или избыточным содержанием питательных элементов, для которых рассчитываются дифференцированные нормы посева, внесения удобрений и СЗР. Система позволяет в простом и удобном интерфейсе производить выборки по контурам сельхозпредприятий (фермерских хозяйств), разбивать их на точечные участки с различным разрешением (15, 24, 30, 36, 60, 90, 120 и 150 м), выбирать уровень дифференциации (3, 5, 7 или 14 уровней) и азимут гона (0 – 360 град.), а затем, с учетом данных АХО и индекса NDVI, формировать на определенный контур и дату карту (план) точечного внесения для последующей передачи в модули систем точного земледелия и практической реализации данных мероприятий на полях.

С помощью приложения «Карты дифференциального внесения» (рис.21) осуществляется переход от равномерного расхода удобрений и СЗР к их дифференцированному внесению, исходя из реальной потребности. Система помогает сократить расходы удобрений и средств защиты растений, повысить эффективность действия внесенных веществ, что приводит к экономии до 30% всех ТМЦ.

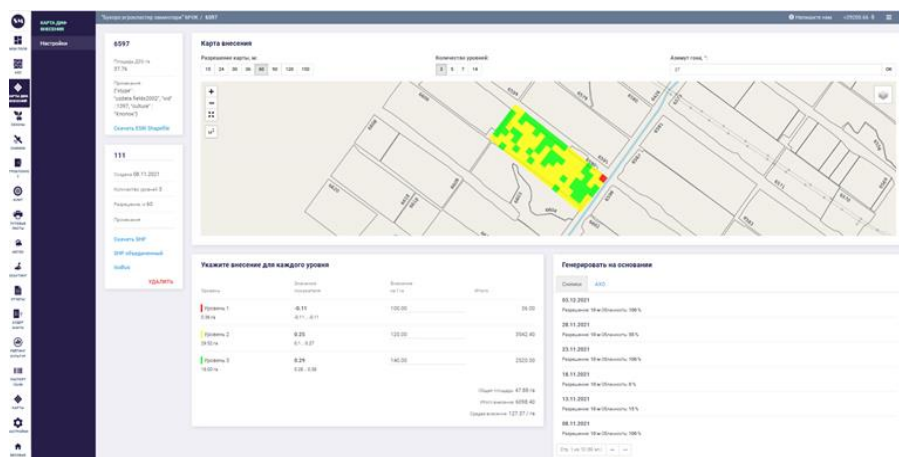


Рис. 21. Карта дифференциального внесения

Мониторинг движения техники

Применение спутниковых технологий обеспечит точное проведение всех сельскохозяйственных мероприятий и при использовании приложения «Флит» увеличивается степень контроля за каждой техникой, оснащенной мониторингом, что позволяет повысить эффективность ее использования. Диспетчер контролирует работу машин, отслеживая их маршруты и точки простоев, анализирует полученную информацию (рис.22).

Данные мониторинга техники используются в системе при расчете обработанной площади и проверке достоверности данных производственного учета. На рисунке 23 приведены виджеты сенсоров телематики.

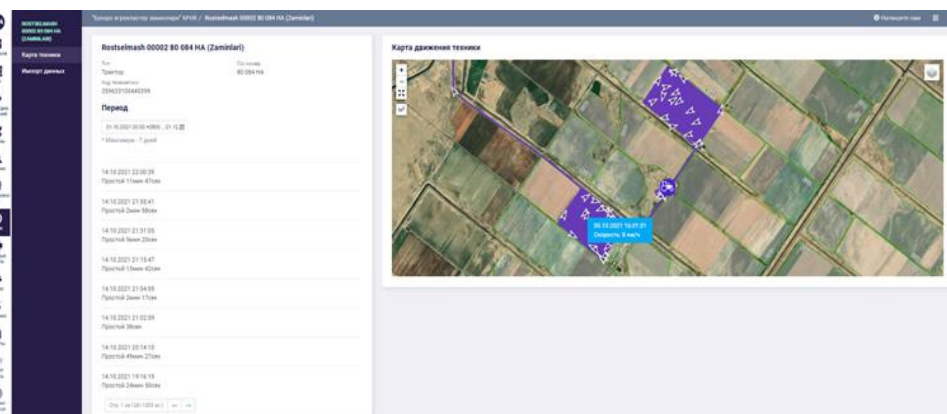


Рис. 22. Карта движения техники

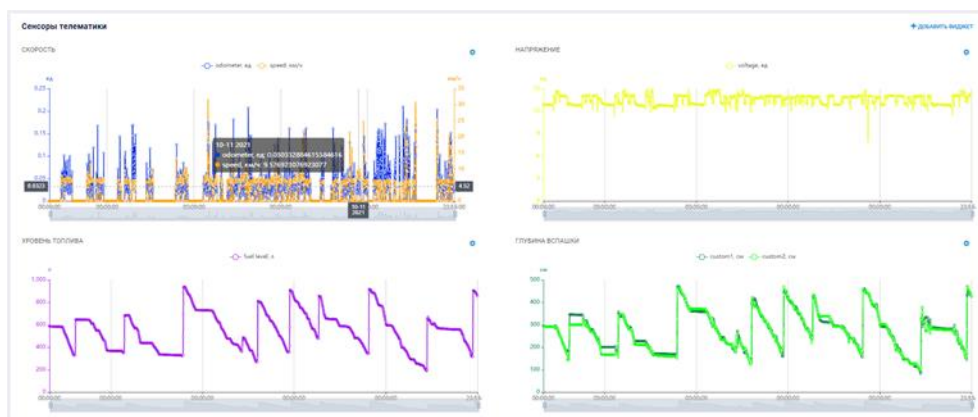


Рис. 23. Виджеты сенсоров телематики

Построение геометрических проекций передвижения техники осуществляется с визуализацией показателей рабочего времени, скорости передвижения, расхода топлива и других технических показателей, а также технологических показателей обработки земли (глубина вспашки (рис. 24)).

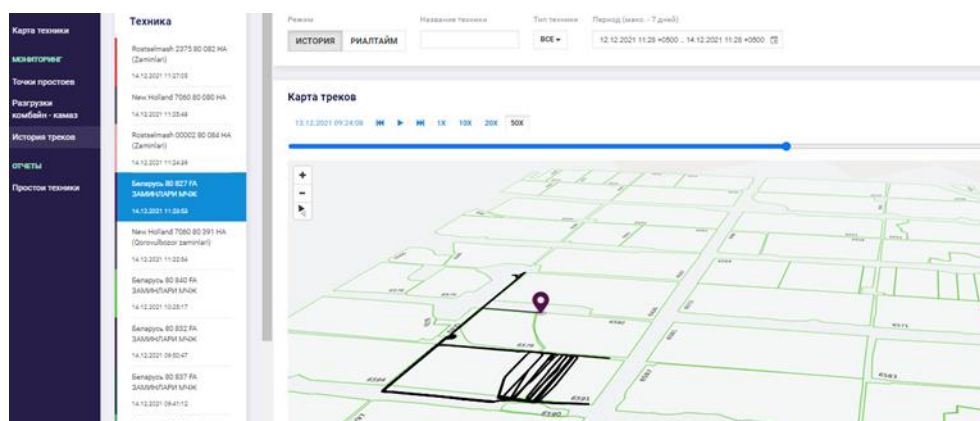


Рис. 24. История треков в записи

Планирование и аудит факта агротехнических мероприятий

В соответствии с технологией выращивания в каждом сельхозпредприятии (фермерском хозяйстве) для каждого контура и размещенной на нем культуры устанавливается сезонный план работ, согласно которому определены сроки, порядок и нормируемые показатели проведения агротехнических мероприятий. Однако, с учетом погодных условий, состояния посева и вегетации, а также других показателей оперативной обстановки, зачастую требуется проведение корректировки указанного плана.

Приложение “Агроблокнот” предназначено для выполнения по каждому контуру оперативного планирования агротехнических мероприятий, протоколирования выполненных операций и их параметров, с присвоением статуса фактически выполненных, находящихся в работе, а также запланированных мероприятий. На рисунке 25 приведен план/факт выполнения уборки хлопка на контуре № 6539.

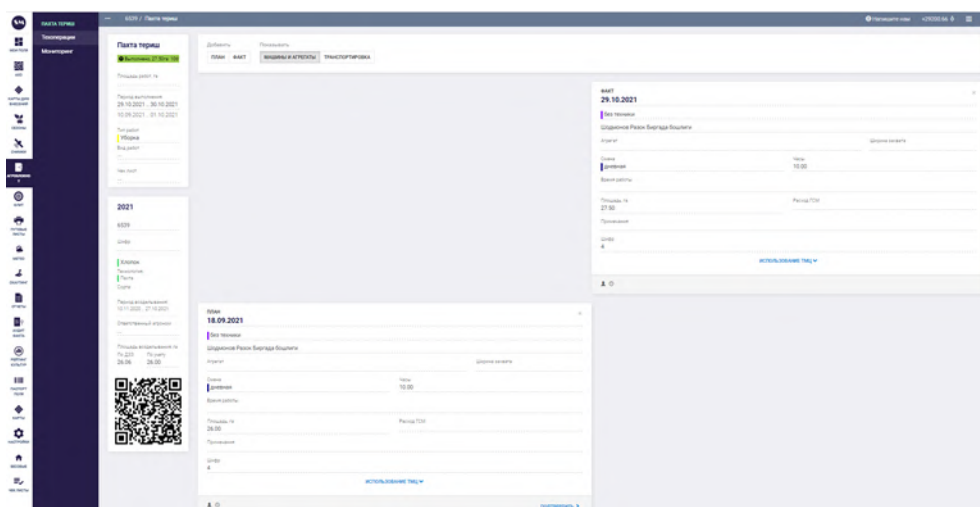


Рис. 25. План/факт выполнения уборки хлопка на контуре № 6539

Приложение позволяет отслеживать полноту и своевременность выполнения работ на производственных участках и контурах, выявлять различия в плановых и фактических затратах материально-технических ресурсов и на основании этих данных строить сводную отчетность в разрезе АТД и хозяйства (рис. 26-28).

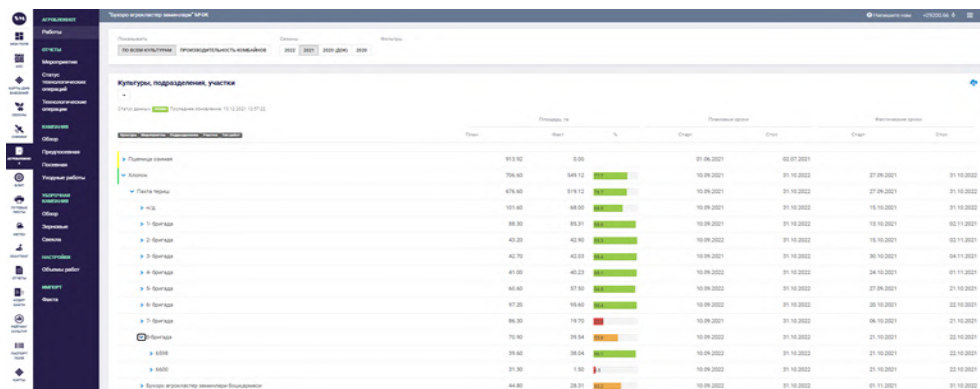


Рис. 26. Сводный отчет по хозяйству

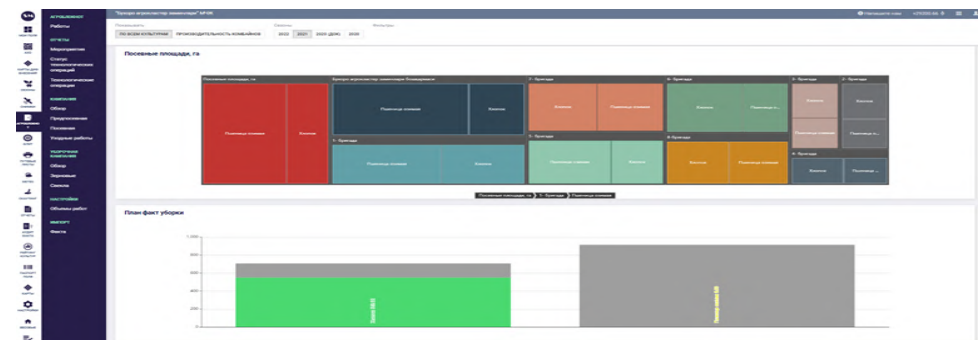


Рис. 27. Инфографика по хозяйству

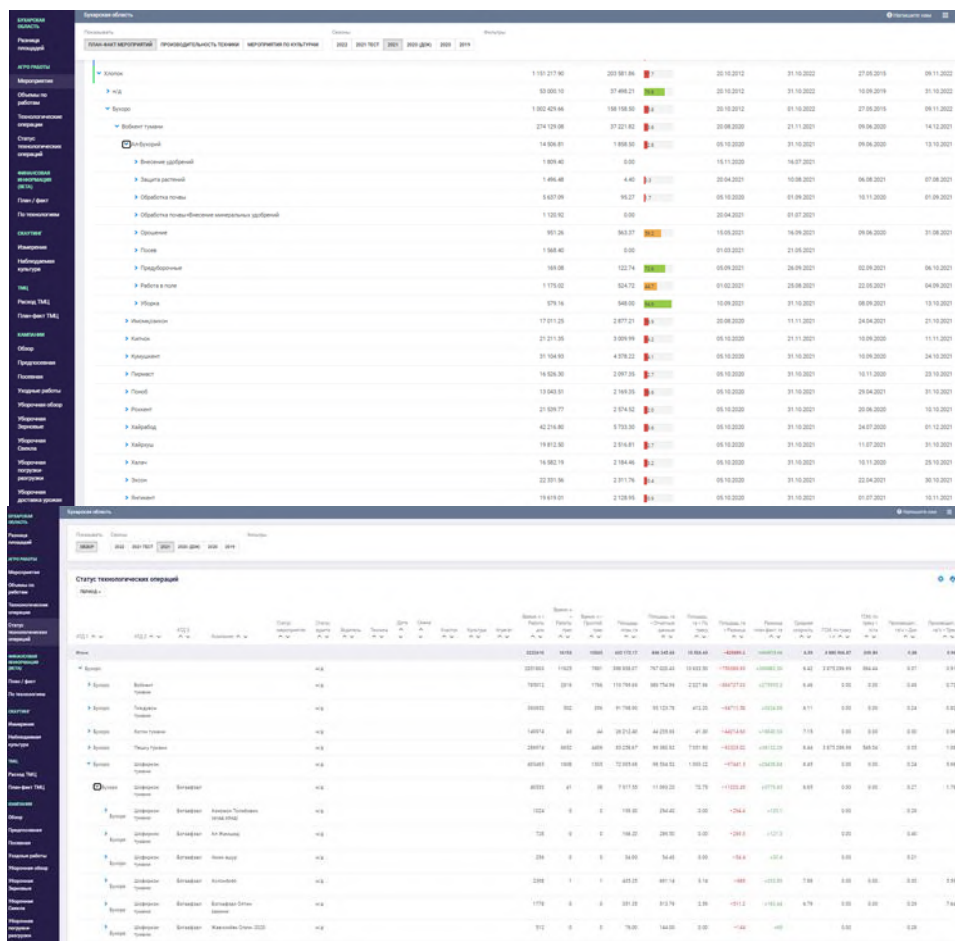


Рис. 28. Сводная отчетность в разрезе АД

Создание системы на базе данных ДЗЗ, а также ведомственной предметной информации, имеющейся у сельхозпроизводителей, обеспечит хранение, визуализацию и поддержку в актуальном состоянии инфраструктуры мониторинга сельхозугодий с возможностью определения степени обработки, всхожести культур, влажности, минеральной составляющей почв и последующей систематизацией и обработкой данных земель сельхозугодий. Система призвана обеспечить анализ состояния посевов и возможность осуществления научно обоснованной системы севооборота, борьбу с сельхоз вредителями, выполнение агротехнических мероприятий, анализ состояние активности и эффективности используемой сельхозтехники. В рамках работ по внедрению веб-платформы на базе ООО «Бухара Агрокластер», при участии ООО «Рахта Iltiy-Innovasiya Markazi», созданы структурные подразделения, разбитые по районам, секторам и населенным пунктам (территориям), включающие в состав полевых агрономов, руководителей районов, секторов и территорий, а также организован оперативный штаб системы ДЗЗ, состоящий из районных и территориальных операторов ДЗЗ, призванных обеспечить ведение оперативных планов и протоколирования факта выполнения сельскохозяйственных операций, подготовку аналитических материалов по мониторингу агротехнических

мероприятий в разрезе области, районов, территорий, фермерских хозяйств и контуров, а также оперативной информации по выявленным недостаткам.

В задачи операторов входит также инвентаризация и экспликация сельскохозяйственных земель, картографирование реальной структуры земельных угодий на землях сельскохозяйственного назначения (пашня, луга, сады, многолетние насаждения, залежи и неиспользуемые земли), картографирование севооборотов, определение реальной структуры посевных площадей, выявление неиспользуемых земель, определение участков зарастания сельскохозяйственных земель кустарниковой растительностью, обновление почвенных карт, дистанционное картографирование свойств почвенного покрова (содержание органического вещества, развитие эрозионных процессов, степень увлажнения), выявление фактов несанкционированного использования сельскохозяйственных земель.

Оперативным штабом, на постоянной основе, проводится инвентаризация орошаемых земель в разрезе землепользователей и сортового размещения культур, вносятся необходимые атрибуты в систему 67 732 контуров на 225553 га посевных площадей Бухарской области, предусматривающие корректировку планов сельскохозяйственных угодий с нанесением границ полей севооборотов, определением их размеров и конфигурации, границ отдельных участков [9].

В рамках реализации практических мер информационного обеспечения предусмотрено оснащение руководителей территорий и полевых агрономов необходимыми мобильными устройствами (планшет) и интернет-связью.

Сельхозтехника ООО «Бухара Агрокластер», оснащается GPS-модулями и сенсорами телематики, а на сельскохозяйственных агрегатах (плуги, культиваторы, сеялки и прочие) будут установлены RFID метки. Контроль передвижения техники и выполнения операций на полях, автоматический расчёт обработанной площади, осуществляется с использованием системы слежения Wialon.

Проводятся работы по дальнейшему развитию деятельности агрохимической лаборатории почвенного обследования сельхозугодий Бухарской области. Лаборатория обеспечит отбор и идентификацию проб почвы, испытание проб в лабораторных условиях, введение электронной информации в систему. По результатам проведенных химических анализов почвы будут формироваться агрохимические карты, с индикацией уровней содержания в почве хлорид и сульфат ионов, кислотности почвы, содержания фосфора, магния, азота, органических веществ, калия и других макро, мезо и микроэлементов питания. Агрохимкарты в свою очередь позволят приступить к точечному внесению органических и минеральных удобрений. В перспективе лаборатория сможет обеспечивать потребности в агрохимических обследованиях не только в хозяйствах Бухарской области, но и в соседних регионах.

Заключение. Предложенный современный подход для организации сельхозпроизводства целенаправлен на сокращение потерь и расходов, повышение качества и конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции и вырабатываемой из неё продукции на национальном и международном рынках [10].

Работа по реализации мероприятий по внедрению системы ДЗЗ, рассчитанной на перспективу, продолжается в соответствии с намеченными планами.

Список литературы

1. Усовик, И.В. Автоматизированный программный комплекс для параметрического анализа и оптимизации планирования целевого функционирования космических систем ДЗЗ [Текст] / И.В. Усовик, В.В. Дарнопых // Электронный журнал "Труды МАИ". – 2013. – № 65.
2. Бухарицин, А.П. Проблемы оценки эффективности технологий дистанционного зондирования земли из космоса [Текст] / А.П. Бухарицин // *Фундаментальные исследования*. – 2021. – № 9. – С. 12-20.
3. Цифровизация в сельском хозяйстве: технологические и экономические барьеры в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: json.tv/ict_telecom_analytics_view/tsifrovizatsiya-v-selskom-hozyaystve-tehnologicheskie-i-ekonomicheskie-barery-v-rossii-20170913024550 Дата обращения 15.12.2021.
4. Булгакин, Д.С. Цифровые технологии управления сельским хозяйством [Текст] / Д.С. Булгакин // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2021. – №2 (104). Часть 1. Февраль
5. Султанов, А.А. Система цифрового дистанционного мониторинга сельскохозяйственных угодий "Agro Smart Map" [Текст] / А.А. Султанов, Р.А. Гуляев, Р.Ф. Юнусов // Патент DGU 08762, приоритет 20.07.2020 г.
6. Прямоугольная система координат Гаусса-Крюгера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [https://aspektcenter.ru/tablitza-gaussa-kryugera-eto/#:~:text=Система%20координат%20Гаусс-Крюгера%20-%20это,поперечного%20цилиндра%20\(поперечная%20проекция%20Меркатора\)](https://aspektcenter.ru/tablitza-gaussa-kryugera-eto/#:~:text=Система%20координат%20Гаусс-Крюгера%20-%20это,поперечного%20цилиндра%20(поперечная%20проекция%20Меркатора)) Дата обращения 15.12.2021.
7. Практическая картография [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://blog.foxylab.com/prakticheskaya-kartografiya> Дата обращения 15.12.2021.
8. Гуляев, Р.А. Мировой хлопок: вчера, сегодня, завтра [Текст] / Р.А. Гуляев, Х.С. Усманов, А.Е. Лугачев // Publisher: LAP LAMBERT ACADEMIC PUBLISHING ISBN: 978-620-2-06667-9. – 2017.
9. Гуляев Р.А., Султонов А.А., Юнусов Р.Ф., Рафиков Д.Р., Ибодуллаев О.О. Разработка и внедрение автоматизированной системы, обеспечивающей формирование и отгрузку текстильным предприятиям однородных по параметрам качества партий хлопкового волокна [Текст] / Р.А. Гуляев, А.А. Султонов, Р.Ф. Юнусов, Д.Р. Рафиков, О.О. Ибодуллаев // *Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности*. – 2022. – № 1 (397), – С. 155-162
10. Gulyaev R.A., Sultonov A.A., Yunusov R.F., Rafikov D.R. On the development of a system for digital remote monitoring of agricultural land // *The American Journal of Agriculture and Biomedical Engineering*, 2022. Vol. 4, No 03. P. 42-49.

Материал поступил в редакцию 24.11.22.

Р.А. Гуляев¹, А.А. Султонов¹, Р.Ф. Юнусов¹, Д.Р. Рафиков¹, Қ.Р. Гуляева¹

¹«Paxta Ilmiy-Innovasiya Markazi» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі
Ташкент қ., Өзбекстан Республикасы

**АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖЕРЛЕРІН ЦИФРЛЫҚ ҚАШЫҚТАН БАҚЫЛАУ
ЖҮЙЕСІН ӨЗІРЛЕУ ТУРАЛЫ**

Аңдатпа. Бұл зерттеудің мақсаты, бастапқы есеп деректерін қалыптастыру үшін агроөнеркәсіп кешенін цифрландыру, есепке алу процестерін автоматтандыру, адам

факторының әсерін азайту негізінде, жерді қашықтықтан зондтау жүйесін әзірлеу және еңгізу болып табылады. Бұл егіс алқаптарының жай-күйін жедел бақылау, агротехникалық шараларды жоспарлау, егістікте жұмыс істейтін техниканы бақылауға мүмкіндік береді. Жобаны іске асыру шеңберінде «Бұқара Агрокластер» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі базасында жедел жоспарларды жүргізуді және ауыл шаруашылығы жұмыстарын жүргізу фактісін есепке алуды және облыс, аудандар, аумақтар, шаруашылықтар мен аудандар контекстінде агротехникалық іс-шараларды бақылау үшін талдамалық материалдарды және анықталған кемшіліктер туралы жедел ақпараттарды дайындауды қамтамасыз етуге арналған аудандық және аумақтық қашықтықтан зондтау операторларынан тұратын қашықтықтан зондтау жүйесінің жедел штабы құрылды. Бір қашықтықтан зондтау операторына орта есеппен 400-600 тізбек тиесілі. Зертхана топырақ үлгілерін іріктеуді және сәйкестендіруді, үлгілерді зертханалық жағдайда сынауды, электронды ақпаратты жүйеге енгізуді қамтамасыз етеді. Топырақтың химиялық талдау нәтижелері бойынша топырақтағы хлорид пен сульфат иондары деңгейінің, топырақтың қышқылдығының, фосфордың, магнийдің, азоттың, органикалық заттардың, калийдің және басқа макро-, мезо- және микро-элементтердің агрохимиялық карталарының пайда болуына мүмкіндік туады. Агрохимиялық карталар өз кезегінде топырақтағы қоректік заттардың болуына қарай органикалық және минералды тыңайтқыштарды сараланған (нүктелік) енгізуді бастауға мүмкіндік береді. Уақыт өте келе зертхана тек Бұхара облысының шаруа қожалықтарының ғана емес, сонымен қатар көршілес облыстардың да агрохимиялық зерттеулерге қажеттілігін өтей алады. Ауыл шаруашылығы өндірісін ұйымдастырудың ұсынылып отырған заманауи тәсілі ысыраптар мен шығындарды азайтуға, ауыл шаруашылығы өнімдері мен одан алынатын өнімдердің ұлттық және халықаралық нарықтарда сапасы мен бәсекеге қабілеттілігін арттыруға бағытталған.

Тірек сөздер: жерді қашықтықтан зондтау жүйесі, ауыл шаруашылығы саласын цифрландыру, жедел мониторинг, егіс алқаптары.

R.A. Gulyaev¹, A.A. Sulstonov¹, R.F. Yunusov¹, D.R. Rafikov¹, K.R. Gulyaeva¹

¹LLC "Paxta Ilmiy-Innovasiya Markazi" Tashkent, Uzbekistan

ABOUT DEVELOPMENT OF A DIGITAL REMOTE MONITORING SYSTEM OF AGRICULTURAL AREAS

Abstract. The purpose of this study is the development and implementation of a remote sensing system for the formation of primary accounting data based on digitalization of the agricultural sector, automation of accounting processes, reduction of the influence of the human factor, which allows for on-line monitoring of the state of sown areas, planning agrotechnical measures, control of equipment operating in the fields. As part of the work on the implementation of the project on the basis of Bukhara Agrocluster LLC, an operational headquarters of the remote sensing system was created, consisting of district and territorial remote sensing operators, designed to ensure the maintenance of operational plans and recording the fact of agricultural operations, preparation of analytical materials for monitoring agrotechnical measures in the context of the region, districts, territories, farms and contours, as well as operational information on the identified deficiencies. One ERS operator has an average of 400-600 contours. The laboratory will ensure the selection and identification of soil samples, testing of samples in laboratory conditions, the introduction of electronic information into the system. Based on the results of the chemical analyzes of the soil, it will be possible to form agrochemical maps, indicating the levels of chloride and sulfate ions in the soil, soil acidity, the content of phosphorus,

magnesium, nitrogen, organic matter, potassium and other macro, meso and microelements of nutrition. Agrochemical maps, in turn, will allow you to start differentiated (point) application of organic and mineral fertilizers, depending on the availability of nutrients in the soil. Over time, the laboratory will be able to meet the needs for agrochemical surveys not only in the farms of the Bukhara region, but also in neighboring regions. The proposed modern approach for organizing agricultural production is aimed at reducing losses and costs, improving the quality and competitiveness of agricultural products and products from it in the national and international markets.

Keywords: remote sensing systems of the earth, digitalization of the agricultural sector, operational monitoring, sown areas.

References

1. Usovik, I.V., Darnopykh, V.V. Avtomatizirovannyj programmnyj kompleks dlya parametricheskogo analiza i optimizacii planirovaniya celevogo funkcionirovaniya kosmicheskikh sistem DZZ [Automated software package for parametric analysis and optimization planning of target operation of remote sensing space systems] // Elektronnyj zhurnal "Trudy MAI" [Electronic Journal of "MAI Proceedings"]. 2013. Issue No. 65. [in Russian]
2. Bukharitsyn, A.P. Problemy ocenki effektivnosti tekhnologij distancionnogo zondirovaniya zemli iz kosmosa [Problems of Evaluating the Effectiveness of Earth Remote Sensing Technologies from Space] // Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental Researches]. 2021. № 9. P. 12-20. [in Russian]
3. Cifrovizaciya v sel'skom hozyajstve: tekhnologicheskie i ekonomicheskie bar'ery v Rossii [Digitalization in agriculture: technological and economic barriers in Russia] [Electronic resource]. URL: json.tv/ict_telecom_analytics_view/tsifrovizatsiya-v-selskom-hozyajstve-tehnologicheskie-i-ekonomicheskie-barery-v-rossii-20170913024550 (accessed 15.12.2021). [in Russian]
4. Bulgakin D.S. Cifrovye tekhnologii upravleniya sel'skim hozyajstvom [Digital technologies of agricultural management] // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. 2021. №2 (104). Part 1. February. [in Russian]
5. Sultanov A.A., Gulyaev R.A., Yunusov R.F. Sistema cifrovogo distancionnogo monitoringa sel'skohozyajstvennyh ugodij "Agro Smart Map" [Digital remote monitoring system of agricultural lands "Agro Smart Map"]: Patent DGU 08762, priority 20.07.2020. [in Russian]
6. Pryamougol'naya sistema koordinat Gaussa-Kryugera [Gauss-Kruger rectangular coordinate system] [Electronic resource]. URL: [https://aspektcenter.ru/tablitssa-gaussa-kryugera-eto/#:~:text=System%20coordinates%20Gauss-Krueger%20-%20it,cross%20cylinder%20\(cross%20projection%20Merkatra\)](https://aspektcenter.ru/tablitssa-gaussa-kryugera-eto/#:~:text=System%20coordinates%20Gauss-Krueger%20-%20it,cross%20cylinder%20(cross%20projection%20Merkatra)) (accessed 15.12.2021). [in Russian]
7. Prakticheskaya kartografiya [Practical cartography] [Electronic resource]. URL: <https://blog.foxylab.com/prakticheskaya-kartografiya> (accessed 15.12.2021).
8. Gulyaev R.A., Usmanov H.S., Lugachev A.E. Mirovoj hlopok: vchera, segodnya, zavtra [World cotton: yesterday, today, tomorrow]: 2017, Publisher: LAP LAMBERT ACADEMIC PUBLISHING ISBN: 978-620-2-06667-9. [in Russian]
9. Gulyaev, R.A., Sultonov, A.A., Yunusov, R.F., Rafikov, D.R., Ibodullaev, O.O. Razrabotka i vnedrenie avtomatizirovannoj sistemy, obespechivayushchej

- formirovanie i otgruzku tekstil'nym predpriyatiyam odnorodnyh po parametram kachestva partij hlopkovogo volokna [Development and implementation of automated system providing formation and shipment to textile enterprises of cotton fibre batches homogeneous in quality parameters] // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi [Proceedings of Higher Educational Institutions, Series Technology of the Textile Industry] Promyshlennost' . 2022. № 1 (397), – 155-162 p. [in Russian]
10. Gulyaev R.A., Sultonov A.A., Yunusov R.F., Rafikov D.R. On the development of a system for digital remote monitoring of agricultural land // The American Journal of Agriculture and Biomedical Engineering. 2022. Vol. 4, No 03. P. 42-49.

FTAMP 64.29.23; 64.41.09

Е.А. Кенжебаев¹ - негізгі автор | ©
Б. Абзалбекулы², Г. Елдияр³¹Магистрант, ²PhD, доцент, ³PhD, доцент

ORCID

²<https://orcid.org/0000-0002-9552-0388>; ³<https://orcid.org/0000-0002-7459-0870>^{1,3}М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,

Шымкент қ., Қазақстан

²М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан¹bekontiru@mail.ru<https://doi.org/10.55956/YPUP6494>

БЕЙМАТА МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ БЕРІКТІК ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Мақалада беймата материалдарының беріктік және құрылымдық қасиеттері зерттелді. Зерттеу H25S әмбебап үзу машинасы арқылы халықаралық ИСО 9073.3-1989 стандарты бойынша жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде бейматалардың беріктік және құрылымдық қасиеттері анықталып, Excel бағдарламасы арқылы статистикалық талдау жасалды. Бейматаларды аяқ киім және құрылыс саласында жылытқыш материалдар ретінде қолданылу мүмкіндігі негізделді.

Тірек сөздер: текстиль, беймата материалдар, жүн қалдықтары, талшықтар.



Кенжебаев, Е.А. Беймата материалдарының беріктік және құрылымдық қасиеттерін зерттеу [Мәтін] / Е.А. Кенжебаев, Б. Абзалбекулы, Г. Елдияр // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №1(79). – Б.117-124. <https://doi.org/10.55956/YPUP6494>

Кіріспе. Бүгінгі таңда Қазақстанда жеңіл өнеркәсіпті дамыту басты бағыттардың бірі болып табылады. Себебі бұл сала халықты жұмыспен қамтамасыз ететін зор әлеуметтік маңызға ие. Қазақстан үкіметі жеңіл өнеркәсіп саласындағы отандық өндірушілерді қолдау үшін бірқатар шаралар жасауда: экономикалық еркін аймақтар енгізілуде, жеңілдетілген салық салу және несиелеу, оқуға арналған квоталар мен гранттар бөлу, мемлекеттік инвестициялар жасау [1].

Жеңіл өнеркәсіпті дамыту үшін Үкімет Бизнесінің жол картасы-2025 бағдарламасын әзірлегені белгілі. Соның нәтижесінде кәсіпкерлер жеңіл өнеркәсіп бұйымдарын өндіру, оның ішінде жүн шикізатын қайта өңдеу бойынша жұмыс істеп тұрған цехтарды қайта құруға және жаңа цехтар ашуға бағытталған жеңілдетілген кредиттер алу мүмкіндігіне ие.

2021 жылы 40,4 мың тонна қой жүні өндірілген болса, оның тек 10,7 мың тоннасы (26,5%) қайта өңдеуге жіберілді. Оның ішінде Қытайға 3,027 млн. тенгені құрайтын 6,8 тонна жүн экспортталды. Яғни, бұл елімізде жүннің тек бірқатар бөлігінің ғана қайта өңделетінін көрсетеді, ал қалған 73,5% жай ғана жойылады немесе өртеледі [2].

Жоғарыда айтылған перспективалық бағытқа байланысты, жеңіл өнеркәсіп бұйымдарына және басқа да салаларда кең қолданылатын қажетті

қасиеттерге ие әртүрлі материалдарды зерттеу және өндіру өзекті мәселе болып табылады [3-6]. Техникалық мақсаттағы беймата материалдар өндірісінде шикізат ретінде құны төмен және жеткілікті мөлшерде өндірілетін өрескел және жартылай өрескел жүнді пайдалануға болады.

Беймата маталарды өндіру арзан, бұл олардан жасалған бұйымдардың қол жетімді құнын қамтамасыз етеді.

Кенепті қалыптастыру әдісі бойынша беймата материалдарды үш топқа бөлуге болады. Олар [7]:

- механикалық әдістермен байланыстыру;
- физикалық-химиялық әдістермен желімдеу;
- аралас әдістермен бекіту.

Механикалық әдістерге тоқыма-тескіш, ине шаншу, киіз басу жатады. Тоқыма-тескіш кенебі құрылымдық элементтерді біріктіру, талшықты жіптерді тоқу және тігу арқылы тоқыма машинасында жасалады.

Физикалық-химиялық әдістермен өндеуге беймата, термопластикалық, оңай балқитын талшықтар, жіптер, ұнтақтардың элементтерін сұйық латексті біріктіргіш арқылы бекіту амалдары жатады.

Аралас әдістерге аталған екі және одан да көп әдістерді біріктіретін әдістер жатады.

Беймата кенептерді өндіру үшін механикалық ине тесу әдісі кеңінен қолданылады. Бұл әдіс экологиялық таза, өйткені өндірісте желіммен сіндіру, сонымен қатар атмосфераға зиянды заттар бөлетін жоғары температура қолданылмайды.

Зерттеудің шарттары мен әдістері. Беймата маталар сапасының негізгі көрсеткіштері үзу жүктемесі және абсолютті ұзару болып табылады. Ұзу жүктемесі – бұл материалдың толық үзілуіне дейін қарапайым созылу сынамасын сынау кезінде анықталатын максималды күш. Абсолютті ұзару ретінде жұмыс аймағының ұзындығының ұлғаюы қабылданады.

Беймата материалының физикалық-механикалық көрсеткіштерін анықтау үшін сынамаларды алу ГОСТ Р 50275 және ГОСТ 13587 бойынша жүргізілді [8].

Ине тесетін кенептердің физикалық-механикалық көрсеткіштерін анықтау кезінде ГОСТ Р 53226-2008 «Беймата кенептер. Беріктікті анықтау әдістерін» нұсқаулыққа алу керек [9].

Физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеуге арналған беймата материалдар Тараз қаласында, «Мирас» ЖК кәсіпорнында өндірілді.

Сынақтар Дулати университетінің «Тоқыма, материалтану және стандарттау» кафедрасының зертханасында Tinius Olsen H25S (Англия) әмбебап үзу машинасында жүргізілді.

H25S үзу машинасының жұмыс істеу әдістемесі халықаралық ИСО 9073.3-1989 «Тоқыма. Беймата материалдарды сынау әдістері. Созылу және ұзару кезінде беріктік шегін анықтау» стандарттарымен үйлестірілген ГОСТ Р 53226-2008 талаптарын толық қанағаттандырады [10].

Беймата маталардың үзілу жүктемесін және ұзаруын анықтау кезінде өлшемі 50×200 мм 20 үлгі алынды (кенептің ұзына бойы жиегі бойымен 10, кенептің көлденең жиегі бойынша 10). Беймата маталардың үлгілері 1-суретте келтірілген.

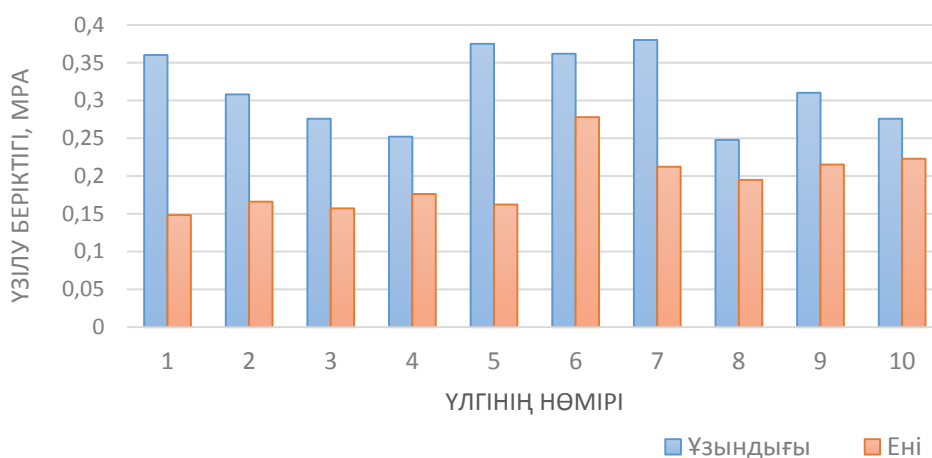
Сынақтар 100 мм/мин жылдамдықпен, 1 кН жүктемемен жүргізілді. Кенептің кесілген жиегі бойымен 10 үлгі және көлденең жиек бойымен 10 үлгі сыналды.

Құрылымдық зерттеулер өтетін және шағыстырылған жарықта бақылауға арналған қытайлық әмбебап оптикалық поляризациялық A15.2601-RT модельді микроскопта жүргізілді. Микроскоптың Infinity Plan оптикалық жүйесімен жабдықталған, жұмыс кеңістігі өлшемінің диаметрі 148 мм, үлкейту мөлшері: 40x, 100x, 200x, 400x, 500x, микроскоп окуляры: WF10x/20.



Сурет 1. Беймата материалының үлгілері

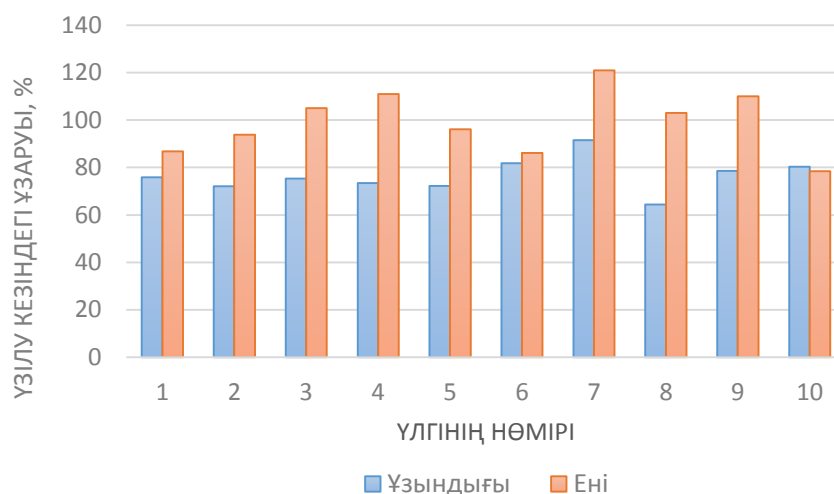
Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Жүргізілген сынақтардан кейін компьютер барлық қажетті көрсеткіштерді есептеп, жүктеме мен ұзарудың тәуелділік диаграммаларын жасады. Беймата материалдардың ұзына және ені бойынша механикалық қасиеттерінің көрсеткіштері 2-ші және 3-суреттерде берілген.



Сурет 2. Беймата материалының үзілуге беріктігі, МПа

Кенептің ұзына бойы жиегімен үзілу жүктемесінің орташа мәні 110 Н, беріктігі 0,318 МПа, үзілу кезіндегі ұзарту 76,5%. Кенептің көлденең жиегімен үзілу жүктемесінің мәні 68,2 Н, беріктігі 0,195 МПа, үзілу кезіндегі ұзару мөлшері 99,3%.

Салыстырмалы талдау нәтижелері кенептің ұзына бойы жиегімен үлгілердің үзілу жүктемесінің орташа айырмашылығы кенептің көлденең жиегімен үлгілерден 41,8 Н жоғары, ал беріктік көрсеткіштері 0,123 МПа жоғары екендігін көрсетті. Алайда, үлгілерді кенептің көлденең жиегімен үзу кезіндегі ұзару деңгейі кенепті ұзына бойы жиегімен үзу деңгейімен салыстырғанда 22,8% жоғары.



Сурет 3. Беймата материалдарын ұзу кезіндегі ұзару, %

Беймата материалдардың ұзына бойы жиегіндегі және көлденең жиегіндегі беріктік сипаттамаларында айтарлықтай айырмашылықтың болуы, инелердің ине шаншу машинасында орналасуына байланысты.

Беріктік қасиеттерінің көрсеткіштерін математикалық талдау әдетте деректердің көлемімен де, сипатымен де ерекшеленетін әртүрлі деңгейлерде жүзеге асырылады.

Excel 2013 бағдарламасын қарапайым жағдайларда және зерттеудің бастапқы кезеңдерінде деректерді өңдеу тапсырмаларында қолдануға болады. Excel 2013 пакеті деректерді талдау қондырмасында жиналған статистикалық деректерді өңдеу құралдарымен жабдықталған. Excel мамандандырылған статистикалық пакеттерден едәуір төмен болғанымен, математиканың бұл бөлімі Excel-де толық ұсынылған. Оған ең жиі қолданылатын келесі негізгі статистикалық құралдар кіреді: сипаттамалық статистика құралдары, айырмашылық критерийлері, корреляциялық және экономикалық, психологиялық, педагогикалық және медициналық-биологиялық деректерге бастапқы статистикалық талдау жүргізуге мүмкіндік беретін басқа да әдістер.

Эксперименттік деректерді бастапқы талдау сипаттамалық статистиканы есептеуден басталады. Бұған графикалық сипаттамаларды қосу арқылы біз зерттелетін популяцияның деректерін бөлу сипаты туралы қорытынды жасауға кейбір негіздер аламыз. Сонымен қатар, базалық талдау деректерді одан әрі күрделі талдауға негіз береді.

Қондырманың көптеген құралдарының ішінен деректерді сандық талдау сипаттамаларын алу үшін сипаттамалық статистиканы қолданамыз.

Бейматалардың физикалық-механикалық қасиеттерінің статистикалық көрсеткіштерін есептеу нәтижелері 1-ші және 2-кестелерде келтірілген.

Беймата үлгілерін микроскоппен зерттеу нәтижелері 4-суретте берілген. Беймата материалында талшықтар хаосты әркелкі жүйеде орналасқан. Жүн талшықтар әртүрлі құрылымда және қалыңдықта екендігі байқалады. 4-ә суретте талшықтарда сыртқы қабыршықтың бар екендігі көрінеді.

Кесте 1

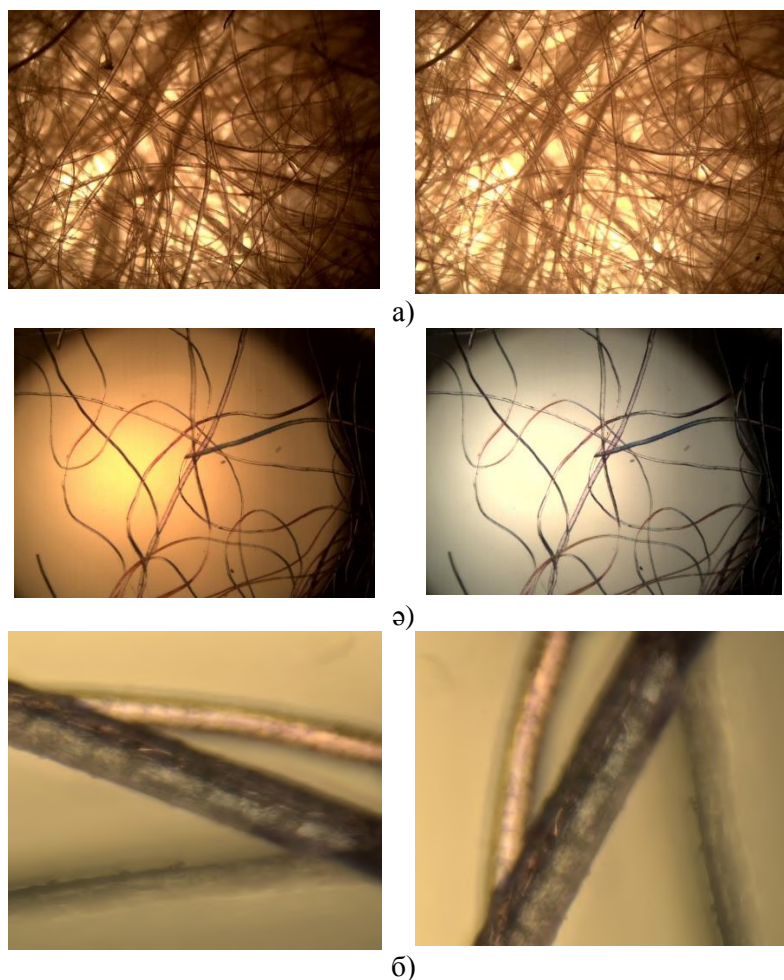
Беймата материалының беріктік қасиеттерінің
статистикалық көрсеткіштері (көлденең бағыт)

№	Көрсеткіштер	Үзілу жүктемесі, Н	Беріктігі, МПа	Деформациясы, мм	Ұзарту, %
1	Орташа	68,2	0,1948	99,13	99,13
2	Стандартты қателік	4,546427169	0,01299641	4,181069773	4,1810697
3	Медиана	65	0,1855	99,55	99,55
4	Стандартты ауытқу	14,37706507	0,041098256	13,22170354	13,221703
5	Үлгі дисперсиясы	206,7	0,00168906	174,8134444	174,81344
6	Асимметриялық	0,852955582	0,85742835	0,033264246	0,033264
7	Аралық	45,6	0,13	42,6	42,6
8	Минимум	51,7	0,148	78,4	78,4
9	Максимум	97,3	0,278	121	121
10	Сомасы	682	1,948	991,3	991,3
11	Шот	10	10	10	10
12	Ең үлкен (1)	97,3	0,278	121	121
13	Ең кіші (1)	51,7	0,148	78,4	78,4

Кесте 2

Беймата матерталының беріктік қасиеттерінің
сипаттамалық статистикасы (бойлық бағыт)

№	Көрсеткіштері	Жарылыс жүктемесі, Н	Беріктігі, МПа	Деформациясы, мм	Ұзарту, %
1	Орташа	108,19	0,3112	76,56	76,56
2	Стандартты қателік	6,938162581	0,016687853	2,286637512	2,286637512
3	Медиана	102,35	0,292	75,6	75,6
4	Стандартты ауытқу	21,94039653	0,052771625	7,230982721	7,230982721
5	Үлгі дисперсиясы	481,381	0,002784844	52,28711111	52,28711111
6	Асимметриялық	0,177894666	0,224980452	0,588953911	0,588953911
7	Аралық	59,4	0,132	27,2	27,2
8	Минимум	78,6	0,248	64,4	64,4
9	Максимум	138	0,38	91,6	91,6
10	Сомасы	1081,9	3,112	765,6	765,6
11	Шот	10	10	10	10
12	Ең үлкен (1)	138	0,38	91,6	91,6
13	Ең кіші (1)	78,6	0,248	64,4	64,4



Сурет 4. Беймата материалдарын микроскопиялық зерттеу:
а), ә) – жалпы көрінісі; б) – талшықтың көрінісі.

Қорытынды. Беймата материалдардың ұзына бойы жиегіндегі және көлденең жиегіндегі беріктік сипаттамаларында айтарлықтай айырмашылықтың болуы, инелердің ине шаншу машинасында орналасуына байланысты.

Зерттелген жартылай өрескел жүннен жасалған беймата материалдардың беріктік қасиеттерінің көрсеткіштері, оларды техникалық салада және аяқ киім өндірісінде қолдану үшін жеткілікті.

Зерттеу жұмысының нәтижелері еліміздегі жүн қалдықтарының өңделуі есебінен экологиялық таза және экономикалық тиімді бұйымдардың шығарылуы, жаңа кәсіпорындар мен жұмыс орындарының ашылуына мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Токаев, Қасым-Жомарт. Сындрлы қоғамдық диалог – Қазақстанның тұрақтылығы мен өркендеуінің негізі [Мәтін] / ҚР Президентінің Қазақстан халқына жолдауы. 2 қыркүйек 2019 ж.
2. Абишев, У.С. Производство текстильных изделий [Текст]: Отчет по результатам маркетингового исследования / Национальная палата предпринимателей «Атамекен». – Нур-Султан, 2020. – 177 с.

3. Почему в Казахстане «хромает» производство и переработка овечьей шерсти. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elitar.kz/ru/materialy/politika/pochemu-v-kazakhstan-khromayet-proizvodstvo-i-pererabotka-ovecheyey-shersti>
4. Abzalbekuly B., Munasipov S.E. Research of structural properties of composite materials for products of light industry // Известия высших учебных заведений, Серия Технология текстильной промышленности. – 2020. – №387(3). - С. 66-68.
5. Kudabayeva A., Abzalbekuly B., Dandar U., Onem E., Oral B. New Technology for Production of Leather for Gloves and Fancy Goods // Tekstil ve Konfeksion, Turkey. 2020. No. 4. P. 270-275
6. Abzalbekuly B., Kudabayeva A. Assessment of the influence of glove and haberdashery skin production technology on the environment. // Leather and Footwear Journal, Romania. 2021. No. 1, (21). P. 27-34.
7. Филипов, А.Д. Разработка структуры и исследование свойств утепляющих нетканых материалов из регенерированного сырья [Текст]: дисс... канд. техн. наук / Филипов А.Д. – М., 2021.
8. ГОСТ Р 50275, ГОСТ 13587. Отбор проб для определения физико-механических показателей нетканного полотна [Текст]. – М.: ИПК издательство стандартов, 1977. – 4 с.
9. ГОСТ Р 53226-2008. Полотна нетканые. Методы определения прочности [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2009. – 15 с.
10. ИСО 9073.3-1989. Текстиль. Методы испытания нетканых материалов. Часть 3, Определение предела прочности при растяжении и удлинении [Текст]. / [?].

Материал редакцияга 16.01.23 түсті.

Е. Кенжебаев¹, Б. Абзалбекулы², Г. Елдияр¹

¹Южно-Казахстанский университет им. М.Ауезова, г. Шымкент, Казахстан

²Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. В статье приведены результаты исследований физико-механических и структурных свойств нетканых материалов. Исследования проводились с использованием универсальной разрывной машины H25S Tinius Oslen в соответствии со стандартом ИСО 9073.3-1989. Выполнен также статистический анализ полученных результатов с применением программы Excel. Исследованные нетканые материалы могут использоваться в обувной и строительной отраслях в виде утеплительных материалов.

Ключевые слова: текстиль, нетканые материалы, шерсть, волокна.

E. Kenzhebayev¹, B. Abzalbekuly², G. Yeldiyar¹

¹M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

²M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

STUDY OF STRENGTH AND STRUCTURAL PROPERTIES OF NONWOVEN MATERIALS

Abstract. The article investigates the physical-mechanical and structural properties of non-woven materials. The studies were carried out using a universal tensile testing machine H25S Tinius Oslen in accordance with ISO 9073.3-1989. Also, a statistical analysis of the results obtained using the Excel program was carried out. The investigated non-woven materials can be used in the footwear and construction industries in the form of insulation materials.

Keywords: textiles, nonwovens, wool, fibers.

References

1. Тоқаев, Қасым-Жомарт. Сындарлы қоғамдық диалог – Қазақстанның тұрақтылығы мен өркендеуінің негізі / Қазақстан халқына жолдауы [Critical public dialogue is the basis of stability and prosperity of Kazakhstan / Memleket bassısı Қасым-Жомарт Тоқаевтің Қазақстан халқына жолдауы [Message of the President Kassym-Jomart Tokayev to the people of Kazakhstan] September 2, 2019. [in Kazakh]
2. Abishev, U.S. Proizvodstvo tekstil'nyh izdelij: Otchet po rezul'tatam marketingovogo issledovaniya [Manufacture of textile products: Report on the results of marketing research] / Natsional'naya palata predprinimateley «Atameken» [National Chamber of Entrepreneurs "Atameken"]. – Nur-Sultan, 2020. – 177 p. [in Russian]
3. Pochemu v Kazahstane «hromaet» proizvodstvo i pererabotka ovech'ej shersti [Why is the production and processing of sheep wool "lame" in Kazakhstan] / Elektronnyy resurs [Electronic resource]. – Rezhim dostupa [Access mode]: <https://elitar.kz/ru/materialy/politika/pochemu-v-kazahstane-khromayet-proizvodstvo-i-pererabotka-ovecheyey-shersti>. [in Russian]
4. Abzalbekuly, B., Munasipov S.E. Research of structural properties of composite materials for products of light industry // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenii, seriya tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti [News of higher educational institutions, a series of technology of the textile industry], 2020. 387(3), pp. 66-68.
5. Kudabayeva A., Abzalbekuly B., Dandar U., Onem E., Oral B. New Technology for Production of Leather for Gloves and Fancy Goods // Tekstil ve Konfeksion, Turkey. 2020. No. 4. P. 270-275
6. Abzalbekuly B., Kudabayeva A. Tekst nauchnoy raboty na temu «Otsenka vliyaniya tekhnologii proizvodstva perchatochnykh i galantereynykh shkur na okruzhayushchuyu sredu» [Assessment of the influence of glove and haberdashery skin production technology on the environment]. // Zhurnal "Kozha i obuv" [Leather and Footwear Journal], Romania. 2021. No. 1, (21). P. 27-34.
7. Filipov, A.D. Razrabotka struktury i issledovanie svojstv uteplyayushchih netkanykh materialov iz regenerirovannogo syr'ya [Development of the structure and study of the properties of insulating non-woven materials from regenerated raw materials]: diss... Cand. Tech. Sci. – Moscow, 2021. [in Russian]
8. GOST R 50275 Otkhod prob dlya opredeleniya fiziko-mekhanicheskikh pokazatelej netkannogo polotna [State standard of Russia 13587. Sampling to determine the physical and mechanical properties of non-woven fabric]. - Moscow: IPK izdatel'stvo standartov [IPK publishing house of standards], 1977. – 4 p. [in Russian]
9. GOST R 53226-2008. Polotna netkanye. Metody opredeleniya prochnosti [State standard of Russia 13587. Fabrics are non-woven. Methods for determining strength]. - Moscow: Standartinform, 2009. - 15 p. [in Russian]
10. ISO 9073.3-1989. Tekstil'. Metody ispytaniya netkanykh materialov. CHast' 3, Opredelenie predela prochnosti pri rastyazhenii i udlinenii [Textile. Methods for testing nonwoven materials. Part 3, Determination of tensile strength and elongation]. [in Russian]

IRSTI 64.29.23

©

K.I. Badanov¹ – main author,
R.R. Badanova², I.K. Badanov³, K.T. Makhanbetaliyeva⁴,
G.O Tulendieva⁵, G.A. Kasymova⁶



¹Candidate of Technical Sciences, Professor, ²Senior Lecturer, ³Doctoral student,
⁴PhD, Associate Professor, ^{5,6}Masters

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-1603-0717>; ²<https://orcid.org/0000-0002-1170-923X>;

³<https://orcid.org/0000-0003-1603-0717>; ⁴<https://orcid.org/0000-0003-1603-0717>;

⁵<https://orcid.org/0000-0003-1603-0717>



^{1,2,4,5,6} M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan



³ K. Satbaev Kazakh National Technical University, Almaty, Kazakhstan



¹kenzebad@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/TNIX2948>

REPLACEMENT OF THE VISUAL METHOD FOR ASSESSING THE STABILITY OF THE COLORING OF FABRICS WITH THE INSTRUMENTAL

Abstract. The article considers the improvement of methods for testing the color fastness of textile materials with the replacement of the visual method with an objective colorimetric evaluation method. A new method for testing the color fastness of textile materials is proposed. The analysis of domestic and foreign standards that establish the calculation and establishment of color fastness standards for cotton fabrics and their comparison with the norms of international and domestic standards was carried out. It is shown that the development of methods for instrumental determination of color fastness to friction, which is an alternative to the method of visual assessment of the color fastness of any textile material on a gray scale, is currently an urgent and promising scientific and technical task. A new method for testing the color fastness of textile materials is proposed. The overall color difference (ΔE) between the test sample of the color fastness test material and the original sample was measured. For both samples, the overall color difference was determined in the CIEL*a*b* system, the values of which are converted into equivalent points on a gray scale. The score in terms of the value of ΔE was calculated on a computer using the Ecsel environment and displaying the calculation results on the display screen.

Keywords: standard, color, stability, friction, general color difference.



Badanov K.I., Badanova R.R., Badanov I.K., Makhanbetaliyeva K.T., Tulendieva G.O., Kasymova G.A. Replacement of the visual method for assessing the stability of the coloring of fabrics with the instrumental // Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2023. – No.1(79). – P.125-132. <https://doi.org/10.55956/TNIX2948>

Introduction. The analysis of domestic and foreign standards shows that they establish the calculation and norms of color fastness of cotton fabrics, their comparison with the norms of international and domestic standards. In the ECO-TEX 100 standard and in Russian standards, color fastness to water, sweat, friction is established. In domestic standards, the norms depend on the purpose of the textile material. Color fastness is evaluated after exposure to dry and wet friction in accordance with the test methods regulated by state standard 9733-83.

According to the existing method for determining the resistance of color to friction, the final result in points is evaluated visually on a scale of gray standards.

This may introduce into the final result of the assessment some errors related to the health and general emotional state of the observer. These shortcomings can be eliminated through the instrumental method of evaluating the final result. The development of a method for instrumental determination of the friction resistance of oraska makes it possible to replace the organoleptic evaluation of the color strength to mechanical stress during friction on a scale of gray standards, which is an urgent and promising scientific and technical task.

The purpose of the study is to develop an instrumental method for determining the color strength of a textile material to friction instead of a visual method on a scale of gray standards.

Research methods and conditions. Measurement of chromaticity coordinates of non-luminescent transparent and reflective samples in the XYZ system. It is established by the International Commission on Illumination (ICI) for a standard observer, with a light source with state standard 7721-76 in the spectral range of 380-720 nm with a number of spectral information sampling points of at least 24. The measurements were carried out using the «Spectroton» instrument. This instrument can also be used to measure spectral transmittances and spectral aperture reflectances. With its help, you can determine the coordinates of color and chromaticity with light sources A, C, D65 state standard 7721-76 in the XYZ system. In addition, it allows you to measure such color indicators as color difference, saturation, lightness, color tone. Color differences in lightness and tone can be additionally measured. In addition to color indicators, you can measure the metamerism index, the degree of whiteness of the sample in the CIEL*a*b* system.

Literature review. Evaluation of the quality of coloring of textile materials in terms of color fastness to washing, dry and wet friction is carried out in almost all works related to coloring and special types of finishes.

Much attention is paid to the coloristic quality of the printed pattern in terms of color and color fastness [1]. The paper describes the quality of eco-printing of silk fabrics with various natural dyes in terms of the aesthetics of the pattern, color, and resistance to washing and abrasion. Evaluation of color fastness on silk fabrics to washing with soap showed good results. Color fastness was 4 points in the "good" category. The value of resistance to wet friction on silk fabrics ecoprint as a whole gives a score of 4-5 points

The evaluation of the quality of the coloring and its influence on the physical and dimensional properties of the canvases is also carried out in the process of their production [2]. Among the physical properties, the color fastness to washing and friction was evaluated. Internationally approved ISO methods for washing fastness testing are used. Small differences were found in the color fastness to friction.

Evaluation of color fastness is also carried out in works aimed at reducing pollution caused by textile printing, solving the problems of using synthetic dyes, thickeners for environmental balance and human health [3]. When printing on natural fabrics with natural dyes, chitosan and chitosan nanoparticles were used. It has been established that fabrics treated with chitosan nanoparticles have high values of resistance to washing, sweat and friction.

Evaluation of color fastness to washing and wet friction makes it possible to compare the results of dyeing wool and woolen fabrics in magnetically treated and untreated water [4]. Tests of fabrics dyed in this way have shown that they have increased dye absorption and significantly improve wash and wet abrasion fastness.

The properties of color fastness of silk fabrics of silkworm and tussus in mixtures with cellulose fibers were compared [5]. In this study, the color fastness properties of wild tussah silk fibers were studied in comparison with mulberry silk fibers. Color fastness tests were carried out to evaluate the performance. The results show that both types of silk fibers are suitable for spinning and weaving processes, and the fastness results show that mulberry fibers have better color fastness properties compared to tussah silk fibers.

The paper [6] explores the use of reactive and acid dyes in the dyeing of polyester after chemical modification. Modification of the polymer at 130° C. for 60 minutes prior to dispersion dyeing provided greater color depth than conventional high temperature dispersion dyeing of polyester. The color fastness of modified and reactive dyed fabrics to washing and perspiration has reached a level of good to excellent (4/5).

The study [7] is devoted to the extraction of the dye from teak leaves and the dyeing of natural fabrics using various aqueous media. At the same time, the color and strength properties of the colored samples were assessed in terms of resistance to washing, friction, light and sweat. The extracted dye exhibited moderate to good fastness properties in terms of lightfastness, washability, abrasion and perspiration on wool and silk, and excellent properties on nylon. The use of color fastness evaluation methods allows teak leaf dyeing to be shown as a step towards sustainable development and efficient waste management with promising potential for application on natural and synthetic fabrics.

Determination of various tissue parameters is one of the important methods for assessing tissue quality [8]. Intelligent control is a popular development trend today. In recent years, computer control technology has been widely used in the field of fabric density measurement, color analysis and weave pattern recognition. The shortcomings of current research and possible directions of research in the future are analyzed. Computer control technology not only has an objective evaluation, but also has the advantages of accuracy and efficiency, and has good development prospects in the field of textiles.

The article [9] presents a comprehensive review of automatic recognition of tissue structural parameters in recent years. The structural parameters of the fabric mainly include the density of the fabric, weave pattern, color pattern, etc., which must be pre-set before production and carefully checked during production. The analysis of these parameters is considered the most critical step in the textile industry. Commonly used manual operations based on human sight and experience require a lot of time and labor. Methods based on computer control or other automatic methods have the advantages of fast response, objective evaluation and high stability. The presented material can help researchers in understanding and using automated methods for recognition of structural parameters of fabric, provides some new ideas for other recognition tasks in the textile industry.

In [10], the color fastness and strength properties of fabrics dyed with extracted dyes were evaluated and compared using infrared Fourier spectroscopy.

In [11], a certain method for assessing color fastness is used. The evaluation of the quality of coloring was carried out according to the level of fixation of dyes in the work. To achieve almost 100% dye fixation, macromolecular cross-linking reactive dyes have been developed, and the mechanism of their staining and fixation has been discussed. The work also actively uses a certain method for assessing color fastness.

The authors of [12] showed that reactive dyes have good color fastness to washing and abrasion. The use of methods for evaluating color fastness showed that

the application of a formaldehyde-free fixer to dyed products increased the color fastness to washing and abrasion, especially for blended yarns.

[13] presented a detailed description of the test apparatus with an overview of the lightfastness results and the resulting dataset when more than 100 synthetic dyes were tested for lightfastness. Comparisons are given with lightfastness data and ISO values available in the color index. The authors suggest that the data set will serve as a basis for expanding interest in additional materials and test methods.

The use of nutshell dyes [14] can provide a pure and stable source of dyes that can be used to replace synthetic counterparts. When using methods for assessing color fastness, it was shown that good resistance to washing (4-5), light (3-8) was achieved even without the use of mordant.

From the experience of the conducted studies, it can be seen that in the process of testing the color for friction strength, the initial color of the test sample changes. These changes can be assessed by changing the saturation of the color, its lightness and tone. These indicators after friction can change at the same time, but with different combinations. No matter how the nature of these changes changes, the difference in color of the original sample and the sample after friction that is visible to the eye is taken into account. This difference is compared with the gray scale data. In this regard, the development of a method for instrumental determination of color fastness to physical and chemical influences, which makes it possible to replace the method for assessing the color strength to friction on a scale of gray standards, is an urgent and promising scientific and technical task.

Research results and discussions. Some indicators of color strength in points and the conditions under which they are determined are presented in Table 1.

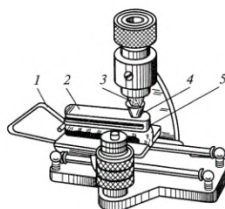
Table 1

Color strength to friction in points*

Color fastness indicators		Norm according to state standard 7779-75			Norm according to the ECO-TEX 100 standard
		OK	PK	OPK	
Friction	dry	3	3-4	3-4	4
	wet	-	-	-	2-3

**Note. OK – ordinary color fastness; PK – strong color fastness; OPK – extra strong*

According to the method of the ECO-TEX 200 standard, the color fastness of textile materials is assessed only by shading the white material. According to state standard 9733.0-83, color stability is also assessed by changing the color of the original sample using the PT-4 device (Fig.1)



1 - handle; 2 - table; 3 - rubber stopper; 4 - spring ring; 5 - ring

Figure 1. Device PT-4 for testing the color strength to mechanical stress

The color indicators of the coloring of the dyed and printed fabric were carried out on the «Spectroton» color measuring equipment. At the same time, color ΔE values were measured to compare the differences between the initial colored sample and the sample that passed the friction test. The general color difference characterizes the change in color indicators in terms of its lightness, saturation and color tone. For the original sample and the sample after friction, ΔE was measured in the CIEL*a*b* system.

Then, in order to show the final values of the color fastness in points corresponding to the scale of gray standards, the values of ΔE were recalculated.

The design of the device "Spectroton" provides:

1) the possibility of taking into account or excluding the specular component of the reflection;

2) measurement geometry of reflective samples (diffuse illumination, observation at an angle, etc.).

Two principles are used in the operation of the "Spectroton" color measuring device (Fig. 2). The first is the measurement of reflection coefficients. The second is the measurement of the transmittances of the sample. The measurements are based on 24 fixed wavelengths in the visible region of the spectrum. Moreover, these measurements are carried out at the moment of flashing the flash lamp. This is followed by mathematical processing of the measurement results. For this processing, an integrated programmable universal controller is used.



Figure 2. Colorimeter "Spectroton"

Test samples were prepared according to the following scheme. After testing the sample for friction, a part of a certain size was cut out of it. The dimensions of the cut out part are determined by the dimensions of that part of the "Spectroton" device where the sample is fixed to measure color differences. The test sample must be free from foreign defects. The sample is placed on a white substrate that is not transparent to light. Since ΔE is measured, the original sample before friction and the test sample after friction should be prepared for measurement in the same way. Thus, first measured color indicators on the original sample. Then the same parameters were measured on the sample after friction. By comparing them with each other, the device shows the value of ΔE , i.e. the difference between samples in lightness, saturation, and hue. After measuring ΔE in the CIEL*a*b* system, a recalculation was carried out according to formula (1) to convert the ΔE value into points displayed on the scale of gray standards.

$$\Delta E = 0,125 \left(2^{\frac{n+1}{2}} - 1 \right) \quad (1)$$

$$n = 10 - 2N.$$

where N is the value of color fastness to light in points.

The color fastness in points was expressed numerically with rounding up to 0.5 points.

$$N = 5,5 - \log (\Delta E + 1) / \log 2 \quad (2)$$

Table 2
Limits of change in the value of ΔE and gradation of color change in points

ΔE value	Equivalent gray scale color fastness score
Less than 0,40	5
$0,40 \leq \Delta E < 1,25$	4.5
$1,25 \leq \Delta E < 2,10$	4
$2,10 \leq \Delta E < 2,95$	3.5
$2,95 \leq \Delta E < 4,10$	3
$4,10 \leq \Delta E < 5,80$	2.5
$5,80 \leq \Delta E < 8,20$	2
$8,20 \leq \Delta E < 11,60$	1.5
Over 11.60	1

The ΔE score was calculated on a computer using the Excel environment. After entering the ΔE value, the color fastness score is displayed on the computer display screen. Figure 1 on the left shows a picture of entering the value of ΔE , i.e. the computer asks for the value of ΔE , which must be entered in the upper field. Then the "calculate" key is pressed and the result of the calculation appears. For example, after entering the value $\Delta E=15$, the color fastness in points is equal to 1 (Fig. 3, the right one).

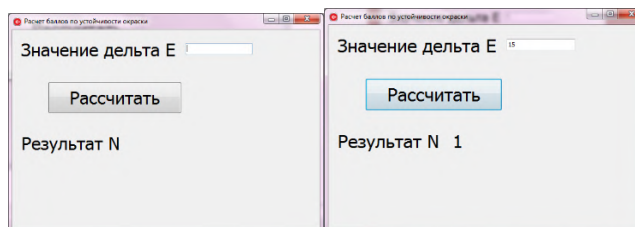


Figure 3. Displaying on the computer screen the result of stability in points by the value of ΔE

Conclusion. A new method is proposed for determining the strength of the color fastness of textile materials to friction and compliance with the requirements of the standards is confirmed. Improving the methods for assessing the friction strength of textile materials for dyeing allows not only to effectively and in the shortest possible time to identify the quality of the textile material, but also to simplify the testing procedure itself and at the same time reduce the time and overall costs of testing.

References

1. Wahyuningsih S.E., Kusumastuti A., Krisnawati M., Yuniar M., Furi M.R. Quality of motif, colors and fastness of Sekar Ayu ecoprint products in terms of mordant type, natural dyes, and types of leaves on silk fabrics // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022. Vol. 969, No.1. 012043.

2. Rahman M.M., Sultana J., Hossain M.S., Adeel M. Effect of Manufacturing Parameters on the Physical and Dimensional Properties of Single Jersey and Lycra Single Jersey Fabric // *Materials Science Forum*, 2022. MSF 1054. P. 135-142
3. Abdelslam S.H., Mashaly H.M., Abd El-Thalouth J.I., Saad M.O., Abdel-Aziz M.S. An environmental friendly approach in printing of natural fabrics on using chitosan and chitosan nanoparticles // *Egyptian Journal of Chemistry*, 2021. Vol. 64, No.8. P. 4283-4299
4. Czaplicki Z., Matyjas-Zgondek E., Strzelecki S. Dyeing of Wool and Woolen Fabrics in Magnetically Treated Water // *Journal of Natural Fibers*, 2021. Vol.18, No.12. P. 2055-2062
5. Uzumcu M.B., Celik P., Gulumser T., Kadoglu H. A Comparison of Color Fastness Properties of Mulberry Silk and Tussah Silk Fabrics in Blends with Cellulosic Fibers // *Journal of Natural Fibers*, 2021. Vol.18, No.11. P. 1834-1843
6. Toprak T., Anis P. Dyeing properties of organobase-induced poly(ethylene terephthalate) fabric // *Textile Research Journal*, 2020. Vol.90, No.23-24. P. 2658-2673
7. Agrawal A., Chopra S. Sustainable dyeing of selected natural and synthetic fabrics using waste teak leaves (*Tectona Grandis L.*) // *Research Journal of Textile and Apparel*, 2020. Vol.24, No.4. P. 357-374
8. Fan M., Xin B., Zhu R., Deng N. Review of Computer Vision Applications in Fabric Recognition and Color Analysis // *Journal of Donghua University (English Edition)*, 2022. Vol.39, No.6. P. 581-589
9. Meng S., Pan R., Gao W., Yan B., Peng Y. Automatic recognition of woven fabric structural parameters: a review // *Artificial Intelligence Review*, 2022. Vol. 55, No.8. P. 6345-6387
10. Sultana S., Akter K., Sarker M.K.U., Haque M.M., Islam M.R. Color Fastness and Tensile Properties of Cotton Fabric Dyed with Extract from *Albizia Procera* Sawdust // *Fibers and Polymers*, 2022. Vol.23, No.10. P. 2820-2827
11. Zhang S., Ma W., Tang B., Shan B. Innovation and application of dyes with high fixation // *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 2022. Vol.51. P. 146-152
12. Liu J., Jiang W., Lv C. Dyeing of soybean protein/flax blended yarns with reactive dyes and subsequent dye-fixation // *Scientific Reports*, 2022. Vol. 12, No.1. P.1506
13. Hagan E., Castro-Soto I., Breault M., Poulin J. The lightfastness of early synthetic organic dyes // *Heritage Science*, 2022. Vol.10, No.1. P.50
14. Dulo B., De Somer T., Phan K., Raes K., De Meester S. Evaluating the potential of natural dyes from nutshell wastes: Sustainable colouration and functional finishing of wool fabric // *Sustainable Materials and Technologies*, 2022. Vol. 34, e00518.

Material received on 12.03.23.

**К.И. Баданов¹, Р.Р. Баданова¹, И.К. Баданов², К.Т. Маханбеталиева¹,
Г.О. Түлендиева¹, Г.А. Касымова¹**

¹*М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан*

²*Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақстан ұлттық техникалық университеті,
Алматы қ., Қазақстан*

**МАТАЛАРДЫ БОЯУ ТҮСІНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУДЫҢ КӨРНЕКІ ӘДІСІН
ҚҰРАЛДЫҚ БАҒАЛАУҒА АУЫСТЫРУ**

Аңдатпа. Мақалада визуалды әдісті объективті колориметриялық бағалау әдісімен ауыстыру арқылы текстиль материалдарының түс беріктігін тексеру әдістерін жетілдіру қарастырылады. Текстиль материалдарының түс тұрақтылығын тексерудің жаңа әдісі ұсынылды. Мақта маталарының түс тұрақтылығы нормаларын есептеу мен белгілеуді белгілейтін отандық және шетелдік стандарттарға талдау және оларды халықаралық және отандық стандарттардың нормаларымен салыстыру жүргізілді. Кез келген текстиль материалының түс тұрақтылығын сұр шкала бойынша визуалды бағалау әдісіне балама болып табылатын үйкеліске түс тұрақтылығын аспаптық анықтау әдістерін әзірлеу қазіргі уақытта өзекті және перспективалы ғылыми-техникалық міндет болып табылатыны көрсетілген. Текстиль материалдарының түс тұрақтылығын тексерудің жаңа әдісі ұсынылды. Түс тұрақтылығы сынақ материалының сынақ үлгісі мен бастапқы үлгі арасындағы жалпы түс айырмашылығы (ΔE) өлшенді. Екі үлгі үшін де жалпы түс айырмашылығы CIEL*a*b* жүйесінде анықталды, оның мәндері сұр шкаладағы баламалы нүктелерге түрленеді. ΔE мәні бойынша балл компьютерде Excel ортасын пайдаланып және дисплей экранында есептеу нәтижелерін көрсету арқылы есептелді.

Тірек сөздер: стандарт, түс, тұрақтылық, үйкеліс, жалпы түс айырмашылығы.

**К.И. Баданов¹, Р.Р. Баданова¹, И.К. Баданов², К.Т. Маханбеталиева¹,
Г.О. Тулендиева¹, Г.А. Касымова¹**

¹Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

²Казахстанский национальный технический университет им. К.И. Сатбаева,
г. Алматы, Казахстан

ЗАМЕНА ВИЗУАЛЬНОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСКИ ТКАНЕЙ НА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ

Аннотация. В статье рассмотрено совершенствование методов испытания устойчивости окрасок текстильных материалов с заменой визуального метода на объективный колориметрический метод оценки. Предложен новый метод испытания устойчивости окраски текстильных материалов. Проведен анализ отечественных и зарубежных стандартов, устанавливающих расчет и установление норм устойчивости окраски х/б тканей и сравнение их с нормами международных и отечественных стандартов. Показано, что разработка методов инструментального определения устойчивости окраски к трению и являющийся альтернативным по отношению к методу визуальной оценки устойчивости окраски любого текстильного материала по серой шкале, является в настоящее время актуальной и перспективной научно-технической задачей. Предложен новый способ оценки прочности окраски материалов текстильных. После проведения механических воздействий на испытуемую окраску проводили оценивание колористических показателей окраски по общему цветовому различию (ΔE), которое измеряли на испытуемой пробе и пробе после механических воздействий. Для обеих проб определяли общее цветовое различие в системе CIEL*a*b*, значения которых пересчитывают в эквивалентные баллы по серой шкале. Оценку в баллах по значению ΔE рассчитывали на компьютере с использованием среды Excel и выводом результатов расчетов на экран дисплея.

Ключевые слова: стандарт, окраска, устойчивость, трение, общее цветовое различие.

МРНТИ 64.29.23

Г.Ю. Калдыбаева¹ – основной автор, | ©
А.А. Турганбаева²¹Ст. преподаватель, магистр, ²Ст. преподаватель, магистр

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-2739-6239>²<https://orcid.org/0000-0003-3099-5988>^{1,2}Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова,

г.Шымкент, Республика Казахстан

¹ gkaldybaeva@mail.ru<https://doi.org/10.55956/QOXM1642>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ШЛИХТОВАНИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРЯЖИ В ТКАЧЕСТВЕ

Аннотация. Нанесение на пряжу покрытия, защищающего ее от воздействия комплексных разрушающих нагрузок, возникающих в процессе ткачества, называется шлихтованием. При этом сохраняются или повышаются разрывная нагрузка и эластичность пряжи. В настоящее время требования к процессу шлихтования резко повысились. На переработку основы в процессе ткачества оказывает влияние термин «приклей для лучшего ткачества» под которым понимают влияние концентрации определенной шликты на основу. Влияние на переплетение ткани очевидно. Помимо структуры ткани важное значение имеет тип ткацкого станка. Для получения хороших результатов в многополотном ткачестве пряжа должна быть хорошо ошлихтована не только с позиции нанесения необходимого защитного покрытия, но и каждая нить основы должна иметь одинаковое натяжение с минимальной вытяжкой при эффективном контроле процесса шлихтования. В данной статье рассмотрены основные факторы, влияющие на технологические свойства пряжи в ткачестве.

Ключевые слова: шликта, приклей, адгезия, шлихтование, концентрация, вязкость шликты



Калдыбаева, Г.Ю. Исследование влияния параметров шлихтования на технологические свойства пряжи в ткачестве [Текст] / Г.Ю. Калдыбаева, А.А. Турганбаева // Механика и технологии / Научный журнал. – 2023. – №1(79). – С.133-140. <https://doi.org/10.55956/QOXM1642>

Введение. Принцип шлихтования с помощью барабанных машин на первый взгляд сравнительно прост, но исключительно сложен в осуществлении. В водных растворах шликты клеящее вещество и смачиватель имеют определенную концентрацию. В большинстве случаев шлихтовальные материалы имеют влажность, которую следует учитывать в расчетах. Пряжа также гидрофильна и обладает определенной влажностью. Шликта наносится при кратковременном погружении пряжи в ванну, излишек шликты удаляется системой отжимных валов. Сушка до определенной влажности производится с помощью нагреваемых паром барабанов. Величина приклея зависит от многих факторов, но в основном от контрации и вязкости шликты, отжима, вида отжимной пары и скорости шлихтования. В процессе шлихтования

следует контролировать истинный приклей. Один и тот же истинный приклей можно получить, комбинируя различные параметры: концентрацию и вязкость шликты, жесткость отжимных валов и отжим.

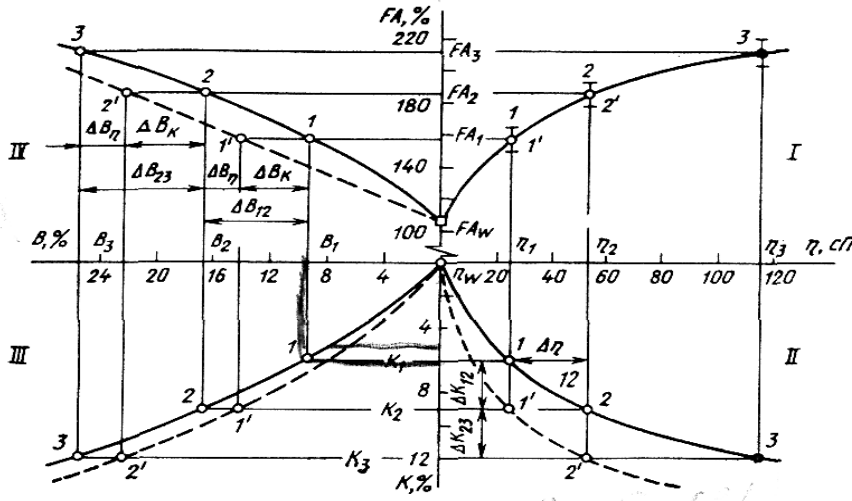
Условия и методы исследования. Влажность шликтовальных материалов неизвестна. Концентрация шликты составляет 12,5 %, видимый приклей до отжима – 120%. В результате, пренебрегая потерями в ценовом поле, получаем 20,37 кг ошлихтованной кондиционной пряжи, намотанной на ткацкий навой. Влага в количестве 17,11 кг удаляется путем испарения. В расчетах была использована входная концентрация, шликты, но при более точных расчетах следует учитывать уменьшение концентрации шликты за счет конденсата. Видимый приклей определить довольно сложно. Трудно подсчитать с любой степенью точности, каким будет приклей при обработке хлопчатобумажной основы из пряжи 15 текс шириной 165 см, состоящей из 6000 нитей, шликтой с концентрацией в ванне 12,5 %, вязкостью 120 сП и давлением отжима 245 кПа. Эти данные можно получить только на практике, соблюдая осторожность при переносе опыта из одних производственных условий в другие. Небольшие отклонения в характеристиках пряжи, условиях погружения, вязкости шликты, условиях отжима и т. д. могут дать значительные изменения в результатах. О трудностях контроля всех условий и необходимости осторожности говорится в статье, посвященной контролю шликтования при высоких концентрациях шликты в ванне [1]: «Важно отметить, что замеченный приклей не должен стать средним практическим приклеем. При обычных неавтоматических ваннах контроль приклея при высокой концентрации шликты не удовлетворителен, потому что сравнительно небольшое изменение концентрации в гораздо большей степени вызовет соответствующие изменения в величине приклея. В таком случае возникают несколько переклеенные основы. Если при использовании сагового крахмала приклей колеблется в пределах 14-18%, это следует признать удовлетворительным».

Тем не менее важно понять, что происходит в шликтовальной ванне. Если предположения, а только так можно назвать результаты обработки первой пробной партии с новым составом шликты, достаточно близки поставленным целям, то при внесении соответствующих поправок уже при обработке второй партии можно получить требуемые результаты.

К сожалению, при изменении концентрации вязкость также изменяется, а приклей связан с обоими параметрами прямо и косвенно. Если для определенной шликты можно получить зависимость между концентрацией и вязкостью, а для определенной пряжи и системы погружения пряжи в шликту зависимость между вязкостью и видимым приклеем. после отжима, то легко найти зависимость между концентрацией и видимым приклеем после отжима. Если известна зависимость между видимым приклеем после отжима и истинным приклеем, то с помощью трехквadrантного графа можно предсказать величину истинного приклея для шликты определенной концентрации. На рисунке 1 показана шликтовальная диаграмма для пряжи 36 текс пневмомеханического способа прядения, ошлихтованной окисленным картофельным крахмалом при концентрации шликты от 0 до 12 %, вязкости от 0 до 120 сП, имеющей влажность после отжима от 100 до 220 %.

Нужно отметить, что это не совсем обычные условия, так как пряжа пневмомеханического способа прядения имеет характерную для нее высокую влажность после отжима, но здесь важно показать для определенных условий взаимосвязь концентрации и вязкости шликты. Линии в квадрантах II, III, IV

характеризуют влияние степени расщепления крахмала на концентрацию и вязкость шликты, видимый и истинный приклей: штриховые линии соответствуют высокомодифицированному крахмалу с низкой вязкостью, сплошные линии — высоковязкому крахмалу с малой степенью деструкции. Ясно видна разница в величине приклея при одном и том же видимом приклее после отжима.



К – концентрация шликты; η – вязкость шликты; FA – видимый приклей после отжима; B – истинный приклей.

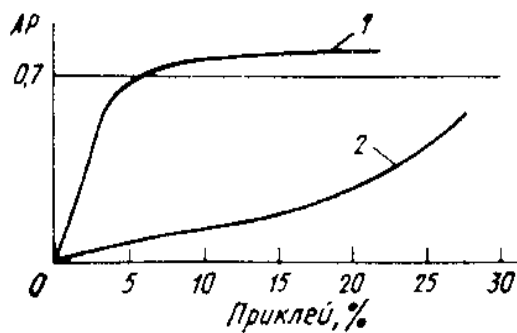
Рис. 1. Шлихтовальная диаграмма для пряжи пневмомеханического прядения 36 текс

Очень важно влияние величины отжима и жесткости отжимных валов, так как в связи с экономией энергии на сильный отжим все больше обращают внимание. Было доказано, что при увеличении отжима в 6 раз при концентрации шликты 75 % видимый приклей после отжима можно сократить в 2 раза, при этом истинный приклей остается прежним. Видимый приклей после отжима можно уменьшить фундаментальными изменениями в характеристиках шлихтовальных материалов и интенсификацией механического отжима. Для текстурированных полиэфирных нитей, обработанных эмульсией из акрилполимеров с концентрацией 25%, видимый приклей после отжима изменяется от 90 до 110%. В настоящее время используются полимерные дисперсии высокой концентрации. В некоторых из них содержится 65 % сухого вещества. Применение их позволяет при том же истинном приклее снизить видимый приклей после отжима до 40 %.

Результаты исследований. Даже при самых лучших условиях часть шликты осыпается в ценовом поле шлихтовальной машины или на ткацком станке. Количеством шликты, осыпавшейся в ценовом поле, можно пренебречь, но на ткацком станке для пряжи, предназначенной для средних по плотности тканей, оно достигает 20-25%. Помимо защитного покрытия клеящее вещество увеличивает межволоконные связи и разрывную нагрузку пряжи. Обычный метод оценки клеящей способности шлихтовальных материалов и их воздействия на разрывную нагрузку пряжи заключается в

шлихтовании ровницы, отличающейся исключительным сцеплением волокон, а затем испытании ошлихтованного образца при расчетной нулевой длине и длине, превосходящей максимальную штапельную длину ровницы.

На рисунке 2 показан результат испытания двух шлихтовальных материалов. Сила адгезии AP представлена в виде отношения разрывных нагрузок ровницы при двух расчетных длинах образца. Соотношение 0,7 обычно считается хорошим.



1 – высокая; 2 – низкая.

Рис. 2. Адгезионная способность шлихты

При облете шлихты ухудшаются не только параметры работы станка. Шлихта и связанный с ней пух попадают в механизмы, вызывая нарушения в их работе, а также зарабатываются в ткань, снижая ее качество. Важное значение имеют стандарты, регламентирующие загрязненность воздуха. Содержание пыли и пуха в воздухе значительно меняется в зависимости от вида пряжи, способа ткачества и вентиляционного оборудования. Существует четкая зависимость между содержанием пыли и пуха в воздухе и производительностью ткацкого станка. Если ткацкий станок работает с производительностью, в 3 или 4 раза превышающей производительность автоматического станка, следует ожидать увеличения содержания пыли и пуха в воздухе примерно во столько же раз. Обычно содержание пыли в воздухе ткацкого цеха, оснащенного автоматическими станками, составляет от 0,9 до 3,5 мг/м³, а цеха, оснащенного бесчелночными станками, – от 4 до 7,5 мг/м³. При увеличении приклея облет шлихты увеличивается, но уменьшается выделение пуха, а сумма обеих величин равномерно уменьшается. Логично предположить, что приклея, соответствующий минимальному выделению пуха, будет соответствовать минимальной обрывности в ткачестве. Однако автор [2] показал, что это не всегда так и что оптимальный для ткачества приклея обычно ниже, чем приклея, обеспечивающий минимальное выделение пуха.

Некоторое оборудование для расшлихтовки тканей нельзя использовать эффективно для шлихты из крахмала, так как крахмал забивает мембраны [3].

Параметры шлихтования имеют такое же важное значение, как и тип ткацкого оборудования [4]. К ним относятся плотность полотна основы при погружении в шлихту, характеристики основы, вязкость шлихты, условия отжима. Пряжа пневмомеханического способа прядения впитывает на 15% больше шлихты, чем пряжа той же линейной плотности с кольцевых прядильных машин. Значительное влияние на приклея оказывает плотность полотна основы. При большой плотности основы приклея на различных нитях колеблется в зависимости от их положения при погружении в шлихту, в результате чего получается низкий средний приклея. Ткань с переплетением атлас 5/2 имеет по основе 37 нитей на 1 см. В клеевой ванне на 1 см приходится 35 нитей. Пряжа 50 текс имеет диаметр $0,41 \cdot 10^{-2}$ см, что для 35 основных нитей составляет 0,52 см. При таких условиях раствору шлихты трудно проникать между отдельными нитями. Идеально расстояние между нитями должно быть

равно примерно диаметру пряжи. В данном случае этого можно достичь, разделив полотно основы для шлихтования на две части.

Общее пространство, занимаемое хлопчатобумажной пряжей, должно составлять 50% ширины вала по полотну основы, а полиэфирно-хлопчатобумажной пряжей – 67%. После эффективного нанесения защитной пленки важно предварительно подсушить основу до такой степени, чтобы нити не склеивались между собой. Обычно две половины основы подсушивают отдельно на двух или трех барабанах, а затем на оставшихся сушат уже всю основу [5]. Часто одну половину основы после первого проклеивающего устройства предварительно сушат на трех дополнительных барабанах, другую половину основы – на трех задних барабанах девятибарабанной машины, и на оставшихся шести барабанах производится окончательная сушка всей основы. Более удобно использование специального устройства Синхро 4 фирмы «Целл», устанавливаемого между проклеивающими устройствами и сушильным устройством и состоящего из четырех сушильных барабанов. Разделенная основа предварительно высушивается на двух барабанах, а затем вся подвергается обычной сушке. Некоторые утверждают, что раздельная предварительная сушка имеет более важное значение, чем раздельное шлихтование, и поэтому Синхро 4 часто используется с одинарной шлихтовальной ванной. Опыт показывает, что оба подхода одинаково важны и представляют собой большой шаг в совершенствовании процесса шлихтования.

Обсуждение научных результатов. Жесткость и материал отжимных валов оказывают большое влияние на величину приклея, но связи здесь довольно сложные и трудно поддаются определению. Как правило, более жесткие валы дают больший приклея, чем мягкие. Однако важное значение имеет и материал поверхности. Считаются удовлетворительными валы с твердостью по Шору 55-60 единиц, более жесткие валы можно рекомендовать только для некоторых специальных случаев.

На рисунке 3 показана зависимость между скоростью шлихтования и усилием отжима на тихом ходу для автоматической системы контроля.

На тихом ходу усилие отжима составляет 1,5 кН, а при максимальной

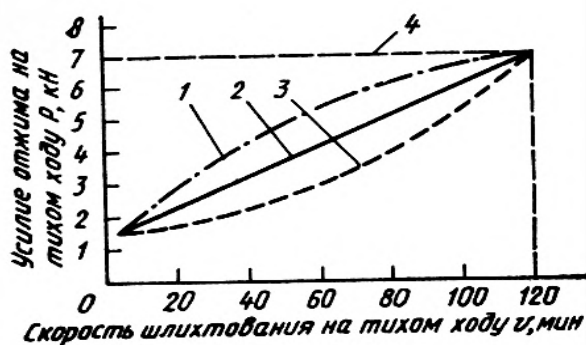


Рис. 3. Зависимость между скоростью шлихтования и усилием отжима для автоматической системы контроля

скорости машины 120 м/мин – 7 кН. Между двумя предельными значениями регулирование можно производить или по линейному, или по экспоненциальному закону. Линейная зависимость имеет вид

$$P = 1,5 + 0,046 v,$$

где P — усилие отжима, кН;
 v — скорость шлихтования, м/мин.

Можно увеличить примерно в 2 раза вязкость шлихты и в 10 раз усилие отжима, что вдвое уменьшит количество влаги, испаряемой с единицы длины основы. Однако существующее оборудование не позволяет получить такую

степень отжима. Для этого требуются специально сконструированные проклеивающие устройства. Проклеивающий аппарат 789 фирмы «Вест Пойнт» имеет одну отжимную пару с усилием отжима до 90,8 кН, или около 0,5 кН на 1 см полотна основы, при ширине отжимного вала 183 см. Вязкость шлихты оказывает сложное воздействие на величину приклея. Например, одной из проблем использования полистирола в шлихтовании с растворителями является хорошее проникание раствора внутрь пряжи, что в итоге дает приклей от 20 до 25%. Цель шлихтования, как говорилось, – нанесение на пряжу защитной пленки, и хотя проникание шлихты глубь пряжи увеличивает связь волокон между собой и соответственно прочность на разрыв пряжи, однако ухудшает ее гибкость и растяжимость [6].

Заключение. Шлихтовальные материалы, оборудование и средства контроля в настоящее время достигли такого уровня, что шлихтование не является непредсказуемым процессом. Рецепт шлихты может быть составлен в зависимости от требований в ткачестве, для определенного оборудования и средств контроля и обеспечивать необходимую степень нанесения пленки шлихты и ее проникание внутрь пряжи. Параметрами процесса уже можно управлять таким образом, что ни одно из физических свойств пряжи не ухудшится при пропитывании, сушке, разделении и наматывании нитей на ткацкий навой.

К сожалению, не во всех шлихтовальных отделах получают максимум из того, что дают имеющиеся оборудование и технология. Неправильный выбор методики или плохо работающее оборудование не обеспечивают полного контроля процесса и соблюдения технических стандартов. При взвешивании шлихтовальных материалов часто не учитывают их влажность, что для некоторых гигроскопических материалов дает ошибку порядка 20%. Приборы для измерения массы и объема часто не выверены. В результате концентрация шлихты может заметно отличаться от концентрации, определенной по шлихтовальной диаграмме (см. рис. 3). Если в клеевой ванне не поддерживаются оптимальные концентрация и вязкость шлихты, не удастся получить ткацкие навои хорошего качества. Это происходит из-за неправильной работы датчиков температуры шлихты в ванне и натяжения основы, а также неправильного выбора давления отжима на тихом и рабочем ходу.

Необходимо контролировать и управлять еще целым рядом параметров, если нужно получить ткацкий навой хорошего качества. Для этого следует правильно выбрать методики измерений, записи и оценки результатов, предусмотреть текущий анализ результатов. В результате причины отклонений от стандартных показателей будут выявлены сразу и по ним будут приняты меры.

Список литературы

1. Назарова, М.В. Теория процессов подготовки нитей к ткачеству [Текст] / М.В. Назарова, В.Ю. Романов / Часть II: Учеб. пособие / ВолгГТУ, – Волгоград: 2006. – 68 с.
2. Козлова, Т.В. Разработка технологических параметров подготовки основных нитей для изготовления высокоплотных тканей на станке [Текст] / Т.В. Козлова / СТБ: дис. канд. ист. наук: 05.19.03 / Козлова Татьяна Владимировна. – М.: 1998. – 175 с.
3. Назарова, М.В. Исследование влияния заправочных параметров на эффективность процесса шлихтования хлопчатобумажной пряжи [Текст] / М.В.

- Назарова, А.А. Завьялов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 12-5. – С. 810-813;
4. Gokarneshan, N. New Fabric Structure And Design. // Age International Publications, 2009. – 170 p.
 5. Фролов, В.Д. Технология и оборудование текстильного производства [Текст] / В.Д. Фролов, Г.В. Башкова, А.П. Башков. / Ч.1 Производство пряжи и нитей: учебное пособие. – Иваново: ИГТА, 2006.
 6. Николаев, С.Д. Пестроткани. Особенности строения и технологии выработки [Текст] / С.Д. Николаев, С.В. Малецкая. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2005.

Материал поступил в редакцию 18.03.23.

Г.Ю. Калдыбаева¹, А.А. Турганбаева¹

¹*М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан*

ТОҚУДАҒЫ ИІРІЛГЕН ЖІПТІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ШЛИХТАУ ПАРАМЕТРЛЕРІНІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Иірілген жіпке оны тоқу процесінде пайда болатын күрделі деструктивті жүктемелердің әсерінен қорғайтын жабынды қолдану шлихтау деп аталады. Бұл жағдайда иірілген жіптің жыртылу жүктемесі мен икемділігі сақталады немесе жоғарылайды. Қазіргі уақытта шлихтау процесіне қойылатын талаптар күрт өсті. Тоқу процесінде негізді қайта өңдеуге "жақсы тоқу үшін желім" термині әсер етеді, ол белгілі бір шлихтаның негізге концентрациясының әсерін білдіреді. Матаның өрілуіне әсері айқын. Матаның құрылымынан басқа, тоқу станогының түрі де маңызды. Көп қабатты тоқуда жақсы нәтижеге қол жеткізу үшін иірілген жіп қажетті қорғаныс қабатын қолдану тұрғысынан ғана емес, сонымен қатар әр жіптің тартылу процесін тиімді басқара отырып, минималды тартумен бірдей кернеуі болуы керек. Бұл мақалада тоқудағы иірілген жіптің технологиялық қасиеттеріне әсер ететін негізгі факторлар қарастырылған.

Тірек сөздер: шлихта, желім, адгезия, шлихталау, концентрация, шлихтаның тұтқырлығы

G.Yu. Kaldybaeva¹, A.A.Turganbayeva¹

¹*M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan*

STUDY OF THE INFLUENCE OF GUMMING PARAMETERS ON THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF THE YARN IN WEAVING

Abstract. The coating of the yarn to protect it against the complex destructive stresses of the weaving process is called sizing. This maintains or increases the tensile strength and elasticity of the yarn. Nowadays, demands on the sizing process have increased dramatically. The processing of the warp during the weaving process is influenced by the term "weaving adhesion" which refers to the effect of the concentration of a particular schlichte on the warp. The influence on the weaving process is evident. In addition to the fabric structure, the type of weaving machine is important. To achieve good results in multi-strand weaving, the yarn must not only be correctly ground to provide the necessary surface protection, but also each warp beam must be of equal tension with minimum stretch while effectively controlling the grinding process. This article deals with the main factors affecting the technological properties of the yarn in weaving.

Keywords: sizing gum, gluing, adhesion, gumming, concentration, viscosity of the sizing gum.

References

1. Nazarova, M. V., Romanov, V. Yu. Teoriya processov podgotovki nitej k tkachestvu [Theory of thread preparation processes for weaving]. Part II: Textbook / VolgSTU, Volgograd, 2006. – 68 p. [in Russian]
2. Kozlova, T.V. Razrabotka tekhnologicheskikh parametrov podgotovki osnovnykh nitej dlya izgotovleniya vysokoplotnykh tkanej na stanke [Development of technological parameters for the preparation of basic threads for the manufacture of high-density fabrics on the STB machine]: dis. kand. ist. nauk [dis. Candidate of Historical Sciences]: 05.19.03 – M., 1998. – 175 p. [in Russian]
3. Nazarova, M.V., Zavyalov, A.A. Issledovanie vliyaniya zapravochnykh parametrov na effektivnost' processa shlihtovaniya hlochatobumazhnoj pryazhi [Investigation of the influence of filling parameters on the efficiency of the process of dressing cotton yarn] // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij [International Journal of Applied and Fundamental Research]. – 2015. – No. 12-5. – p. 810-813. [in Russian]
4. Fabric Structure And Design. N. Gokarneshan, New Age International Publications, 2009, 170 pages
5. Frolov, V.D., Bashkova, G.V., Bashkov, A.P. Tekhnologiya i oborudovanie tekstil'nogo proizvodstva [Technology and equipment of textile production]. Part 1 Proizvolstvo pryazhi i nitej: uchebnoe posobie [Production of yarn and threads: a textbook]. – Ivanovo: IGTA, 2006. [in Russian]
6. Nikolaev, S.D., Maletskaya, S. V. Pestrotkani. Osobennosti stroeniya i tekhnologii vyrabotki [Pestrotkani. Features of the structure and technology of production]. – M.: MGTU im. A.N. Kosygina [Kosygin Moscow State Technical University], 2005. [in Russian]

МРНТИ 65.33.29

О.Н. Харлова¹ – основной автор, ©
Е.Г. Панферова²¹Д-р техн. наук, доцент, ²Канд. техн. наук, доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0007-1018-6434>^{1,2}Новосибирский технологический институт (филиал)
Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина
г. Новосибирск, Россия¹panferovaeg@mail.ru<https://doi.org/10.55956/EEOJ3642>

КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВ ФИГУР ЖЕНЩИН С ОГРАНИЧЕННЫМИ ДВИГАТЕЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

Аннотация. В статье представлены исследования особенностей морфологического строения фигур женщин с ограниченными двигательными возможностями для разработки классификации типов фигур. Выделены наиболее характерные признаки разных типов фигур, которые положены в основу классификации фигур женщин с ограниченными двигательными возможностями с использованием метода анализа иерархий.

Ключевые слова: одежда, фигуры женщин, морфологическое строение, признаки деформации, церебральный паралич, унификация.



Харлова, О.Н. Классификации типов фигур женщин с ограниченными двигательными возможностями на основе метода анализа иерархий [Текст] / О.Н. Харлова, Е.Г. Панферова // Механика и технологии / Научный журнал. – 2023. – №1(79). – С.141-147. <https://doi.org/10.55956/EEOJ3642>

Введение. Не вызывает сомнения, что одежда является предметом первой необходимости и используется человеком ежедневно не только для защиты тела от неблагоприятных воздействий окружающей среды, но и для обеспечения взаимосвязи с окружающей социальной и физической средой. Трудно переоценить влияние одежды на степень самостоятельности человека, создание и поддержание его физического и психологического комфорта. Проектирование удобной, эстетически привлекательной, отвечающей комплексу специфических свойств и требований одежды для женщин с ограниченными двигательными возможностями, позволяющей обеспечить высокий уровень комфорта и уровень жизни, является комплексной проблемой, решение которой находится на стыке таких отраслей, как медицина, биомеханика, материаловедение, конфекционирование, конструирование, антропология, психология и т.д.

Деформация опорно-двигательного аппарата у людей, страдающих церебральным параличом (ЦП), отличается многообразием, сложностью и взаимной обусловленностью. Существующие международные медицинские классификации детского ЦП основаны на этиологических признаках [1]. При

проектировании одежды для взрослых людей с заболеванием опорно-двигательного аппарата международная классификация ЦП не может быть использована, так как она не дает информации о морфологических особенностях строения фигуры взрослого человека. В исследованиях [2] представлена разработанная авторами классификация особенностей строения тела ребенка с детским ЦП в зависимости от степени деформации органов опоры, характера и степени двигательных отклонений. В классификации выделено два типа отклонений: в статике и динамике. При разработке классификации, характеризующей деформацию тела взрослых женщин с ЦП, необходимо опираться на морфологические особенности строения фигур, что позволяет учитывать особенности степени деформации органов опоры, характера и степени двигательных отклонений.

Условия и методы исследований. В исследованиях по разработке классификации морфологического строения тела женщины с церебральным параличом участвовало 10 женщин, страдающих разными формами ЦП, с целью выявления основных деформаций верхних, нижних конечностей и туловища. Анализ особенностей заболевания, степени деформации органов опоры, характера и степени двигательных отклонений позволили выделить варианты типов фигур с различными особенностями морфологии, схема которых представлена на рисунке 1. Более детальное описание характерных морфологических особенностей каждого типа фигуры представлено ниже.



Рис. 1. Схема вариантов морфологического строения тела женщины с церебральным параличом

Характеристика первой фигуры. Фигура с выраженной асимметрией тела, искривление позвоночника, в вертикальном положении верхняя часть туловища повернута относительно нижней. Также наблюдается асимметричная Х-образная форма ног и деформация стоп (косолапие). В положении «стоя» у женщины ноги согнуты в коленном суставе, корпус туловища наклонен вперед. В положении «сидя» колени сведены, а пятки расходятся в стороны. Из-за асимметрии тела нарушаются пропорции тела, разные величины: длина плечевого скача, длина рук и ног, уменьшение левой стороны туловища.

Характеристика второй фигуры. Женщина находится в инвалидном кресле, небольшая асимметрия верхней части тела, разный угол наклона плеча. В положении «сидя» у женщины колени сведены, а носки разведены в стороны.

Характеристика третьей фигуры. Женщина передвигается с помощью трости. Верхняя часть тела наклонена вперед. В положении «стоя» ноги Л-образной формы, носок правой стопы повернут во внешнюю сторону. При движении ноги немного согнуты в коленном суставе, пятки сведены, носки разведены.

Характеристика четвертой фигуры. В вертикальном положении верхняя часть туловища повернута относительно нижней. Также наблюдается асимметричная Х-образная форма ног. В положении «сидя» ноги в свободном положении.

Характеристика пятой фигуры. Осанка сутулая, разный угол наклона плеч. Деформация стоп, для устойчивости используется специальная ортопедическая обувь. В положении «сидя» колени сведены, стопы на ширине плеч.

Характеристика шестой фигуры. Женщина находится в инвалидном кресле. Осанка сутулая, руки прижаты к туловищу, пальцы на руках растопырены, колени сведены, деформация стоп, носки сведены, пятки разведены.

Характеристика седьмой фигуры. Женщина ходит на цыпочках, не полное разгибание ног в коленном суставе. Верхняя часть не деформированная.

Характеристика восьмой фигуры. Респондент с легкой формой ЦП, небольшая асимметрия тела, форма ног О-образная, руки приведены к туловищу.

Характеристика девятой фигуры. Осанка сутулая, ноги согнуты в коленном суставе, косолапие, правая рука согнута в локте и прижата к телу.

Характеристика десятой фигуры. При ходьбе отведение ноги в сторону, осанка кифотическая.

Таким образом, анализ женских фигур с ЦП подтверждает многообразие деформаций в области верхних, нижних конечностей и туловища. Однако, есть общие признаки деформаций, что позволяет провести унификацию типов фигур. Так, например, при разных формах ЦП наблюдаются общие деформации верхних конечностей: руки приведены к туловищу, деформация в плечевых суставах, рука согнута в локтевом суставе, пальцы сжаты в кулак и др.

Для выделения типов фигур с морфологическими особенностями необходимо провести типизацию фигур на основании морфологических отклонений. С этой целью использован метод анализа иерархий (МАИ) [3].

Задачей применения МАИ в проводимых исследованиях является следующее: с помощью построенной иерархической структуры необходимо выделить типы фигур, в которых будут учтены наиболее часто встречаемые морфологические особенности женщин с ЦП. На выделенные типы фигур далее необходимо разработать и унифицировать конструкции деталей изделий или типовые базовые конструкции (ТБК), что дает возможность запуска изделий в промышленных условиях малыми сериями.

Результаты исследований и их обсуждение. На первом этапе для решения задачи исследования разработана иерархическая модель типов фигур женщин с ЦП, представленная на рисунке 2.

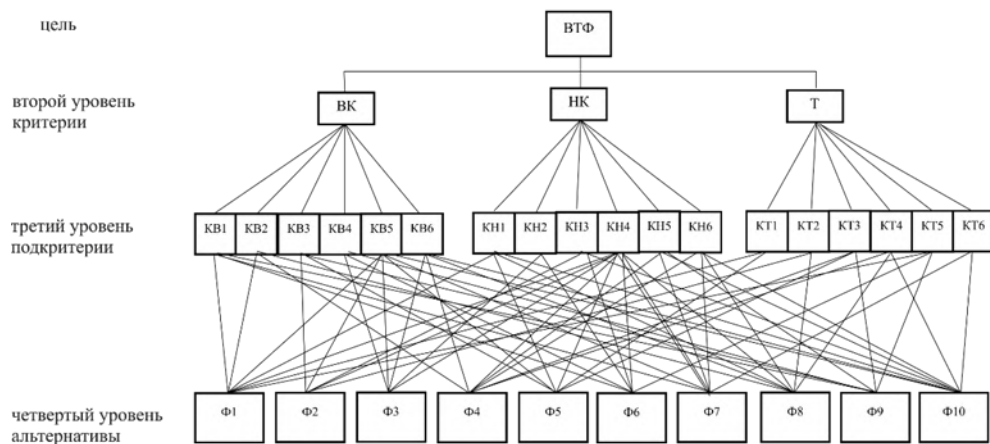


Рис. 2. Иерархическая модель выбора типов фигур

Цель составляет высший уровень иерархии (уровень 1). На этом уровне может находиться лишь один объект. На следующих вниз уровнях находятся критерии. По системе этих критериев оцениваются сравниваемые объекты (называемые «альтернативами»). В данном исследовании рассмотрено 10 типов фигур со всеми возможными сочетаниями наиболее часто встречаемых деформаций. В иерархической схеме они определяются как альтернативы – Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5, Ф6, Ф7, Ф8, Ф9, Ф10, учитывающие разные морфологические отличия в строении тела женщин с ЦП. Из этих сочетаний необходимо выбрать распространённые варианты по критериям: ВК-верхние конечности, НК-нижние конечности, Т-туловище.

Далее использован математический метод сочетания для того, чтобы определить, сколько комбинаций определенного типа можно составить из элементов, составляющих иерархическую модель. Имеется 3 основных критерия: ВК-верхние конечности, НК-нижние конечности и Т-туловище. Для каждого критерия выявлены вариации возможных деформаций в определенной области, они будут называться «подкритерии». В каждом из 3 критериев по 6 подкритериев – вариаций деформаций (см. рис.2):

ВК – приведены к туловищу, разведены в сторону, согнуты в локтевом суставе, изогнуты в плечевых суставах, пальцы сжаты в кулак, кисть в положении сгибания;

НК – Х-образные, О-образные, Л-образные, деформация стоп, ноги перекошены, одна нога разогнута и повернута внутрь;

T (осанка) – сутулая, кифотическая, s-образная, с-образная, асимметричная, лортодическая.

Число всех сочетаний элементов иерархической модели вычисляется по формуле 1:

$$C_n^k = \frac{n!}{(n-k)! \times k!} \quad (1)$$

где: k – критерии, в иерархической модели их 3 (ВК, НК и T); n – подкритерии (вариации деформаций), в каждом критерии по 6 элементов, тем самым всего вариаций 18.

Суть расчетов сводится к тому, чтобы выявить наиболее значимые и часто встречаемые деформации в каждом критерии (ВК, НК и T).

Третий этап. Выявление наиболее часто встречаемых типов фигур женщин с ЦП осуществляется на основе определения степени значимости тех или иных деформаций тела. Это позволит определить типы фигур женщин, для которых возможно унифицировать конструкции деталей одежды или разработать унифицированные ТБК, на основе которых осуществлять внесение корректировок, согласно морфологическим особенностям. Составлены матрицы подкритериев и рассчитана частота встречаемости тех или иных фигур. Наиболее часто встречающимися оказались фигуры Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5 и Ф10, так как показатель частоты встречаемости выше, чем у остальных. Из иерархической структуры рисунка 3 видно, что фигура Ф1 имеет следующие связи: верхние конечности: разведены в сторону, приведены к туловищу; нижние конечности: X-образные, деформация стоп; туловище (положение осанки): сутулая, асимметричная.

У фигуры Ф4 следующие связи: верхние конечности: разведены в сторону, кисть в положении сгибания; нижние конечности: ноги перекошены, деформация стоп; туловище (положение осанки): С-образная, кифотическая.

На все выделенные 10 фигур можно разрабатывать ТБК, но на 6 типов фигур, обладающих наибольшей частотой встречаемости, разрабатываются унифицированные ТБК, а также используется алгоритм преобразований ТБК, который учитывает морфологические изменения конкретной фигуры. Таким образом, в рамках промышленного выпуска одежды возможно изготовление изделий по разработанным унифицированным ТБК для выделенных основных 6 типов фигур малыми сериями.

Заключение. Подобная модификация ТБК позволит производить одежду, отвечающую повышенным требованиям эргономичности, учитывающую особенности строения конкретной фигуры, удовлетворяя социальные запросы данной группы потребителей, и добиться экономической целесообразности для производителя подобной одежды за счет сокращения материальных и трудовых затрат на конструкторскую и технологическую подготовку производства.

Список литературы

1. Семенова, К. А. Медицинская реабилитация и социальная адаптация больных детским церебральным параличом: (Руководство для врачей) [Текст] / Под ред. Н.М. Маджидова. – Ташкент: Медицина, – 1979. – 488 с.
2. Харлова, О.Н. Проектирование одежды на основе компьютерной визуализации образа ребенка-инвалида [Текст] / О.Н. Харлова, Е.Г.Панферова,

- И.Ю.Соколовская // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2009. – №1. – С. 123-126.
3. Саати, Т. Л. Принятие решений: Метод анализа иерархий [Текст] / Пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, – 1993. – 314 с.

Материал поступил в редакцию 04.03.23.

О.Н. Харлова¹, Е.Г. Панферова¹

¹А.Н. Косыгин атындағы Ресей мемлекеттік университетінің
Новосібір технологиялық институты (филиал), Новосібір қ., Ресей

ИЕРАРХИЯЛЫҚ ТАЛДАУ ӘДІСІ НЕГІЗІНДЕ ҚОЗҒАЛЫС МҮМКІНДІГІ ШЕКТЕУЛІ ӘЙЕЛДЕР ФИГУРАЛАРЫНЫҢ ЖІКТЕЛУ ТҮРЛЕРІ

Аңдатпа. Мақалада фигуралар түрлерінің жіктелуін дамыту үшін моторикасы шектеулі әйелдер фигураларының морфологиялық құрылымының ерекшеліктері туралы зерттеулер қарастырылған. Иерархияларды талдау әдісін қолдана отырып, моторикасы шектеулі әйелдердің фигураларын жіктеуге негіз болатын әр түрлі фигуралардың өзіне тән белгілері анықталды.

Тірек сөздер: киім, әйелдер фигуралары, морфологиялық құрылым, деформация белгілері, церебральды сал арууы, біріздендіру.

O.N. Kharlova¹, E.G. Panferova¹

¹Novosibirsk Institute of Technology (branch) of the A.N. Kosygin Russian State University,
Novosibirsk, Russia

CLASSIFICATION OF TYPES OF FEMALE FIGURES WITH MOTOR DISABILITIES BASED ON THE METHOD OF HIERARCHY ANALYSIS

Abstract. The article presents studies of the features of the morphological structure of the figures of women with limited motor abilities to develop a classification of types of figures. The most characteristic features of different types of figures are identified, which form the basis for the classification of the figures of women with limited motor abilities using the method of analyzing hierarchies.

Keywords: clothes, women's figures, morphological structure, signs of deformation, cerebral palsy, unification.

References

1. Semenova, K.A. Medicinskaya reabilitaciya i social'naya adaptaciya bol'nyh detskim cerebral'nym paralichom: (Rukovodstvo dlya vrachej) [Medical rehabilitation and social adaptation of patients with cerebral palsy: (A Guide for doctors)] / Pod red. N.M. Madzhidova [Edited by N.M. Majidov]. – Tashkent: Medicine, – 1979. – 488 p. [in Russian]
2. Kharlova, O.N., Panferova, E.G., Sokolovskaya, I.Yu. Proektirovanie odezhdy na osnove komp'yuternoj vizualizacii obraza rebenka-invalida [Designing clothes based on computer visualization of the image of a disabled child] // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Tekhnicheskie nauki. [News of higher educational institutions. North Caucasian region. Technical science]. – 2009. – No. 1. – P. 123-126. [in Russian]

3. Saati, T.L. Prinyatie reshenij: Metod analiza ierarhij [Decision-making: Hierarchy Analysis Method] / Translated from the English by R. G. Vachnadze [Per. s angl. R. G. Vachnadze]. – M.: Radio i svyaz' [Radio and communication], – 1993. – 314 p. [in Russian]

FTAMP 27.43.17

А.М. Айтказина¹ - негізгі автор, | ©
Ә.Ж. Махмут²¹Магистр, аға оқытушы, ²Студент

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-1104-3060>; ²<https://orcid.org/0000-0002-6438-0108>^{1,2}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,

Тараз қ., Қазақстан Республикасы

¹mahmutasima423@gmail.com<https://doi.org/10.55956/YRNN3245>

МАТЕМАТИКАЛЫҚ СТАТИСТИКАДАҒЫ АССОЦИАЦИЯ ЖӘНЕ КОНТИНГЕНЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТІНІҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ

Аңдатпа. Мақалада математикалық статистикадағы ассоциация және контингенция коэффициентінің қолданылуында сапалық белгілер арасындағы байланыстың тығыздық деңгейін бағалау қарастырылған. Ассоциация және контингенция коэффициенттері балама белгілермен берілген екі сапалық байланыс тығыздығын анықтау мақсатында, контингенция коэффициенті мен ассоциация коэффициенттерін салыстыру кестесі арқылы талданған. Қорытынды кезінде, ассоциация коэффициентінің контингенция коэффициентінің мәніне қарағанда үлкен болатындығы мысалдар арқылы дәлелденген.

Тірек сөздер: Ассоциация, коэффициент, контингенция, аргумент, статистика, кесте, ұяшық.



Айтказина, А.М. Математикалық статистикадағы ассоциация және контингенция коэффициентінің қолданылуы [Мәтін] / А.М. Айтказина, Ә.Ж. Махмут // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №1(79). – Б.148-152. <https://doi.org/10.55956/YRNN3245>

Кіріспе. Контингенция және ассоциация коэффициенттері дегеніміз – балама белгілер арасындағы байланыс тығыздығын бағалайтын көрсеткіштер. Ассоциация коэффициентінің мәні контингенция коэффициентінің мәніне қарағанда үлкен болады.

Зерттеу шарттары мен әдістері келесідей:

- сапалық белгілер арасындағы байланыстардың қолданылуын зерттеу;
- контингенция және ассоциация коэффициенттерін салыстыру;
- математикалық статистикада ассоциация мен контингенцияның қолданылу коэффициенттерін кесте жүзінде қарастыра отырып, зерттеу.

Зерттеу нәтижелері. Ассоциация және контингенция коэффициенттері балама белгілермен берілген екі сапалық байланыс тығыздығын анықтау мақсатында пайдаланылады.

Ассоциация және контингенция коэффициенттерін есептеу үшін мынадай кесте қолданылады [1]:

Кесте 1

Ассоциация, контингенция коэффициенттерін есептеу

1-белгі	2-белгі		Барлығы
	Бар	Жоқ	
Бар	a	b	$a + b$
Жоқ	c	d	$c + d$
Барлығы	$a + c$	$b + d$	$a + b + c + d$

Ұсынылған кесте «Төрт өрістің кестелері» деп аталады, ал жиіліктер сәйкесінше a, b, c, d деп қарастырылады.

Ассоциация коэффициенті -1 мен 1 аралығындағы мәндерді қабылдайды:

Егер ассоциация коэффициентінің мәні оң болса, байланыс оң болады;

Егер ассоциация коэффициентінің теріс болса, байланыс теріс болады.

Ассоциация коэффициентін есептеу формуласы:

$$K_A = \frac{a \cdot d - b \cdot c}{a \cdot d + b \cdot c}. \quad (1)$$

«Төрт өріс» деген кестедегі төрт мәннің бірі болмаған кезде, ассоциация коэффициентінің мәні бірге тең болады, ол белгілер арасындағы байланыстың тығыздық деңгейіне жоғары баға береді және контингент коэффициенті мына формуламен есептеледі:

$$K_k = \frac{a \cdot d + b \cdot c}{\sqrt{(a+b) \cdot (b+d) \cdot (a+c) \cdot (c+d)}}. \quad (2)$$

Жоғарыда ассоциация және контингенция коэффициенттерін есептеуге негізделген формулаларды қарастырдық.

Ассоциация мен контингенция коэффициентін есептеуге мысалдар келтірейік [2]:

1-мысал. Қалалардың бірінің тұрғындарының экология бойынша науқандарға қатысуы мен олардың білім деңгейлері арасындағы байланысты зерттейміз. Зерттеу нәтижелері 2-кестеде сипатталады:

Кесте 2

Қала халқының экология бойынша
науқандарға қатысуының білім деңгейіне тәуелділігі

Жұмысшылар топтары	Қала халқының саны	Олардың ішінде	
		Науқандарға қатысушылар	Науқандарға қатыспайтындар
Білім деңгейі орташа	100	78	22
Орташа білімі жоқ	100	32	68
Барлығы	200	110	90

Ассоциация және контингенция коэффициенттерін анықтау керек.

Шешімі:

$$K_A = \frac{78 \cdot 68 - 32 \cdot 22}{78 \cdot 68 + 32 \cdot 22} = 0,766;$$

$$K_k = \frac{78 \cdot 68 - 32 \cdot 22}{\sqrt{(78+22) \cdot (22+68) \cdot (78+32) \cdot (32+68)}} = 0,46. \quad (3)$$

Есептелген ассоциация және контингенция коэффициенттерін ескеріп, қала тұрғындарының экология бойынша науқандарға қатысуы мен олардың білім деңгейі арасындағы байланыс бар, алайда онша маңызды емес.

2-мысал. Білім алушылардың үлгерімі мен оқу-әдістемелік әдебиеттермен қамтамасыз етілуі арасындағы байланысты зерттейміз. Зерттеу нәтижелері 3-кестеде келтірілген мәліметтермен сипатталады [3].

Кесте 3

Білім алушылардың үлгерімі мен оқу-әдістемелік әдебиеттермен қамтамасыз етілуі арасындағы байланысы

Оқу-әдістемелік әдебиеттермен қамтамасыз етілуі	Білім алушылардың саны	
	Үлгеретін білім алушылар	Үлгермейтін білім алушылар
Қамтамасыз етілгені	42	7
Қамтамасыз етілмегені	15	11
Барлығы	57	18

Ассоциация және контингенция коэффициенттерін анықтау керек.

Шешімі:

$$K_A = \frac{42 \cdot 11 - 15 \cdot 7}{42 \cdot 11 + 15 \cdot 7} = 0,63;$$

$$K_k = \frac{42 \cdot 11 - 15 \cdot 7}{\sqrt{(42+15) \cdot (15+11) \cdot (11+7) \cdot (42+7)}} = \frac{462-105}{\sqrt{1307124}} = 0,32. \quad (4)$$

Ғылыми нәтижелерді талқылау. Демек, алынған мәндер білім алушылардың үлгерімі және олардың оқу-әдістемелік әдебиеттерімен қамтамасыз етілуі арасында байланыс бар дегенді білдіреді.

Екі дихотомиялық аргументтер арасындағы байланысты анықтау үшін мәліметтерді 2×2 конъюгация кестесіне орналастырамыз. 4-кестедегі мысалда кәсіподақ қызметі мен жалақы мөлшері арасындағы байланыс зерттеледі [4,5].

3-кестеге сай келетін мәнін есептейік: яғни, зерттелетін белгілердің арасындағы байланыс тығызрақ болып келеді. Белсенділік таныту мен жалақының арасындағы байланыс болмаған кезде, бізде әр ұяшықта кесте пайда болады. 1-ден 25 адамға дейін, содан кейін ассоциация коэффициенті: 0 болады. Юланың байланыс өлшемі өзара үйлесімді және өзара сай келмейтін мәндер жұптарының пайда болу ықтималдығын салыстыруға келтірілген.

3-кестеге сай зерттелген коэффициенттерден белгілер арасындағы байланыстың тығыз екенін айқындадық.

Кесте 4

Кәсіпорындағы белсенділік және жалақы мөлшері арасындағы байланысы

Белсенділік көрінісі	Жалақы мөлшері		Барлығы
	Жоғары	Төмен	
Жоғары	45	5	50
Төмен	15	35	50
Барлығы	60	40	100

Ассоциация және контингенция коэффициентін анықтау керек. Шешімі:

$$K_A = \frac{45 \cdot 35 - 15 \cdot 5}{45 \cdot 35 + 15 \cdot 5} = 0,9$$

$$K_k = \frac{45 \cdot 35 - 15 \cdot 5}{\sqrt{(45+35) \cdot (15+5) \cdot (35+5) \cdot (45+5)}} = \frac{1575-75}{\sqrt{8000000}} = 0,53. \quad (5)$$

4-кестеде жалақы мен кәсіподақтағы жұмыс жайлы ақпараттар алынған 100 жұмысшының санаттары бойынша қалай бөлінгендігі көрсетілген. Бұл айнымалылар бір-бірімен байланысты екені белгілі: кәсіподақтағы жоғары белсенділік (немесе белсенділік) пен жоғары (төмен) жалақының сәйкестігі бар адамдардың бірдей тап болуы мүмкін емес.

Кәсіподақта белсенді жұмыс істейтіндердің арасында жоғары жалақы алатын жұмысшыларды кездестіру ықтималдығы белсенділігімен ерекшеленбейтіндерге қарағанда екі есеге жоғары болып келеді. Мұндай кестелер үшін арнайы байланыс шаралары жасалды. Оларға ассоциация коэффициенті және контингент коэффициенттері жатады.

Ассоциация коэффициенті $\{0, 1\}$ аралығындағы мәндерді қабылдайды:

0 – байланыстың болмауы,

1 – толық байланыс.

4-кестедегі мәліметтерге сүйене отырып, кәсіпорындағы белсенді жұмысшылардың арасында жалақысы жоғары жұмысшыларды кездестіру ықтималдығы белсенділікпен ерекшеленбейтіндерге қарағанда анағұрлым жоғары екенін зерттедік.

Мысалдан «Жоғары белсенділік-жоғары жалақы», «төмен белсенділік - төмен жалақы» үйлесімділікті; «төмен белсенділік - жоғары жалақы», «жоғары белсенділік - төмен жалақы» үйлесімсіздікті сипаттайды. Егер 2×2 кестедегі ұяшықтардың кем дегенде біреуі нөлге тең болса, ассоциация коэффициенті «1» мәнін алады.

Қорытынды. Ассоциация және контингенция коэффициенттері балама белгілермен берілген екі сапалық байланыс тығыздығын анықтау мақсатында пайдаланылды. Ассоциация коэффициентінің мәні контингенция коэффициентінің мәніне қарағанда үлкен болатындығына көз жеткіздік.

Сапалық белгілер арасындағы байланыстың тығыздық деңгейін бағалау процесінде, осы коэффициенттердің әрқайсысы балама белгі ретінде келтірілген ассоциация және контингенция коэффициенті қолданылды.

«Төрт өріс» деген кестедегі төрт мәнің бірі болмаған кезде, ассоциация коэффициентінің мәні бірге тең болды. Сонымен қатар, ассоциация және контингенция коэффициенттерін есептеуге негізделген формулаларды қарастырдық.

Әдебиеттер тізімі

1. Әміреұлы, Ы. Статистиканың жалпы теориясы [Мәтін] / Ы. Әміреұлы. – Алматы: Экономика, 1998.
2. Шокаманов, Ю.К. Статистиканың жалпы теориясы [Мәтін] / Ю.К. Шокаманов. – Алматы: Қазстатақпарат ЖШС, 2007.
3. Авров, А.П. Общая теория статистики [Текст] / А.П. Авров, Ю.П. Аврова. – Алматы, 2009.
4. Шокаманов, Ю.К. Статистика [Текст] / Ю.К. Шокаманов, К.К. Бельгибаева. – Алматы: Экономика, 2008.
5. Елемесова, А.М. Сборник задач по социально-экономической статистике [Текст] / А.М. Елемесова. – Алматы: Экономика, 2007.

Материал редакцияға 26.01.23 түсті.

А.М. Айтказина¹, Ә.Ж. Махмут¹

¹Таразский региональный университет им.М.Х.Дулати, г.Тараз, Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА АССОЦИАЦИИ И КОНТИНГЕНТА В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ

Аннотация. В статье рассматривается оценка уровня плотности связи между качественными признаками при применении коэффициента ассоциации и контингента в математической статистике. Коэффициенты ассоциации и контингента были проанализированы с помощью сравнительной таблицы коэффициентов контингента и коэффициентов ассоциации с целью определения плотности двух качественных связей, заданных альтернативными знаками. В заключение на примерах доказано, что коэффициент ассоциации больше, чем значение коэффициента контингента.

Ключевые слова: Ассоциация, коэффициент, контингент, аргумент, статистика, таблица, ячейка.

А.М. Aitkazina¹, A.Zh. Makhmut¹

¹ M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

APPLICATION OF THE COEFFICIENT OF ASSOCIATION AND CONTINGENT IN MATHEMATICAL STATISTICS

Abstract. This article discusses the assessment of the level of density of the relationship between qualitative characteristics when applying the coefficient of association and contingent in mathematical statistics. The coefficients of the association and the contingent were analyzed using a comparative table of the coefficients of the contingent and the coefficients of the association in order to determine the density of two qualitative links given by alternative signs. In conclusion, it is proved by examples that the association coefficient is greater than the value of the contingent coefficient.

Keywords: Association, coefficient, contingent, argument, statistics, table, cell.

References

1. Amreuly, Y. Statistikanyn zhalpy teoriyasy [General Theory of Statistics]. Almaty: economy, 1998. [in Kazakh]
2. Shokamanov, Yu.K. Statistikanyn zhalpy teoriyasy [General Theory of Statistics]. Almaty: KAZSTATAKPARAT LLP, 2007. [in Kazakh]
3. Avrov, A.P., Avrova Yu.P. Obshchaya teoriya statistiki [General Theory of Statistics]. Almaty, 2009. [in Russian]
4. Shokamanov, Yu.K., Belgibaeva, K.K. Statistika [Statistics]. Almaty: economy, 2008. [in Russian]
5. Yelemesova, A.M. Sbornik zadach po social'no-ekonomicheskoy statistik [The task of socio-economic statistics]. Almaty: economy, 2007. [in Russian]

FTAMP 30.17.23

Р.Ж. Наметкулова¹ - негізгі автор, | ©
А.К. Кадириббетова²¹Аға оқытушы, ²Магистр, аға оқытушы

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-1658-152X>; ²<https://orcid.org/0000-0003-2839-6177>^{1,2}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,

Тараз қ., Қазақстан Республикасы

¹nametkulova65@mail.ru, ²aishafiz@mail.ru<https://doi.org/10.55956/AJZH3118>

СЫРТҚЫ МАГНИТ ӨРІСІНДЕГІ МАГНИТТЕЛЕТІН СҰЙЫҚТЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫ

Аңдатпа. Берілген заң бойынша магниттелетін сығылмайтын сұйықтың жұқа қабатының біртекті емес магнит өрісіндегі қатты төсеніш бойымен ағысы туралы есептің аналитикалық шешімі қарастырылған. Қабаттың пішінінің уақыт бойынша өзгерісін сипаттайтын дербес туындылардағы дифференциалдық теңдеу алынған. Есептің жалпы қойылымы қарастырылған. Алдын ала берілген күшті ток өтетін вертикаль шексіз цилиндрлік өткізгіштің магнит өрісіндегі магниттелетін сұйықтың жұқа қабаты туралы есептің шешімі сипатталған.

Тірек сөздер: магниттелетін сұйық, магнит өрісі, қатты жазықтық бойымен ағыс, үзілістердің таралуы.



Наметкулова, Р.Ж. Сыртқы магнит өрісіндегі магниттелетін сұйықтың қозғалысы [Мәтін] / Р.Ж. Наметкулова, А.К. Кадириббетова, // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №1(79). – Б.153-160. <https://doi.org/10.55956/AJZH3118>

Кіріспе. [1] жұмыста асимптотикалық әдістің көмегімен айналмалы қозғалыстағы астар бойымен сұйықтың жұқа пленкасының ағысы зерттелген. [2,3] жұмыстарда магнит өрісінің магниттелетін сұйық жағдайындағы осы құбылысқа әсері қарастырылған. Біздің мақсатымыз – қатты дене тәрізді қозғалатын астар бойымен магниттелетін сұйықтың жұқа қабыршағының ағысын сипаттайтын жалпы теңдеуді майлау теориясымен жуықтап алу және тоғы бар вертикаль өткізгіштің өрісіндегі горизонталь астар бойымен магниттелетін сұйықтың жұқа қабатының ағысының дербес жағдайы үшін алынған теңдеудің аналитикалық шешімін табу.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Есептің жалпы түрде қойылуы. Кернеулігі $\vec{H}_a(\vec{r}, t)$ берілген магнит өрісінде, мұндағы \vec{r} – үшөлшемді радиус-вектор, ал t – уақыт, горизонтқа бұрышпен көлбей орналасқан абсолюттік қатты жазық астардағы сығылмайтын магниттелетін сұйықтың қабатын қарастырамыз. Астар, $\vec{v} = \vec{v}(t)$ жылдамдықпен қозғалатын қандай да бір лездік айналу осін $\vec{\Omega} = \vec{\Omega}(t)$ бұрыштық жылдамдықпен айнала өз бойымен қатты дене сияқты қозғалады. Сонымен бірге, $\vec{\Omega} \parallel \vec{k}$, $\vec{v} \perp \vec{k}$, мұндағы \vec{k} – қабат ішіне бағытталған, астар жазықтығына тұрғызылған бірлік нормаль векторы. Жалпы жағдайда, сұйық

$$\vec{M} = M(H)\vec{H}/H$$

заңы бойынша магниттеледі, мұндағы \vec{H} және \vec{M} – магнит өрісінің кернеулігі және сұйықтың магниттелуі, ал $M(H)$ – берілген функция. Сұйықтың тығыздығы, тұтқырлығы және қоршаған ортамен (ауамен) шекарадағы беттік тығыздығы тұрақты және сәйкесінше ρ , η және σ таңбаларымен белгіленген. Қоршаған ортаның тығыздығы мен тұтқырлығы – ескермеуге болатындай кіші және ондағы қысым – тұрақты. Магнит өрісі, қабаттың еркін бетіндегі және астар жазықтығындағы

$$\begin{aligned} [\vec{B}]_S \times \vec{n} &= 0, \quad \vec{n} \times ([\vec{H}]_S \times \vec{n}) \\ [\vec{B}]_S \times \vec{k} &= 0, \quad \vec{k} \times ([\vec{H}]_S \times \vec{k}) \end{aligned}$$

шекаралық шарттарды және өзінен шексіз алыстағы

$$\vec{H}(\vec{r}, t) \rightarrow \vec{H}_a(\vec{r}, t), \quad \vec{r} \cdot \vec{k} \rightarrow \pm\infty$$

шекаралық шарттарды қанағаттандыратын

$$\vec{\nabla} \vec{B} = 0, \quad [\vec{\nabla}, \vec{H}] = 0, \quad \vec{B} = \vec{H} + \frac{4\pi\vec{M}(H)\vec{H}}{H}$$

квазистатикалық өріс тендеулерімен сипаттауға болатындай баяу өзгереді деп есептеледі. Мұнда $[\vec{B}]_S$ ($[\vec{H}]_S$) белгісі қабаттың ішінен сыртқа өту кезіндегі $\vec{B}(\vec{H})$ шамасының секірісін көрсетеді, ал \vec{n} – қабаттың еркін бетіне тұрғызылған сыртқы бірлік нормаль векторы, $\vec{\nabla}$ – үш өлшемді набла операторы.

Сұйық қабатындағы ағыс астармен бірге қозғалатын санақ жүйесінде қарастырылады. Қабаттың пішінінің өзгерісі $h(q_1, q_2, t)$ функциясымен сипатталады, мұндағы q_1, q_2 – астар бетіндегі нүктенің екі өлшемді жүйедегі және, жалпы жағдайда, қисық сызықты координаттар жүйесіндегі координаталары, h – қабаттың жергілікті қалыңдығы. $h(q_1, q_2, t)$ функциясы

$$\max \sqrt{\vec{a}^{\alpha\beta} \nabla_\alpha h \nabla_\beta h} \ll 1 \quad (1)$$

шартын қанағаттандыратын болсын. Мұндағы $\vec{a}^{\alpha\beta} = \vec{e}^\alpha \times \vec{e}^\beta$, $\vec{e}^\alpha, \vec{e}^\beta$ – жергілікті базистің векторлары, ∇_α – екі өлшемді набла операторларының құраушылары ($\alpha=1,2$; қайталанып тұратын индекстер бойынша қосынды). (1)-шарт орындалуы үшін, түсірілген магнит өрісінің біртексіздігінің сипаттамалық ұзындығы оның бүкіл ішкі қабатының қалыңдығынан көп үлкен болуы қажет, яғни:

$$\min \frac{\vec{H}_a(\vec{r}, t)}{|\vec{\nabla} \vec{H}_a(\vec{r}, t)|} \gg \max h(q_1, q_2, t). \quad (2)$$

(1) және (2) шарттары магнит өрісінің кернеулігі мен сұйықтың магниттелуін қабат қалыңдығының бойымен тұрақты деп есептеуге мүмкіндік береді. Егер:

$$\max \frac{\rho \Omega h^2}{\eta} \ll 1$$

шарты орындалса, онда астармен бірге қозғалатын санақ жүйесіндегі сұйықтың ағысын сипаттайтын теңдеудегі Кориолис күшін ескермеуге болады. Онда (1) шарты астармен бірге қозғалатын санақ жүйесіндегі қабаттың өзгерісі

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \vec{\nabla}_\alpha \left(\frac{h^3}{3\eta} \vec{a}^{\alpha\beta} f_\beta \right), \quad (3)$$

теңдеуімен анықталатын майлау теориясындағы жуықтауды қолдануға мүмкіндік береді, мұндағы

$$f_\alpha = \rho g \cos \theta \nabla_\alpha h - \rho \vec{g} \cdot \vec{e}_\alpha - \sigma \nabla_\alpha (a^{\beta\gamma} \nabla_\beta \nabla_\gamma h) - M \nabla_\alpha H_i - \\ - 2\pi \nabla_\alpha (\vec{M} \cdot \vec{n})^2 - \rho \Omega^2 a_{\alpha\beta} r_s^\beta + \rho \frac{d\Omega}{dt} \varepsilon_{\alpha\beta} r_s^\beta - \rho \frac{dV_\alpha}{dt}, \quad (4)$$

$\varepsilon_{\alpha\beta} = \vec{k} \cdot (\vec{e}_\alpha \times \vec{e}_\beta)$, H_i – сұйық қабатының еркін бетінің ішкі жағындағы магнит өрісінің кернеулік векторының модулі, \vec{g} – ауырлық күші үдеуінің векторы, r_s^β – лездік айналу осінің астар жазықтығымен қиылысу нүктесінен жүргізілген екі өлшемді радиус-вектордың контраварианттық координаттары. (3)-(4) теңдеулер [1-3] жұмыстарда қолданылған теңдеулердің жалпылама түрлері болып табылады, және майлау теориясының жуықтауында еркін шекаралы тұтқыр сұйықтың жұқа қабатының пішінінің өзгерісінің теңдеуін қорытып шығару үшін қолданылатын асимптотикалық әдістің көмегімен алынады.

Дербес жағдайды қарастырайық. I ток өтетін вертикаль орналасқан шексіз ұзын цилиндрлік өткізгіштің өрісіндегі горизонталь астар бойымен ағатын магниттелетін сұйықтың қабатын қарастырамыз. Магнит өрісі

$$M(H_\alpha) H_\alpha \gg \max(\rho g h, \sigma a^{\beta\gamma} \nabla_\beta \nabla_\gamma h)$$

шарты орындалатындай күшті болсын делік. Сонда (3) – (4) теңдеуі бірінші реттік дербес туындылардағы дифференциалдық теңдеу түріне өтеді:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{1}{r_s} \frac{\partial}{\partial r_s} \left[\frac{2I}{3\eta c r_s} M \left(\frac{2I}{c r_s} \right) h^3 \right], \quad (5)$$

мұндағы r_s – өткізгіш осінен қашықтығы, c – жарық жылдамдығы.

(5)-теңдеу бірінші реттік дербес туындылардағы квазисызықтық дифференциалдық теңдеу болып табылады. Оның сипаттамалары үшін қарапайым дифференциалдық теңдеулер жүйесі келесі түрде жазылады:

$$\frac{dr_s}{dt} = - \frac{2I h^2}{\eta c r_s} M \left(\frac{2I}{c r_s} \right), \quad \frac{dh}{dt} = - \frac{2I h^3}{3\eta c r_s^3} \left[M \left(\frac{2I}{c r_s} \right) + \frac{2I}{c r_s} M' \left(\frac{2I}{c r_s} \right) \right] \quad (6)$$

(6)-теңдеулер жүйесін шешіп, (5)-теңдеуінің бастапқы шарты $h(r_s, 0) = h_0(r_{s0}), r_s = r_{s0}$ болатын $h = h(r_{s0}, t), r_s = r_s(r_{s0}, t)$ параметрлік түрдегі шешімін келесі қатынастар түрінде аламыз:

$$\int_{r_{s0}}^{r_s(r_{s0}, t)} r_s^{\frac{4}{3}} \left[\frac{2I}{c} M \left(\frac{2I}{cr_s} \right) \right]^{-\frac{1}{3}} d r_s = -h_0^2(r_{s0}) \left[\frac{2I}{cr_{s0}} M \left(\frac{2I}{cr_{s0}} \right) \right]^{\frac{2}{3}} \frac{t}{\eta} \quad (7)$$

$$h(r_{s0}, t) = h_0(r_{s0}) \left[\frac{r_s(r_{s0}, t) M \left(\frac{2I}{cr_{s0}} \right)}{r_{s0} M \left(\frac{2I}{cr_s(r_{s0}, t)} \right)} \right]^{\frac{1}{3}}. \quad (8)$$

Мұндағы r_{s0} параметрі берілген нақты нүктенің орнының өзгерісін бақылауға болатын сипаттаманы анықтайды және бастапқы профильдегі еркін беттің нақты нүктесін сипаттайды. Осылайша, қабат профилінің өзгерісі, яғни оның еркін бетінің барлық нүктелерінің орнының уақыт бойынша өзгерісі, осы беттің бастапқы пішінімен толық анықталады. Сол сияқты, бастапқы профиль түріндегі еркін беттің нүктелерін h_0 параметрдің көмегімен сипаттауға да болады.

Магниттік өтімділігі μ тұрақты магниттелетін сұйық үшін:

$$M(H) = \frac{\mu - 1}{4\pi} H$$

және (5)-теңдеудің шешімі:

$$h = h_0(r_{s0}) \left[1 - \frac{8 h_0^2(r_{s0}) (\mu - 1) I^2 t}{3 r_{s0}^4 \pi c^2 \eta} \right]^{\frac{1}{4}} \quad (9)$$

$$r_s = r_{s0} \left[1 - \frac{8 h_0^2(r_{s0}) (\mu - 1) I^2 t}{3 r_{s0}^4 \pi c^2 \eta} \right]^{\frac{3}{8}} \quad (10)$$

(2)-шарт қанағаттандырылады, егер $\min r_s \gg h(\min r_s)$ болса.

Үзілістер бар шешімдер. Бастапқы профильді сипаттайтын функция $h_0(r_{s0}) - r_1 < r_{s0} < r_2$ ($r_2 < r_1 < r_c$) интервалының ішінде үздіксіз және оның ұштары мен сыртында нольге тең болсын. Онда $h(r_s, t)$ функциясының

$$\frac{\partial h}{\partial r_s} \rightarrow \infty \quad (11)$$

шарты орындалатын тармақталу нүктелері болады.

Магниттік өтімділік тұрақты болатын жағдай үшін (11)-теңдеуден (9)-(10)-шешімдерді ескере отырып, келесі шартты алуға болады:

$$t = \frac{\pi c^2 \eta}{2(\mu - 1) I^2 h_0(r_{s0}) [3r_{s0} h_0'(r_{s0}) - 2h_0(r_{s0})]} \quad (12)$$

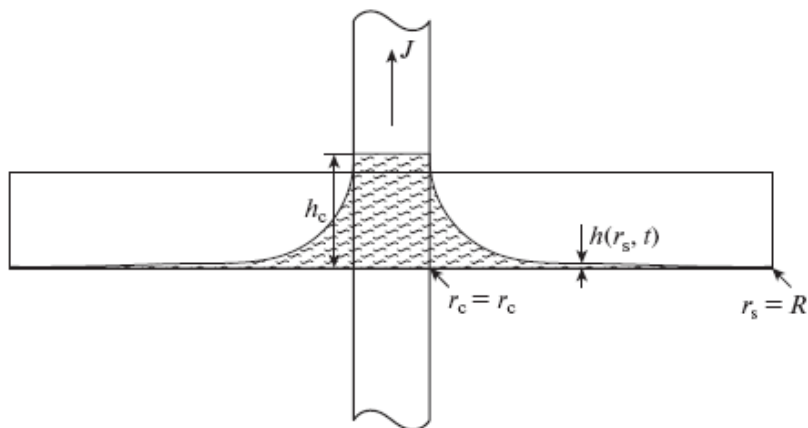
Ендеше, $t = t_d$ уақыт мезетінде, мұндағы t_d – (12)-өрнегінің минимал оң мәні, үзіліс пайда болады [1].

$$v_d = -\frac{1}{3\eta} \frac{h_2^3 - h_1^3}{h_2 - h_1} \frac{(\mu - 1)I^2}{2\pi c^2 r_d^3}$$

Үзіліс жоғарыдағы жылдамдықпен таралады, мұндағы r_d – үзілістің орнын анықтайтын r_s координаттың мәні және ($r_s = r_d$, $r_d = r_d(t)$), $h_1 = h_1(r_d, t)$ және $h_2 = h_2(r_d, t)$ – үзілістің артындағы және алдындағы қабаттың қалыңдығы. Жалпы жағдайда бірнеше үзілістер пайда болуы мүмкін. Барлық үзілістер $r_s = r_1$ профилінің бастапқы қозғалыссыз шетіне қарай таралады. Үзіліс осы шетке жеткенде, соңғысы өткізгішке қарай қозғала бастайды. Ал екінші шеті $r_s = r_2$ – барлық уақытта қозғалыссыз қалады.

Зерттеу нәтижелері. Тоғы бар шексіз өткізгіштің өрісіндегі бастапқы біртекті қабаттың тепе-теңдік күйге орнығуы. Тоғы бар шексіз өткізгіштің өрісінде орналасқан магниттелетін сұйық өткізгіш маңайындағы магниттік мениск деп аталатын, магниттік және гравитациялық күштердің теңгерілуімен анықталатын қандай да бір осьтік симметриялық пішінді қабылдауға ұмтылады [4,5]. (5)-теңдеу вертикаль шексіз өткізгіштің айналасындағы біртекті жұқа горизонталь қабаттың, токты қосу кезіндегі қабаттағы сұйықтың теңгерілген пішініне орнығуын зерттеуге мүмкіндік береді.

1-суретте көрсетілгендей, ішінде симметрия осі арқылы өтетін шексіз ұзын вертикаль өткізгіш орналасқан, қабырғасы вертикаль және түбі горизонталь болып келген осьтік симметриялы ыдыстағы (Петри тостағы) магниттелетін сұйықтың жұқа қабатын қарастырамыз. Өткізгіштің қимасының радиусы – r_c , ал ыдыстың радиусы – R . Бастапқыда өткізгіште ток болмайды, және қабаттың қалыңдығы біртекті және h_{0m} шамасына тең болады. $t = 0$ уақыт мезетінде күші I болатын тұрақты ток қосылады.



Сурет 1. Магниттік мениск туралы есептің қойылуы

(7), (8) шешімдер бойынша қабат профилінің теңгерілген пішінге орнығу үрдісі келесі түрде өтеді деп болжауға мүмкіндік береді. Электр тоғы қосылғаннан кейін бірден үш облыс пайда болады. Бірінші $r_c < r_s < r_{s1}(t)$ облыста қабаттың профилі гидростатика теңдеулерінен [4,5] келесі түрде анықталады:

$$h(r_s, t) = h_1(t) + \frac{2I}{\rho g c} \int_{r_s}^{r_{s1}(t)} \frac{1}{r_s'^2} M\left(\frac{2I}{cr_s'}\right) dr_s' \quad (13)$$

мұнда бірінші және екінші облыстар арасындағы облыстың жылжымалы шекарасы $r_s = r_{s1}(t)$ және ондағы қабаттың $h_1(t)$ қалыңдығы сұйықтың толық көлемінің сақталу шартымен анықталады. Сонымен бірге, $r_{s1}(0) = r_c$ деп есептеледі.

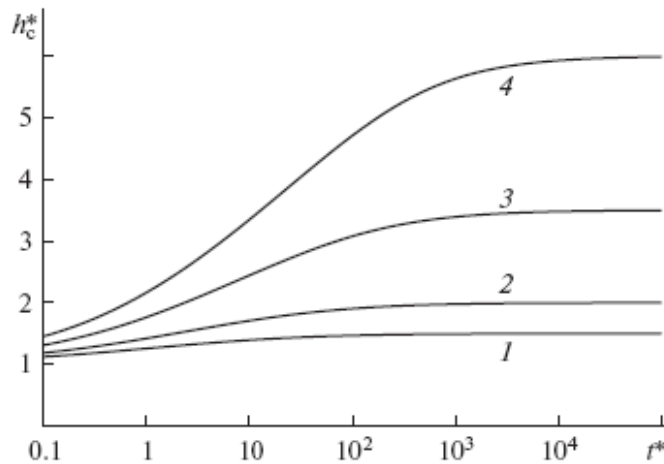
Екінші және үшінші облыстағы профильдің өзгерісі, бастапқы профилиі екінші және үшінші облыс үшін сәйкесінше келесі бастапқы шарттармен берілген (5) теңдеуімен анықталады:

$$h(r_s, 0) = h_{0m} = const, \quad r_c \leq r_s < R \quad (13)$$

$$h(r_s, 0) = h_m, \quad 0 \leq h_0 < h_{0m}, \quad r_s = R \quad (14)$$

Осы облыстар арасындағы $r_s = r_{s2}(t)$ қозғалатын шекара $r_s = R, h = h_{0m}$ бастапқы профильдің беттік нүктесімен анықталады, яғни $r_{s2}(0) = R$, және $r_{s2}(t)$ функциясы тікелей (5)-теңдеуінің шешімімен анықталады.

Сұйықтың профилиінің қалыптасу үрдісі екінші облыстан біріншіге және үшінші облыстан екінші облысқа қарай өтеді. $r_{s1}(t_0) = r_{s2}(t_0)$ теңдеуінен анықталатын $t = t_0$ уақыт мезетінде екінші облыс жабылады да, сұйық үшінші облыстан тікелей бірінші облысқа өтеді. Профильдің қалыптасуының осы кезеңі шексіз уақытқа созылады, және қабаттың профилиі асимптотикалық түрде теңгерілген пішінге ұмтылады.



Сурет 2. Магниттік меннискінің көтерілуін сипаттайтын $h_c^*(t^*)$ функциясының жартылай логарифмдік графигі: 1-4 – $\alpha=0.5, 1, 2.5, 5$

Осылайша, бүкіл профильдің қалыптасу процесі бастапқы шарттары (2)-(3) болатын (5), (7)-(8) - теңдеулерінің шешімімен және (12) формуласымен анықталады. Сонымен бірге, бірінші облыстағы сұйық көлемі мен екінші және үшінші облыстардағы көлемнің кемуінің теңдік шартымен анықталатын $r_{s1}(t)$ функциясын табу керек. Тұрақты магниттік өтімділік жағдайы үшін бұл шарт аналитикалық түрде h_1 белгісізі үшін, уақыт параметр түрде енгізілген

трансценденттік теңдеу түрінде алынған. $h_1(t)$ функциясын біле отырып, (9)-(10) өрнектерін қолданып, $r_{s1}(t)$ шамасын табуға болады. Демек, профильдің өзгерісі туралы есеп h_1 үшін алынған теңдеуді шешуге келтірілді. h_1 үшін алынған өлшемсіз теңдеу әртүрлі t мәндері үшін шешілді және табылған шешім бойынша қабат профилінің өзгерісі анықталды. Дербес жағдайда, $r_s = r_c$ болғандағы қабаттың максимал қалыңдығының уақытқа байланысты өзгерісі анықталды. 2-суретте қабаттың өлшемсіз максимал қалыңдығының $h_c^* = h_c/h_{0m}$ ($h_c = h(r_c, t)$) өлшемсіз

$$t^* = \frac{8 h_0^2 (\mu - 1) I^2 t}{3 r_c^4 \pi c^2 \eta}$$

уақытқа тәуелділігі тұрақты магниттік өтімділік және өлшемсіздендірілген

$$\alpha = \frac{(\mu - 1) I^2}{2 \pi h_0 r_c^2 \rho g c^2}$$

параметрінің әртүрлі мәндері кезіндегі $R \rightarrow \infty$ жағдайы үшін көрсетілген.

Қорытынды. Магниттелуінің біртекті емес магнит өрісіндегі кернеулікке тәуелділігі берілген сығылмайтын магниттелетін сұйықтың жұқа қабатының ағысы теориялық түрде зерттелді. Сұйық қабатының профилінің өзгерісін сипаттайтын дербес туындылардағы дифференциалдық теңдеуі алынды. Алынған теңдеудің сапалық қолданылуы ретінде жеткілікті күшті тоғымен берілген вертикаль шексіз цилиндрлік өткізгіштің магнит өрісіндегі магниттелетін сұйықтың жұқа қабаты туралы есептің шешімі қарастырылды.

Әдебиеттер тізімі

1. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа: учебник для вузов [Текст] / Л.Г. Лойцянский. – 7-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.
2. Андреев, В.К. Современные математические модели конвекции [Текст] / В.К. Андреев, Ю.А. Гапоненко, О.Н. Гончарова, В.В. Пухначев. – М.: Физматлит, 2008. – 368 с.
3. Naletova V.A., Turkov V.A. Film thickness discontinuity generation in a magnetic field // J. Magn. Magn. Mater., 1999. Vol. 201, P. 346-349.
4. Полунин, В.М. Электромагнитные эффекты, вызванные упругой деформацией цилиндрического образца намагниченной жидкости [Текст] / В.М. Полунин // Магнитная гидродинамика. – 1988. – №3. – С. 43-50.
5. Полунин В.М. Акустические эффекты в магнитных жидкостях [Текст] / В.М. Полунин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 208 с.

Материал редакцияға 05.01.23 түсті.

Р.Ж. Наметкулова¹, А.К. Кадиримбетова¹

¹Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан

ДВИЖЕНИЕ НАМАГНИЧИВАЮЩЕЙСЯ ЖИДКОСТИ ВО ВНЕШНЕМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Аннотация. По заданному закону рассматривается аналитическое решение задачи о протекании тонкого слоя намагничиваемой несжимаемой жидкости по твердому покрытию в неоднородном магнитном поле. Получено дифференциальное

уравнение в частных производных, описывающее изменение формы слоя с течением времени. Рассматривается общая постановка задачи. Описано решение задачи о тонком слое намагничивающейся жидкости в магнитном поле вертикального бесконечного цилиндрического проводника, через который проходит заданный сильный ток.

Ключевые слова: намагничивающаяся жидкость, магнитное поле, течение по твердой плоскости, распределение разрывов.

R.Zh. Nametkulova¹, A.K. Kadirimbetova¹

¹ *M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan*

MOTION OF A MAGNETIZABLE LIQUID IN AN EXTERNAL MAGNETIC FIELD

Abstract. According to a given law, an analytical solution of the problem of the flow of a thin layer of a magnetizable incompressible liquid over a solid coating in a nonuniform magnetic field is considered. A partial differential equation is obtained that describes the change in the shape of the layer over time. The general formulation of the problem is considered. A solution to the problem of a thin layer of a magnetizable liquid in the magnetic field of a vertical infinite cylindrical conductor through which a given strong current passes is described.

Keywords: magnetizable fluid, magnetic field, solid plane flow, discontinuity distribution.

References

1. Loitsyansky, L.G. *Mekhanika zhidkosti i gaza: uchebnyk dlya vuzov* [Mechanics of liquid and gas: textbook for universities] – M.: Bustard, 2003. – 840 p. [in Russian]
2. Andreev, V.K., Gaponenko, Yu.A., Goncharova, O.N., Pukhnachev, V.V. *Sovremennye matematicheskie modeli konvekcii* [Modern mathematical models of convection] – M.: Fizmatlit, 2008. – 368 p. [in Russian]
3. Naletova V.A., Turkov V.A. Film thickness discontinuity generation in a magnetic field // *J. Magn. Mater.* 1999. V. 201, P. 346-349.
4. Polunin, V.M. Elektromagnitnye efekty, vyzvannye uprugoy deformatsiej cilindricheskogo obrazca namagnichennoj zhidkosti [Electromagnetic effects caused by elastic deformation of a cylindrical sample of a magnetized liquid] // *Magnitnaya gidrodinamika*. [Magnetic hydrodynamics]. 1988. No.3. pp. 43-50. [in Russian]
5. Polunin, V.M. *Akusticheskie efekty v magnitnyh zhidkostyah* [Acoustic effects in magnetic fluids] – M.: FIZMATLIT, 2008. – 208 p. [in Russian]

МРНТИ 61.35.31

М.В. Дяденко¹ – основной автор, | ©
В.Г. Лугин², И.И. Курило³, А.В. Поспелов⁴



ORCID

¹Канд. техн. наук, доцент, ²Канд. техн. наук,³Канд. хим. наук, доцент, ⁴Научный сотрудник¹<https://orcid.org/0000-0002-4555-9401>; ²<https://orcid.org/0000-0001-6713-2647>;³<https://orcid.org/0000-0002-0016-6719>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-1287-603X>^{1,2,3,4}Белорусский государственный технологический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

¹dyadenko-mihail@mail.ru<https://doi.org/10.55956/BCPH4627>

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОАКТИВНОСТИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТЕКОЛ СИСТЕМЫ Na₂O–CaO–MgO–SiO₂–P₂O₅

Аннотация. На основе системы Na₂O–CaO–MgO–SiO₂–P₂O₅ при различном соотношении компонентов синтезированы образцы опытных стекол. Изучены их структурные особенности и физико-химические свойства. Показано, что биологическая активность стекол, проявляющаяся при их изотермической выдержке в SBF-растворе (simulated body fluid) при температуре 37 °С в течение 2–7 суток, обусловлена образованием поверхностного слоя гидроксиапатита. Указана область составов стекол, характеризующихся максимальной склонностью к кристаллизации, что приводит к снижению биоактивности материала. Установлено, что основным фактором, определяющим биологическую активность стекол, является соотношение в их составе CaO/P₂O₅.

Ключевые слова: биоактивность, биостекло, кристаллизация, плотность, микротвердость, структура стекла, химическая устойчивость.



Дяденко, М.В. Исследование биоактивности и физико-химических свойств стекол системы Na₂O–CaO–MgO–SiO₂–P₂O₅ [Текст] / М.В. Дяденко, В.Г. Лугин, И.И. Курило, А.В. Поспелов // Механика и технологии / Научный журнал. – 2023. – №1(79). – С.161-174. <https://doi.org/10.55956/BCPH4627>

Введение. Проведение научных исследований в области разработки новых либо совершенствование существующих биоматериалов является ключевой задачей современной биоинженерии. Биоматериалы представляют собой природные, либо синтетические материалы, применяемые для связывания их с биологическими средами с целью образования или замещения ткани либо органа [1,2].

Известные в настоящее время материалы биомедицинского назначения можно классифицировать по степени их воздействия на живой организм [3-7]:

- токсичные, вызывающие отмирание тканей при контакте с ними (преимущественно металлы);

- биоинертные, не являющиеся биологически активными (керамические материалы на основе ZrO₂, Al₂O₃);

- биоактивные – материалы, способные активно взаимодействовать с окружающими тканями организма с образованием непосредственной с ними связи (ряд композиционных материалов, керамика на основе фосфатов кальция, биостекла).

Основными требованиями, предъявляемыми к биоматериалам, используемым для реконструкции костной ткани в травматологии и ортопедической хирургии, являются [3-5]:

- биоактивность материала, то есть его срастание с костной тканью;
- отсутствие нежелательного взаимодействия с тканями организма;
- наличие в имплантате сквозных пор размером 0,1-0,15 мм;
- уровень механических характеристик должен быть сопоставим с аналогичными для кости.

В настоящее время для использования в качестве имплантатов в ортопедической хирургии перспективным и активно исследуемым биоматериалом являются биостекла.

Впервые биостекло было получено более 50 лет назад профессором кафедры материаловедения и инженерии Флоридского университета Ларри Хенчем. Синтезированное им стекло, состав которого в настоящее время известен под маркой 45S5, включало следующие компоненты, мас. %: 24,5 Na₂O, 24,5 CaO, 45,0 SiO₂, 6 P₂O₅ [4,5,7-9]. В целом, биостекло представляет собой материал на основе силикатного стекла с содержанием оксида кремния не более 50 мас. %, способный взаимодействовать с тканями организма с образованием слоя карбонизированного гидроксиапатита [4,5,7-9].

Кость характеризуется достаточно сложным строением и разнообразным тканевым составом. Основной состав кости на 25 % представлен коллагеном – костной тканью, на 65 % фосфатами кальция, а остальные 10 % – вода. Костная ткань содержит в своем составе преимущественно ионы Ca²⁺ и PO₄³⁻. Прочность костной ткани на сжатие обусловлена наличием фосфатов кальция преимущественно в форме гидроксиапатита Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂, кристаллы которого присутствуют в кости в форме пластин размером 50x20x5 нм, расположенных определенным образом по отношению к оси коллагеновых волокон. В свою очередь гидроксиапатит имеет переменный состав: отношение Са/Р изменяется в пределах 1,5-1,67 [6,7].

Высокая биологическая активность биостекол и материалов на их основе достигается за счет наличия в их составе оксида кремния (IV) и протекания процессов гидролиза компонентов биостекла в межтканевых жидкостях [6,7]. Это приводит к формированию на границе «биостекло–кость» слоя гидроксиапатита, что способствует срастанию имплантата с костной тканью.

Способность биоактивных стекол к образованию гидроксиапатита, в первую очередь, определяется их химическим составом [5]. Индуцирование процесса остеопродукции, т.е. способности стимулировать процесс регенерации костной ткани, происходит не только за счет самого биостекла, но и за счет продуктов его растворения (преимущественно соединений кальция и кремния). Это позволяет использовать биостекла и материалы на их основе для замещения и регенерации костной ткани [5,7-9].

Целью настоящей работы является синтез стекол на основе системы Na₂O–CaO–MgO–SiO₂–P₂O₅, анализ их структуры, биоактивности и физико-химических свойств.

Условия и методы исследований Синтез опытных стекол осуществлялся в газовой стекловаренной печи периодического действия при максимальной

температуре варки 1450 ± 25 °С с выдержкой при ней 1 ч. При достижении однородности стекломассы тигли извлекали из печи, после чего производили формование образцов путем отливки на металлическую плиту. После этого полученные образцы отжигали в муфельной печи при температуре 570 ± 5 °С для снятия внутренних напряжений.

Определение кристаллизационной способности стекол проводили методом градиентной кристаллизации [10].

Плотность определяли методом гидростатического взвешивания [10].

Испытания химической стойкости опытных стекол производили по методу ГИСа. Для оценки водостойкости использовали гидролитическую классификацию, согласно которой стекла делят на 5 классов в зависимости от количества 0,01 н HCl, пошедшего на титрование [10].

Определение микротвердости проводили с использованием прибора Wolpert Wilson, в основу работы которого положен метод Виккерса.

Для определения биоактивности стекла помещали в SBF-раствор (simulated body fluid), имитирующий человеческую жидкость в костной ткани. SBF-раствор представлял собой раствор с концентрацией ионов, близкой к концентрации в плазме крови человека, в мягких условиях pH и идентичной физиологической температуре. Оценку биоактивных свойств проводили по результатам изменения pH SBF-раствора, а также анализа поверхности образцов [11].

Микроструктура опытных стекол исследовалась с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-5610 LV с системой химического анализа EDX JED-2201 JEOL (Япония).

Определение структуры стекол осуществляли на ИК-спектрометре в координатах «пропускание – частота».

Результаты исследований и их обсуждение. Составы синтезированных стекол представлены в таблице 1.

Таблица 1

Составы синтезированных стекол

№ состава	Содержание оксидов, мас. %			
	SiO ₂	CaO	P ₂ O ₅	Na ₂ O+MgO
1	62,5	13,0	2,5	22,0
2	60,0	15,5	2,5	22,0
3	60,0	13,0	5,0	22,0
4	57,5	18,0	2,5	22,0
5	57,5	15,5	5,0	22,0
6	57,5	13,0	7,5	22,0
7	55,0	20,5	2,5	22,0
8	55,0	18,0	5,0	22,0
9	55,0	15,5	7,5	22,0
10	55,0	13,0	10,0	22,0
11	52,5	23,0	2,5	22,0
12	52,5	20,5	5,0	22,0
13	52,5	18,0	7,5	22,0
14	52,5	15,5	10,0	22,0
15	52,5	13,0	12,5	22,0

В качестве сырьевых материалов использовались следующие

компоненты квалификации не ниже «ос.ч.»: кварцевая крупка (ГОСТ 16548–80) [12], сода кальцинированная (ГОСТ 5100–85) [13], магнезия жженая (ГОСТ 844–79) [14], мел (ГОСТ 17498–72) [15], натрий фосфорнокислый (ГОСТ 11773–76) [16]. Выбор используемого сырья обусловлен необходимостью наличия в его составе минимального количества примесей.

По результатам синтеза установлено, что стекло, включающее 12,5 мас.% P_2O_5 , характеризуется наличием непровара, а стекло, в составе которого присутствует 13,0 мас.% CaO и 7,5 мас.% P_2O_5 , обладает высокой вязкостью при максимальной температуре варки и выработки, а также наличием отдельных кристаллических включений, что исключило возможность получения из расплава требуемых образцов для дальнейших исследований.

Как известно [17], склонность биостекла к кристаллизации при выработке обуславливает снижение его биологической активности, поскольку образованные кристаллические фазы препятствуют ионному обмену между стеклом и межтканевой жидкостью (либо SBF-раствором).

По результатам исследований кристаллизационной способности опытных стекол установлено, что все образцы стекол в интервале температур 535-990°C в различной степени проявляют признаки кристаллизации.

Объемная кристаллизация наблюдается у образцов, в составе которых содержится 2,5 мас. % P_2O_5 и 18,0-23,0 мас. % CaO, а также у образцов стекол с постоянным содержанием SiO_2 , равным 52,5 мас. %. Наименее склонны к кристаллизации стекла с содержанием 5,0 мас. % P_2O_5 и 18,0-20,5 мас. % CaO.

Основные физико-химические свойства синтезированных стекол приведены в таблице 2.

Таблица 2

Основные физико-химические свойства стекол системы
 $Na_2O-CaO-MgO-SiO_2-P_2O_5$

№ состава	Плотность, кг/м ³	Микротвердость, МПа	Химическая устойчивость
1	2736	4570	3,57
2	2766	4652	4,62
3	2590	4351	3,26
4	2669	4951	6,82
5	2627	4625	5,73
6	–	–	–
7	2790	4816	7,49
8	2747	4780	5,28
9	2712	4362	4,25
10	2691	4331	4,07
11	2793	4751	6,97
12	2765	4408	6,34
13	2731	4255	4,98
14	2699	4176	4,32
15	–	–	–

Важная характеристика биостекол – плотность, так как данный показатель является индикатором взаимной диффузии ионов стекла, погруженного в SBF-раствор, и ионов данного раствора [17].

По результатам изучения плотности опытных стекол установлено, что данный показатель изменяется в пределах 2590–2793 кг/м³, а определяющее влияние на величину плотности опытных стекол оказывает оксид CaO, что обусловлено заполнением ионами кальция структурных полостей стекла [18].

Наиболее оптимальной с точки зрения получения биоактивных стекол является область с минимальными значениями плотности, которая включает 13,0–15,5 мас.% CaO и 52,5–57,5 мас.% SiO₂.

На практике для нанесения на поврежденную костную ткань биостекло используют в виде тонкомолотого порошка [19]. В связи с этим для измельчения монолитного образца биостекла в порошок требуется изучение его механических свойств, в частности, микротвердости, величина которой определяет прочность поверхностного слоя материала.

Выявлено, что микротвердость стекол исследуемой системы изменяется в пределах 4176–4951 МПа, при этом максимальные показатели микротвердости характерны для стекол с постоянным содержанием CaO, составляющим 18 мас.%. Минимальные показатели микротвердости характерны для стекол, в составе которых присутствует максимальное в изучаемой области системы количество P₂O₅. По-видимому, это связано со структурными особенностями тетраэдра [PO₄], в форме которого оксид фосфора присутствует в структуре стекол, – наличие двойной связи [20], что исключает возможность формирования в стекле трехмерных структурных участков. Вместе с тем, связь P–O (370–464 кДж/моль) является менее прочной, чем Si–O (443 кДж/моль) [21].

Химическая устойчивость стекол представляет собой их способность противостоять разрушающему действию воды и химических реагентов (влаги и газов) с pH меньше 7,0. Мерой данного показателя является количество компонентов стекла, перешедших в раствор при определенной концентрации реагента и соответствующем времени и температуре его воздействия [10].

В данной работе химическая устойчивость опытных стекол определялась к реагентам I группы, так как SBF-раствор имеет pH, равный 7,0. Механизм действия реагентов первой группы состоит в удалении с поверхностного слоя щелочных компонентов («выщелачивание») путем гидролиза силикатов и последующего их растворения.

Экспериментально установлено, что стекла, включающие 13 мас. % CaO, характеризуются максимальной химической устойчивостью к реагентам I-ой группы (III гидrolитический класс).

Как упоминалось выше, одним из основных требований к биоматериалам является их биоактивность. Для изучения биоактивности исследуемых материалов в лабораторных условиях используют модельные биологические среды.

В данной работе исследование процесса образования нового кальций-фосфатного слоя на поверхности образцов проводили в стационарных условиях, моделирующих среду организма человека. В качестве базовой модельной биологической жидкости для изучения биоактивности стекол использовали SBF-раствор с pH=7. Для проведения испытаний образцы стекол помещали в закрытую емкость с SBF-раствором и термостатировали при температуре 37,0°C в течение 7 суток. В процессе проведения исследований через 2 и 7 суток фиксировалось изменение pH раствора. Результаты данного исследования для отдельных образцов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Изменение pH раствора симулирующей жидкости при контакте со стеклами системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$

Выдержка 2 суток		Выдержка 7 суток	
номер состава	pH	номер состава	pH
1	8,52	1	8,48
4	8,45	4	8,56
10	8,40	10	8,35
11	8,49	11	8,56
13	8,44	13	8,48
15	8,39	15	8,42

Как видно из таблицы 3, во всех случаях наблюдается увеличение pH раствора симулирующей жидкости. Это обусловлено тем, что образцы стекол вступают в реакцию с SBF-раствором, вызывая образование нового слоя гидроксилкарбонизированного апатита на поверхности материала. Данный слой имеет состав, аналогичный минеральной фазе кости, обеспечивая сильное взаимодействие и интеграцию с ней [7,8,11].

Механизм взаимодействия биостекла с SBF-раствором выглядит следующим образом [5,7,19,22,23].

Первоначально наблюдается активный обмен щелочных ионов на поверхности стекла с ионами водорода из SBF-раствора, при этом происходит увеличение pH раствора. Рост концентрации гидроксида на поверхности стекла приводит к растворению его структурной сетки, вызывая разрыв связей Si–O–Si. Растворимый диоксид кремния превращается в форму $\text{Si}(\text{OH})_4$, и на поверхности материала происходит образование силанолов. Силанольные группы на поверхности стекла конденсируются и повторно полимеризуются с образованием тонкого слоя геля кремниевой кислоты $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. В свою очередь, в аморфном слое, обогащенном диоксидом кремния, происходит накопление ионов Ca^{2+} и PO_4^{3-} с образованием пленки $\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$, которая впоследствии кристаллизуется. Формируемый слой CaO может взаимодействовать с растворенным в SBF-растворе оксидом углерода, образуя слой смешанного и частично карбонизированного гидроксиапатита.

Изучение структуры стекла является обязательным и неотъемлемым элементом при разработке и исследовании различных материалов. Так, изучение структуры стекол позволяет получить сведения об их строении, наличии основных структурных группировок тех или иных функциональных групп.

Исследование процесса формирования кальций-фосфатного слоя на поверхностях показало, что при выдерживании образцов в течение 2-х и 7-ми суток в SBF-растворе, имитирующем биологическую среду, в образцах с массовым соотношением компонентов $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$, находящимся в пределах (5,2:1)–(7,2:1), происходит образование кристаллов гидроксиапатита. Слой гидроксиапатита формируется за счет выщелачивания поверхностного слоя стекла и адсорбции на нем ионов Ca^{2+} и PO_4^{3-} (рис. 1).

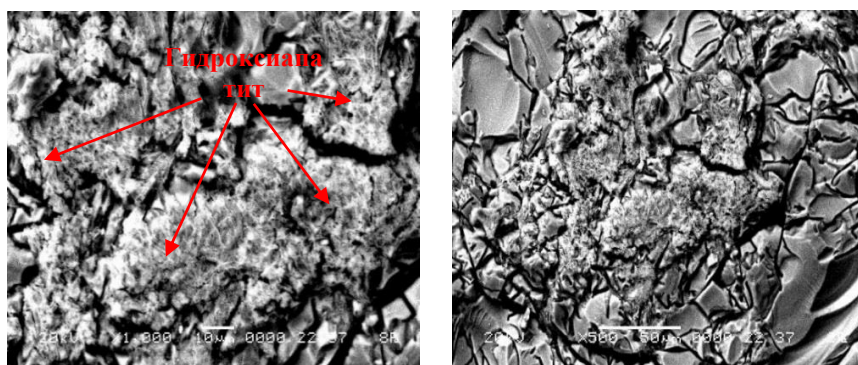


Рис. 1. Электронно-микроскопические снимки поверхности образца стекла с соотношением $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$, равным 7,2:1

Стекла с высоким содержанием оксида CaO , включающие не менее 5,0 мас.% P_2O_5 , являются биоинертными. На поверхности таких материалов отсутствуют морфологические изменения, они практически не взаимодействуют с SBF-раствором и не вызывают образования выраженного слоя гидроксиапатита (рис. 2).

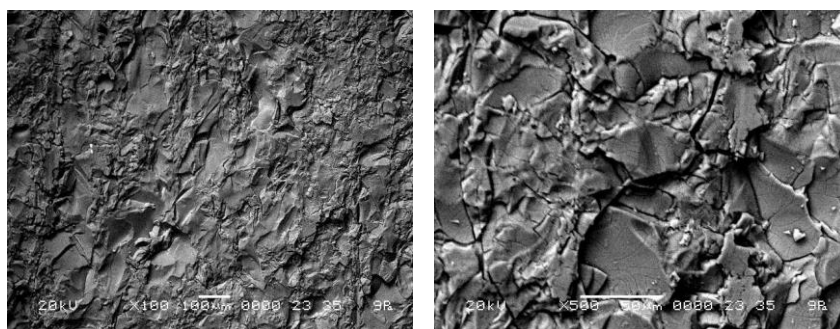
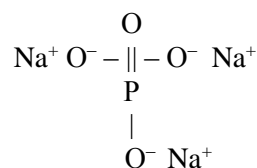


Рис. 2. Электронно-микроскопические снимки поверхности образца стекла, включающего 7,5 мас.% P_2O_5

Профессор ирландского университета Limerick Стюарт Хэмпшайэр в своем докладе отметил, что структура биостекла марки 45S5 представлена преимущественно кремнекислородными тетраэдрами, которые соединены друг с другом мостиковыми атомами кислорода. По данным ЯМР структура биостекла марки 45S5 на 69% представлена цепочечными мотивами и на 31 % кольцевыми, которые обеспечивают некоторое сшивание цепочечных мотивов. В свою очередь ионы Na^+ и Ca^{2+} , являясь модификаторами структурной сетки стекла, вызывают деполимеризацию структурного каркаса, образуя появление немостиковых атомов кислорода.

Спектральная характеристика квазибесконечных метафосфатных цепей включает в себя полосы, связанные с растягивающими колебаниями концевых групп $(\text{PO}_2)^-$ и мостиков типа $\text{P}-\text{O}-\text{P}$. Асимметричные и симметричные растяжения связей, характерные для фосфатных структурных группировок, активны как в инфракрасном, так и в рамановском спектрах. Спектрах комбинационного рассеяния преобладают интенсивные полосы, связанные с симметричными участками, а в ИК-спектрах преобладают интенсивные полосы, связанные с асимметричными участками [24].

Вместе с тем данные ЯМР показывают, что фосфор в структуре стекла представлен ортофосфатными единицами (Q_0) [24,25]:



Баланс заряда определяется ионами Na^+ и /или Ca^{2+} без образования связей мостикового типа $\text{P}-\text{O}-\text{Si}$. В связи с этим фосфор изолируется от кремнекислородной составляющей в структуре стекла, образуя свои структурно-изолированные области. Фосфатная составляющая достаточно быстро выводится из стекла при воздействии водной среды.

Результате, структуры опытных стекол при различном содержании SiO_2 и CaO , представлены на рисунках 3, 4 соответственно.

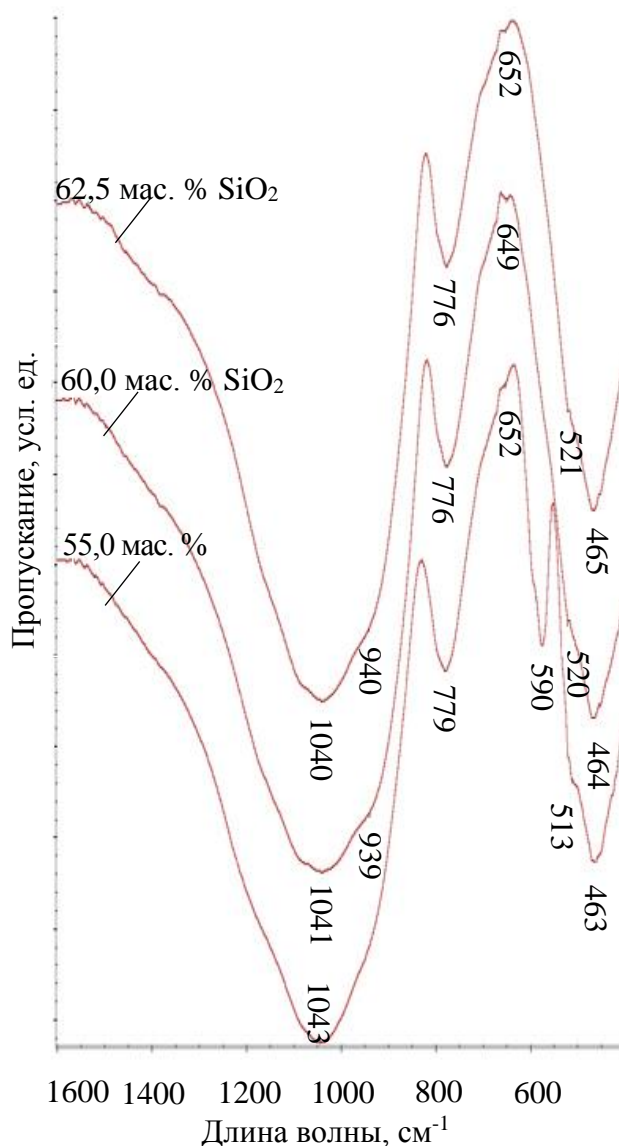


Рис. 3. ИК-спектры стекол при различном содержании SiO_2

На всех ИК-спектрах опытных стекол наблюдаются 7 основных полос. Полоса в области 460–470 см^{-1} соответствует деформационным колебаниям связей Si–O [26,27].

Слабые полосы при 560, 565 и 570 см^{-1} обусловлены гармониками изгиба O–P–O и вибрациями O=P–O [24].

Относительно более слабые полосы в исследуемых стеклах при 650 см^{-1} могут быть вызваны колебаниями мостикового типа P–O–Si [28].

Полосу поглощения в области 760–790 см^{-1} связывают с наличием кольцевых мотивов в стеклах, состоящим из тетраэдров $[\text{SiO}_4]$ [26,27].

Полосы в области 930–940 см^{-1} указывает на кремнекислородных группировок типа Q_2 ($[\text{SiO}_4]$ с 2 мостиковыми атомами кислорода).

Широкая высокочастотная полоса поглощения в области 1020–1060 см^{-1} вероятно относится к валентным колебаниям дисиликатных группировок [27].

Как следует из рисунка 3, при уменьшении содержания SiO_2 взамен P_2O_5 в количестве от 2,5 до 10,0 мас. % усиливается интенсивность полосы при 575 см^{-1} , которая отвечает колебаниям мостиков O=P–O, что является закономерным.

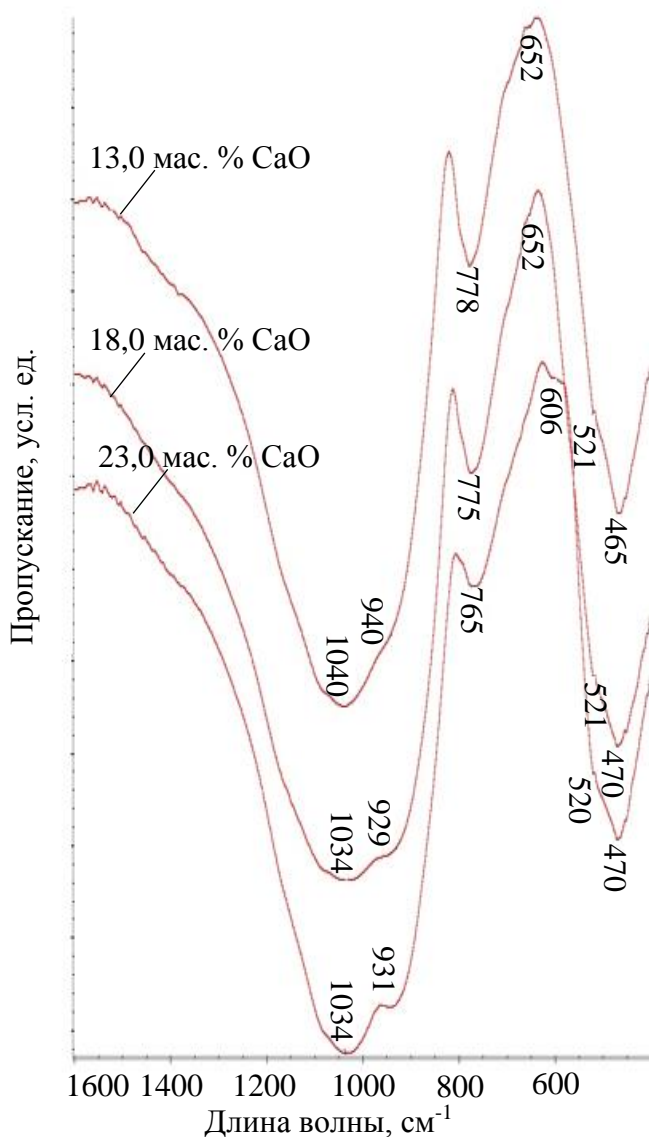


Рис. 4. ИК-спектры стекол при различном содержании CaO

Как следует из рисунка 4, с увеличением количества оксида кальция от 13 до 23 мас. %, вводимого взамен SiO_2 , происходит уменьшение интенсивности полосы в области $760\text{--}780\text{ см}^{-1}$ и смещение пика ее интенсивности в низкочастотную область, что свидетельствует о более глубокой полимеризации структурной сетки стекла. Это связано с тем, что катионы Ca^{2+} , с одной стороны, являются модификаторами структурной сетки стекла, а с другой – двухзарядные катионы не вызывают структурных разрывов с образованием концевых связей, обуславливая определенную степень «сшивания» структурных участков.

Кроме того, происходит увеличение интенсивности полосы при 930 см^{-1} с одновременным снижением при 1030 см^{-1} , что свидетельствует о перераспределении кремнекислородных группировок Q_3 и Q_2 в сторону роста последних.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования показали, что для проявления биоактивности стекол системы $\text{Na}_2\text{O}\text{--}\text{CaO}\text{--}\text{MgO}\text{--}\text{SiO}_2\text{--}\text{P}_2\text{O}_5$ массовое соотношение $\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ в их составе должно находиться в пределах $(5,2:1)\text{--}(7,2:1)$, а содержание SiO_2 не превышать 60 мас. %. Это обусловлено тем, что при таком соотношении компонентов формируется менее прочный структурный каркас стекла. При контакте с биологическими жидкостями это приводит к разрушению его поверхностного слоя и способствует более активному формированию слоя гидроксиапатита.

Список литературы

1. Bansode Pr., Sakharkar R. Bioglass-A Miracle Material // *Journal of Dental and Medical Sciences*, 2015. Vol. 14, Issue 11. P. 23-26.
2. Tayebi L.K. Moharamzadeh *Biomaterials for Oral and Dental Tissue Engineering* // Cambridge: Elsevier Woodhead Publishing, 2017. – 542 p.
3. Баринов, С.М. Биокерамика на основе фосфатов кальция [Текст] / С.М. Баринов, В.С. Комлев. – М.: Наука, 2005. – 204 с.
4. Baino Fr., S. Hamzehlou, S. Kargozar *Bioactive Glasses: Where Are We and Where Are We Going?* // *Journal of Functional Biomaterials*, 2018. Vol. 9, Issue 25.
5. Hench L.L. The Story of Bioglass // *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 2006. Vol. 17, P. 967-978.
6. Путляев, В.И. Современные биокерамические материалы [Текст] / В.И. Путляев // *Соросовский образовательный журнал*. – 2004. – Т. 8, № 1. – С. 44-50.
7. Hench, L.L. *An introduction to Bioceramics* (2ND edition). – Singapore: World Scientific Publishing Company, 2013. – 620 p.
8. Kaur G.A Kaur G., Pandey Om., Singh K., Homa D., Scott Br., Pickrell G. review of bioactive glasses: Their structure, properties, fabrication, and apatite formation // *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 2014. Vol. 102, Issue 1. P. 254-274.
9. Hoppe A., Güldal N.S., Boccaccini A.R., Hoppe A. A review of the biological response to ionic dissolution products from bioactive glasses and glass-ceramics // *Biomaterials*, 2011. Vol. 32, P. 2757-2774.
10. Бобкова, Н.М. Химическая технология стекла и ситаллов [Текст] / Н.М. Бобкова, Л.Ф. Папко. – Минск: БГТУ, 2005. – 196 с.
11. Baino Fr., Yamaguchi S. The Use of Simulated Body Fluid (SBF) for Assessing Materials Bioactivity in the Context of Tissue Engineering: Review and Challenges // *Biomimetics*, 2020. Vol. 5, (57).

12. ГОСТ 16548–80. Кварцевая крупка, молотые песчаник, кварцит и жильный кварц для стекольной промышленности. Технические условия [Текст]. – Введ. 01.01.80. – М.: ИПК изд-во станд., 1980. – 17 с.
13. ГОСТ 5100–85. Сода кальцинированная техническая. Технические условия [Текст] – Введ. 01.01.86. – М.: ИПК изд-во станд., 1997. – 27 с.
14. ГОСТ 844–79. Магнезия жженая техническая. Технические условия [Текст]. – Введ. 01.01.81. – М.: Стандартиформ, 2006. – 31 с.
15. ТУ РБ 590118065. Мел. Технические условия [Текст]. – Введ. 01.01.73. – М.: Стандартиформ, 2006. – 32 с.
16. ГОСТ 11773–76. Натрий фосфорнокислый. Технические условия [Текст]. – Введ. 01.01.83. – М.: ИПК изд-во станд., 1997. – 27 с.
17. Farooq I., Imran Z., Farooq U., Leghari A., Ali H. Bioactive Glass: A Material for the Future // World Journal of Dentistry, 2012. Vol. 3, P. 199-201.
18. Шелби, Дж. Структура, свойства и технология стекла [Текст] / Дж. Шелби. – М.: Мир, 2006. – 288 с.
19. Хенч, Л. Биоматериалы, искусственные органы и инжиниринг тканей [Текст] / Л. Хенч, Д. Джоунс. – М.: Техносфера, 2007. – 304 с.
20. Герасимов, В.В. Неорганические полимерные материалы на основе оксидов кремния и фосфора [Текст] / В.В. Герасимов. – М.: Стройиздат, 1993. – 296 с.
21. Папко, Л.Ф. Химическая технология стекла и ситаллов [Текст] / Л.Ф. Папко, М.В. Дяденко. – Минск: БГТУ, 2017. – 150 с.
22. Peitl O., Zanotto E.D., Hench L.L. Highly bioactive $P_2O_5-Na_2O-CaO-SiO_2$ glass-ceramics // Journal of Non-Crystalline Solids., 2001. Vol. 292, – P. 115-126.
23. Aguiar H., Solla E.L., Serra J., González P., León B., Almeida N., Cachinho S., Davim E.J.C., Correia R., Oliveira J.M., Fernandes M.H.V. Orthophosphate nanostructures in $SiO_2-P_2O_5-CaO-Na_2O-MgO$ bioactive glasses // Journal of Non-Crystalline Solids, 2008. Vol. 354, – P. 4075-4080.
24. Moustafa Y.M., El-Egili K. Infrared spectra of sodium phosphate glasses // Journal of Non-Crystalline Solids, 1998. Vol. 240, – P. 144-153.
25. Andronache C.I., Racolt D. Structural investigation of $MO \cdot P_2O_5 \cdot Li_2O$ ($MO=Fe_2O_3$ or V_2O_5) glass systems by FTIR spectroscopy // AIP Conference Proceedings. 2014. Vol. 115,
26. Konijnendijk, W.L. The structure of borosilicate glasses. – Eindhoven: Technische Hogeschool Eindhoven, 1975. – 251 p.
27. Анфилогов, В.Н. Силикатные расплавы [Текст] / В.Н. Анфилогов, В.Н. Быков, А.А. Осипов. – М.: Наука, 2005. – 357 с.
28. Ahsan M.R., Uddin M.A., Mortuza M. Infrared study of the effect of P_2O_5 in the structure of lead silicate glasses // Indian Journal of Pure & Applied Physics, 2005. Vol. 43, – P. 89-99.

Материал поступил в редакцию 22.02.23

М.В. Дяденко¹, В.Г. Лугин¹, И.И. Курило¹, А.В. Поспелов¹

¹*Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті, Минск қ., Беларусь*

**Na₂O–CaO–MgO–SiO₂–P₂O₅ ЖҮЙЕЛІ ШЫНЫЛАРДЫҢ БИОБЕЛСЕНДІЛІГІН
ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

Аңдатпа. $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ жүйесіне сүйене отырып, компоненттердің әртүрлі арақатынасында тәжірибелік шыны үлгілері синтезделді. Олардың құрылымдық ерекшеліктері мен физикалық-химиялық қасиеттері зерттелді. 2-7 күн ішінде 37°C температурада SBF-ерітіндісінде (simulated body fluid) олардың изотермиялық ұсталуы кезінде көрінетін шынылардың биологиялық белсенділігі гидроксипатиттің беткі қабатының түзілуіне байланысты екені көрсетілген. Материалдың биоактивтілігінің төмендеуіне әкелетін кристалданудың максималды бейімділігімен сипатталатын шыны құрамдарының аймағы көрсетілген. Шынылардың биологиялық белсенділігін анықтайтын негізгі фактор олардың құрамындағы $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ қатынасы екені анықталды.

Тірек сөздер: биоактивтілік, био-шыны, кристалдану, тығыздық, микроқаттылық, шыны құрылымы, химиялық тұрақтылық.

M.V. Dyadenko¹, V.G. Lugin¹, I.I. Kurilo¹, A.V. Pospelov¹

¹Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

BIOACTIVITY AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ SYSTEM GLASS

Abstract. Experimental glasses on the basis of the $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{P}_2\text{O}_5$ system with different ratios of components have been synthesized. Their structural and physical and chemical properties have been studied. Biological activity of glasses observed after 2–7 days of their isothermal exposure to simulated body fluid (SBF) solution at a temperature of 37°C is caused by the formation of the surface hydroxyapatite layer. The range of glass compositions characterized by maximum tendency to crystallization, which leads to a decrease in their bioactivity, has been specified. It has been found that the main factor determining the biological activity of glasses is the $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ ratio in their composition.

Keywords: bioactivity, bioactive glass, crystallization, density, microhardness, glass structure, chemical resistance.

References

1. Bansode Pr., Sakharkar R. Bioglass-A Miracle Material // Journal of Dental and Medical Sciences. 2015. Volume 14, Issue 11. P. 23-26.
2. Tayebi, L. Moharamzadeh K. Biomaterials for Oral and Dental Tissue Engineering. – Cambridge: Elsevier Woodhead Publishing, 2017. – 542 p.
3. Barinov, S.M. Barinov S.M., Komlev V.S. Biokeramika na osnove fosfatov kal'ciya [Bioceramics based on calcium phosphates] /– M.: Nauka, 2005. – 204 p. [In Russian].
4. Bairo Fr., Hamzehlou S., Kargozar S. Bioactive Glasses: Where Are We and Where Are We Going? // Journal of Functional Biomaterials. 2018. Vol. 9, Issue 25.
5. Hench, L.L. The Story of Bioglass // Journal of Materials Science: Materials in Medicine. 2006. Vol. 17. P. 967-978.
6. Putlyaev, V.I. Sovremennye biokeramicheskie materialy [Modern bioceramic materials]. Soro-sovskij obrazovatel'nyj zhurnal [Soros Educational Journal]. 2004. T. 8, № 1. P. 44-50. [In Russian].
7. Hench, L.L. An introduction to Bioceramics (2ND edition) / Singa-pore: World Scientific Publishing Company, 2013. – 620 p.

8. Kaur G., Pandey Om., Singh K., Homa D., Scott Br., Pickrell G. A review of bioactive glasses: Their structure, properties, fabrication, and apatite formation // *Journal of Biomedical Materials Research Part A*. 2014. Vol. 102, Issue 1. P. 254-274.
9. Hoppe A., Güldal N.S., Boccaccini A.R. A review of the biological response to ionic dissolution products from bioactive glasses and glass-ceramics // *Bio-materials*. 2011. Vol. 32, P. 2757-2774.
10. Bobkova, N.M., Papko L.F. *Himicheskaya tekhnologiya stekla i sitallov* [Chemical technology of glass and metals]. – Minsk: BGTU, 2005. – 196 p. [In Russian].
11. Baino Fr., Yama-guchi S. The Use of Simulated Body Fluid (SBF) for Assessing Materials Bio-activity in the Context of Tissue Engineering: Review and Challenges // *Biomimetics*. 2020. Vol. 5 (57).
12. GOST 16548-80. Kvarcevaya krupka, molotye peschanik, kvarcit i zhil'nyj kvarc dlya stekol'noj promyshlennosti. Tekhnicheskie usloviya [Quartz grits, ground sandstone, quartzite and vein quartz for the glass industry. Technical specifications]. – Vved. 01.01.80. – M.: IPK izd-vo stand., 1980. – 17 p. [In Russian].
13. GOST 5100-85. Soda kal'cinirovannaya tekhnicheskaya. Tekhnicheskie usloviya [Soda ash technical. Technical conditions]. – Vved. 01.01.86. – M.: IPK izd-vo stand., 1997. – 27 p. [In Russian].
14. GOST 844-79. Magneziya zhzhenaya tekhnicheskaya. Tekhnicheskie usloviya [Burnt technical magnesia. Technical specifications]. – Vved. 01.01.81. – M.: Standartinform, 2006. – 31 p. [In Russian].
15. TU RB 590118065. Mel. Tekhnicheskie usloviya [Chalk. Technical specifications] – Vved. 01.01.73. – M.: Standartinform, 2006. – 32 p. [In Russian].
16. GOST 11773-76. Natrij fosfornokislyj. Tekhnicheskie usloviya [Sodium phosphoric acid. Technical specifications]. – Vved. 01.01.83. – M.: IPK izd-vo stand., 1997. – 27 p. [In Russian].
17. Farooq I., Imran Z., Farooq U., Leghari A., Ali H. Bioactive Glass: A Material for the Future // *World Journal of Dentistry*. 2012. Vol. 3, P. 199-201.
18. Shelbi, Dzh. *Struktura, svojstva i tekhnologiya stekla* [Structure, properties and technology of glass]. – M.: Mir, 2006. – 288 p. [In Russian].
19. Hench L. *Biomaterialy, iskusstvennye organy i inzhiniring tkanej* [Biomaterials, artificial organs and tissue engineering]. – M.: Tekhnosfera, 2007. – 304 p. [In Russian].
20. Gerasimov V.V. *Neorganicheskie polimernye materialy na osnove oksidov kremniya i fosfora* [Inorganic polymer materials based on silicon and phosphorus oxides]. – M.: Strojizdat, 1993. – 296 p. [In Russian].
21. Papko, L.F. Dyadenko, M.V. *Himicheskaya tekhnologiya stekla i sitallov* [Chemical technology of glass and metals]. – Minsk: BGTU, 2017. – 150 p. [In Russian].
22. Peitl O., Zanotto E.D., Hench L.L. Highly bioactive P2O5–Na2O–CaO–SiO2 glass-ceramics // *Journal of Non-Crystalline Solids*. 2001. Vol. 292, P. 115-126.
23. Aguiar H., Solla E.L., Serra J., González P., León B., Almeida N., Cachinho S., Davim E.J.C., Correia R., Oliveira J.M., Fernandes M.H.V. Orthophosphate nanostructures in SiO2–P2O5–CaO–Na2O–MgO bio-active glasses // *Journal of Non-Crystalline Solids*. 2008. Vol. 354, P. 4075-4080.
24. Moustafa Y.M., El-Egili K. Infrared spectra of sodium phosphate glasses // *Journal of Non-Crystalline Solids*. 1998. Vol. 240, P. 144-153.

25. Andronache, C.I., Racolt D. Structural investigation of MO·P2O5·Li2O (MO=Fe2O3 or V2O5) glass systems by FTIR spectroscopy // AIP Conference Pro-ceedings. 2014. Vol. 115,
26. Konijnendijk, W.L. The structure of borosilicate glasses. – Eindhoven: Technische Hogeschool Eindhoven, 1975. – 251 p.
27. Anfilogov, V.N. Silikatnye rasplavy [Silicate melts]. – M.: Nauka, 2005. – 357 p. [In Russian].
28. Ahsan, M.R. Infrared study of the effect of P2O5 in the structure of lead silicate glasses / M.R. Ahsan, M.A. Uddin, M. Mortuza // Indian Journal of Pure & Applied Physics. 2005. Vol. 43, P. 89-99.

МРНТИ 31.15.35

Н.Ю. Назаргалина¹ – основной автор, | ©
И.Г. Цой², Г.Б. Кенешбаева³¹Магистрант, ²Канд. хим. наук, доцент, ³Магистрант

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-4998-9617>^{1,2,3}Таразский региональный университет им. М. Х. Дулати

г. Тараз, Республика Казахстан

¹nadezhda_forever@mail.ru, ²tsoyirinagen@mail.ru<https://doi.org/10.55956/GHXQ9872>

ИЗУЧЕНИЕ АДсорбЦИОННЫХ СВОЙСТВ МЕТИЛЕНОВОГО СИНЕГО ИСКОПАЕМЫМИ УГЛЯМИ

Аннотация. Представлены результаты исследования адсорбции гидрофитных растворов маркера низкомолекулярных токсинов (красителя метиленового синего) на угольных адсорбентах. Выявлено, что обработка углей соляной кислотой низкой концентрации более эффективна, чем использование этой же кислоты с более высокой концентрацией. Адсорбционная активность образцов углей оценивалась по остаточной концентрации красителя спектрофотометрическим методом.

Ключевые слова: адсорбция, уголь активированный, древесный уголь, каменный уголь, шлак, метиленовый синий.



Назаргалина, Н.Ю. Изучение адсорбционных свойств метиленового синего ископаемыми углями [Текст] / Н.Ю. Назаргалина, И.Г. Цой, Г.Б. Кенешбаева // Механика и технологии / Научный журнал. – 2023. – №1(79). – С.175-182. <https://doi.org/10.55956/GHXQ9872>

Введение. Получение на основе ископаемых углей нетопливной продукции является одной из интенсивно развивающихся отраслей химической промышленности, так как стоимость получаемых материалов значительно превышает стоимость исходного сырья. Одно из основных направлений развития – это получение адсорбентов, базирующихся на природных особенностях структуры ископаемых углей. Структура активных углей характеризуется особой «скрученностью» кристаллической решетки, получившей название турбостратной [1], при которой плоские слои углеродных колец графита повернуты относительно друг друга в пространстве. Размеры пор активных углей также отличаются широким разбросом: от нескольких нанометров и выше. Химическая природа поверхности активных углей обусловлена большим количеством и разнообразием функциональных групп: фенольная, карбонильная, карбоксильная, эфирная, енольная, лактоновая. В состав углеродных колец зачастую включаются атомы азота, серы. Эти особенности структуры определяют универсальную адсорбционную, ионообменную и каталитическую способность активных углей.

Номенклатура адсорбентов, предлагаемых на рынке, весьма разнообразна, но среди них основное предпочтение потребителями отдается

углеродным адсорбентам. Особенно широко активные угли применяют в пищевой промышленности, при очистке питьевой воды, в медицине и фармацевтике благодаря их нетоксичности. В настоящий период они выходят из сферы индустрии и всё активнее используются в сельском хозяйстве. Так, имеются примеры применения активных углей для рекультивации земель, подвергшихся загрязнению ионами тяжелых металлов [2]. В промышленных процессах, где есть потребность в очистке или разделении технологических сред, а также при решении проблем, связанных с обезвреживанием сточных вод, отходящих газов топливного оборудования, широкое применение активированного угля, несмотря на высокую эффективность, ограничивается его стоимостью. Таким образом, растущая потребность в углеродных адсорбентах, расширение сферы их применения обуславливают актуальность поиска путей их удешевления. Один из вариантов решения данной проблемы – это использование более дешевого исходного сырья, в частности, отходов теплоэнергетического производства. Исследований в области получения сорбентов на основе подобных отходов сравнительно немного, а каменные угли Казахстана практически не рассматривались с этой точки зрения.

Предпочтительным сырьём для получения активного угля являются ископаемые угли с высоким содержанием углерода и возможно низкой зольностью. Низкосортные каменные угли, отличающиеся высоким содержанием минеральных и летучих компонентов, не годятся для получения кокса, поэтому их используют главным образом, в качестве топлива. При сжигании угля углерод преобразуется в газообразные оксиды углерода, азота и серы, а также водяной пар. Минеральная составляющая угля, содержащая оксиды металлов и кремния, образует шлак. Высокая зольность углей, сжигаемых на тепловых электростанциях и котельных, приводит к возникновению проблемы складирования и утилизации золошлаковых отходов и их отрицательного влияния на окружающую среду.

В производстве электроэнергии на тепловых электростанциях в зависимости от применяемых топливных систем определенная, зачастую значительная часть мелкодисперсных минеральных частиц, находящихся во взвешенном состоянии, уносится потоком дымовых газов и загрязняет атмосферный воздух на очень больших площадях. При наличии систем газоочистки по мере остывания дымовых газов минеральные компоненты оседают в газоходах, циклонах и на фильтрах виде легкой золы, получившей название золы-уноса или летучей золы (fly ash).

Условия и методы исследований. В качестве объекта исследования была взята летучая зола и шлак, полученные от сгорания угля Шубаркульского месторождения Карагандинской области. Для сравнения параллельно исследовались образцы исходного каменного угля, а также активированного угля.

Твердые образцы углей и золо-шлаковых отходов предварительно измельчали и просеивали через сито с диаметром ячеек 2 мм, затем промывали дистиллированной водой и высушивали при комнатной температуре в течение суток.

Навески образцов углей и золо-шлаковых отходов массой 1 г (точность взвешивания $\pm 0,001$ г) помещали в стаканы объемом 100 мл, приливали по 20 мл 5%-ного раствора соляной кислоты и перемешивали в течение 30 минут. По окончании обработки суспензию отстаивали, кислотный слой декантировали, а осадки промывали на фильтре дистиллированной водой до нейтральной реакции. Осадки высушивали при комнатной температуре в

течение суток. Аналогично проводили обработку образцов 10%-ным раствором HCl. Высушенные образцы хранили в эксикаторе для дальнейшего использования.

Для определения сорбционной емкости использовали стандартный метод с применением основного красителя метиленового синего (МС). Для этого навески исследуемых образцов массой 0,1 г (точность взвешивания $\pm 0,001$ г) помещали в колбы вместимостью 50 см³, прибавляли 25 см³ раствора метиленового синего с концентрацией 10 мг/дм³, периодически перемешивали в течение 120 минут при комнатной температуре. По истечении указанного времени исследуемые образцы фильтровали и измеряли оптическую плотность фильтрата. Определение остаточного содержания МС в фильтрате проводили методом калибровочного графика (рис.1). В указанном диапазоне концентраций соблюдается строгая линейность зависимости.

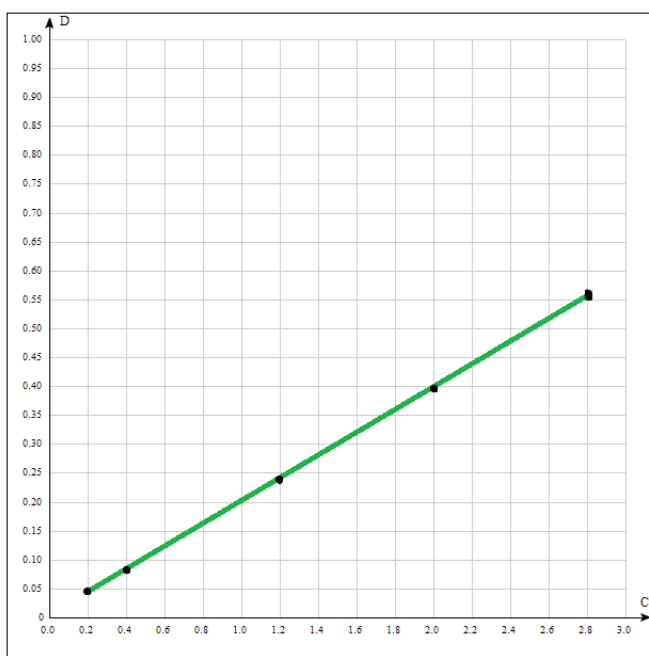


Рис. 1. Зависимость оптической плотности (D) раствора метиленового синего от концентрации C (мг/дм³)

Измерение оптической плотности проводили на спектрофотометре в кварцевых кюветах толщиной 10 мм (пределы допускаемой абсолютной погрешности установки 0,8) при длине волны 668 нм относительно дистиллированной воды. Величину адсорбции (Г) по метиленовому синему рассчитывали по формуле

$$A = \frac{(C_{\text{исх}} - C_p)V_0}{m} \quad (1)$$

где $C_{\text{исх}}$ – исходная концентрация раствора МС, мг/дм³; C_p – равновесная концентрация раствора МС, мг/дм³; m – масса навески адсорбента, г; V_0 – объем исходного раствора МС, дм³.

Степень извлечения красителя из раствора определяли по формуле

$$\alpha = \frac{(C_{исх} - C_p)V_0}{C_{исх}} 100\% \quad (2)$$

Результаты исследований. Для фиксирования изменений в адсорбционной активности угля в результате выгорания углеродного компонента были определены основные характеристики исходного образца угля, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики угля Шубаркульского месторождения Карагандинской области [3]

Марка угля	Д
Влажность	14.5 %
Страна производитель	Казахстан
Производитель	Шубарколь Комир
Вид угля	Каменный уголь
Содержание золы	13 %
Выход летучих веществ	43.5 %
Происхождение топлива	Естественное
Содержание серы	0.5 %
Удельная теплота сгорания	30.14 МДж/кг

В зависимости от процесса горения, источника и состава сжигаемого угля компоненты золы-уноса различаются, но все включают значительные количества диоксида кремния (SiO_2) (как аморфного, так и кристаллического), оксида алюминия (Al_2O_3) и оксида кальция (CaO).

С точки зрения химического состава главный компонент золы-уноса и шлаковых отходов — оксид кремния SiO_2 , далее идут оксид алюминия, железа, кальция, калия и некоторые другие оксиды, содержание которых обычно не превышает одного процента. Для сравнения в таблице приведены аналогичные данные другого природного минерала — цеолита, широко используемого адсорбента, с которым по химическому составу наблюдается большое сходство.

Температура горения угля в зависимости от условий лежит в пределах 1000-2300°C, но на практике чаще всего не превышает 1200°C [4]. При такой температуре в ходе сгорания угля формируются золо-шлаковые конгломераты, которые содержат большое количество дефектов кристаллической структуры, а, следовательно, активных центров для адсорбции, что позволило предположить их адсорбционную активность.

Отходы, образующиеся при сжигании угля в топках ТЭЦ и котельных, являются механической смесью золы и шлака. По внешнему виду они

представляют собой мелкодисперсный минеральный порошок серого цвета. Частички золы и шлака имеют разнообразную форму [5,6]: микросферы, оплавленных под воздействием высоких температур минералов (в основном кварц), частицы неправильной формы (остальной материал). Примерный химический состав золо-шлаковых отходов приведен в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав золы-уноса и золо-шлаковых отходов, образующихся при сжигании угля [5,6]

Компоненты	Содержание, %					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O+Na ₂ O
Золо-шлаковые отходы	45-60	15-25	5-15	1,5-4,5	1	2,0-4,5
Зола-уноса	59-61	25-26	5-6	3-4	1-1,2	1,6-1,7
Цеолит	71,5	13,1	0,9	2,1	1,07	5,03

По сравнению с исходным углем насыпная плотность золо-шлаков существенно ниже (в пределах 700-900 кг/м³). В результате выгорания углерода происходит увеличение удельной поверхности в пределах 4000-6700 см²/г и пористости (50,1-58,9%) [7]. Такие характеристики позволяют рассматривать золо-шлаки как перспективный адсорбционный материал, что и стало целью настоящего исследования. Для сравнения приведены также характеристики типичного адсорбента – цеолита, которые показывают достаточно близкое сходство по составу с составом отходов после сгорания угля.

Для выбора длины волны и подтверждения отсутствия димеризации и взаимодействий между образцом исследуемого адсорбента и веществом-маркером, смещающих максимумы полос поглощения и затрудняющих количественное определение МС в водном растворе после адсорбции, на спектрофотометре СФ-2000 (ООО «ОКБ Спектр», Россия) были записаны и сопоставлены спектры поглощения МС до и после контакта с адсорбентами (рисунок 2).

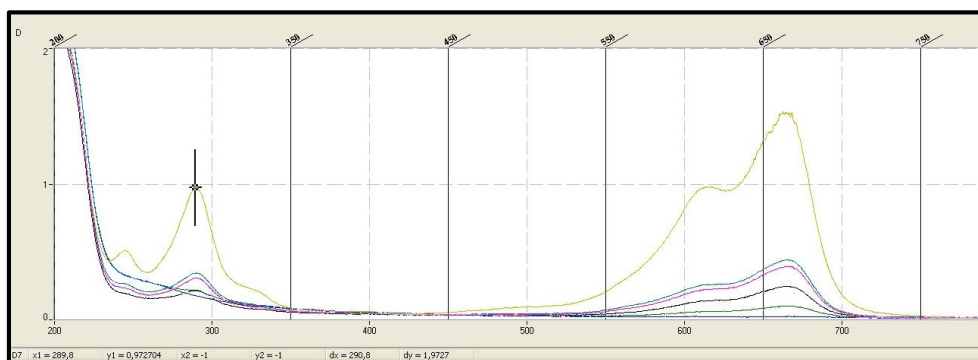


Рис. 2. Кривые поглощения раствора метиленового синего и фильтратов

Как видно из полученных спектров, максимум поглощения метиленового синего находится в области 668 нм, что соответствует справочным данным. Наблюдается полное совмещение максимумов кривых

поглощения в спектрах фильтратов после контакта адсорбентов с раствором метиленового синего, что свидетельствует об отсутствии побочных процессов. В таблице 3 приведены полученные результаты.

Таблица 3

Оптическая плотность фильтрата после адсорбции на золо-шлаковых отходах и углях, обработанных 5%-ным раствором HCl

Параметр	Исходный раствор МС, 10 мг/дм ³	Золо-шлаковые отходы	Активированный уголь	Сары-адырский	Шубар-кольский
Оптическая плотность раствора МС	1,2480	0,0372	0,1081	0,4494	0,4061
Остаточная концентрация МС, мг/дм ³	-	0,15	0,43	2,25	2,00
Сорбционная емкость А, мг/г	-	2,46	2,39	1,94	2,0
Степень извлечения МС, α %	-	98,5	95,7	77,5	80,0

Обсуждение научных результатов. Как видно из приведенных результатов, наилучший результат по поглощению красителя из раствора показал образец золо-шлаковых отходов, даже по сравнению с признанным эффективным адсорбентом – активированным углем. Степень извлечения красителя из раствора составила более 98%, что свидетельствует об отличных сорбционных свойствах исследованных отходов. Вымывание калия и натрия в виде растворимых хлоридов при кислотной обработке образцов приводит к небольшой потере массы материала. Кроме того, происходит разрушение остаточных карбонатных соединений с выделением оксида углерода. Эти процессы способствуют дополнительному высвобождению внутреннего пространства пор, т.е. увеличению удельной поверхности материала и улучшению адсорбционной активности.

Кислотная активация исходных образцов угля также способствовала существенному увеличению их сорбционных свойств, хотя они ожидаемо оказались хуже, чем у активированного угля. Увеличение концентрации соляной кислоты, взятой для обработки образцов, до 10% практически не привело к улучшению сорбционных свойств. Таким образом, использование кислотной обработки материала растворами высокой концентрации нецелесообразно не только с точки зрения незначительного улучшения адсорбционных свойств, но и с позиций экономики и экологии.

Закключение. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что имеющиеся на промышленном рынке каменные угли в отношении красителя метиленового синего обладают сравнительно низкой

адсорбционной активностью. Кислотная активация углей приводит к увеличению сорбционной способности, но в итоге суммарные затраты на процесс не оправдываются. Наиболее перспективно дальнейшее изучение адсорбирующих свойств шлаковых отходов и золы-уноса в целях создания на их основе высокоэффективных адсорбентов для широкого спектра загрязняющих веществ. Применение сорбционной технологии с предлагаемыми материалами, которые являются отходами теплоэнергетических предприятий, для доочистки сточных вод позволит, во-первых, использовать очищенную воду в оборотном водоснабжении производств, а также выполнять частичный сброс в водоем. Во-вторых, применение данной технологии решит задачу по утилизации многотоннажных отходов теплоэнергетической и химической промышленности. В результате произойдет улучшение экологической ситуации, снижение антропогенной нагрузки на территорию, примыкающей к полигону отходов, а также на состояние поверхностных и подземных вод.

Список литературы

1. Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ [Текст]: Ч.1.-СПб: АНО НПО «Профессионал», 2002. – 988 с.
2. Рубан, А.Д. Комплексное использование бурых углей [Текст] / А.Д. Рубан, А.А. Лавриненко, М.А. Передерий // Горный журнал. – 2011. – №12. – С. 57.
3. [?] / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ao-shubarkul-komir.satu.kz/>
4. [?] / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://otivent.com/temperatura-goreniya-uglya>
5. [?] / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Летучая_зола
6. [?] / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nkj.ru/archive/articles/13906/>
7. Умбетова, Ш.М. Техногенные отходы предприятий энергетики и пути их вторичной переработки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e-lib.kazntu.kz>

Материал поступил в редакцию 23.01.23.

Н.Ю. Назаргалина¹, И.Г. Цой¹, Г.Б. Кенешбаева¹

¹*М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан*

МЕТИЛЕН КӨГІНІҢ АДСОРБЦИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ҚАЗБА КӨМІРМЕН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Көмір адсорбенттеріндегі төмен молекулалы токсиндер маркерінің (метилен көк бояғыш) гидрофильді ерітінділерінің адсорбциясын зерттеу нәтижелері ұсынылған. Төмен концентрациялы тұз қышқылымен көмірді өңдеу сол жоғары концентрациялы қышқылды қолданудан тиімдірек екені анықталды. Көмір үлгілерінің адсорбциялық белсенділігі спектрофотометриялық әдіспен бояғыштың қалдық концентрациясы бойынша бағаланды.

Тірек сөздер: адсорбция, белсендірілген көмір, көмір, қож, метилен көк.

N.Yu. Nazargalina¹, I.G. Tsoy¹, G.B. Keneshbaeva¹

¹ M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

STUDYING THE ADSORPTION PROPERTIES OF METHYLENE BLUE BY FOSSIL COALS

Abstract. The results of a study of the adsorption of hydrophyte solutions of low molecular weight toxins (methylene blue dye) marker on carbon adsorbents are presented. It was found that the treatment of coal with hydrochloric acid of low concentration is more effective than the use of the same acid with a higher concentration. The adsorption activity of coal samples was estimated by the residual concentration of the dye by the spectrophotometric method.

Keywords: adsorption, activated carbon, charcoal, coal, slag, methylene blue.

References

1. Novyy spravochnik khimika i tekhnologa. Syr'ye i produkty promyshlennosti organicheskikh i neorganicheskikh veshchestv [New reference book for chemists and technologists. Raw materials and products of the industry of organic and inorganic substances]. // CH.1.-SPb: ANO NPO «Professional», [Part.1.- St. Petersburg: ANO NPO "Professional"], 2002.–988 p. [in Russian]
2. Ruban, A.D., Lavrinenko, A.A., Perederiy, M.A. Kompleksnoye ispol'zovaniye burykh ugley [Complex use of brown coals] // Gornyy zhurnal [Mining journal] . – 2011. – №12. – P. 57. [In Russian]
3. [?] / Elektronnyj resurs [Electronic resource]. – Rezhim dostupa [Access mode]: <https://ao-shubarkul-komir.satu.kz/>. [in Russian]
4. [?] / Elektronnyj resurs [Electronic resource]. – Rezhim dostupa [Access mode]: <https://otivent.com/temperatura-goreniya-uglya>. [in Russian]
5. [?] / Elektronnyj resurs [Electronic resource]. – Rezhim dostupa [Access mode]: http://ru.wikipedia.org/wiki/Fly_ash. [in Russian]
6. [?] / Elektronnyj resurs [Electronic resource]. – Rezhim dostupa [Access mode]: <https://www.nkj.ru/archive/articles/13906/>. [in Russian]
7. Umbetova, Sh.M. Tekhnogennye othody predpriyatij energetiki i puti ih vtorichnoj pererabotki [Technogenic wastes of energy enterprises and ways of their recycling]. Elektronnyj resurs [Electronic resource]. – Rezhim dostupa [Access mode]: <http://e-lib.kazntu.kz>. [in Russian]

FTAMP 61.31.43

Х.Р. Садиева¹ - негізгі автор, | ©
А.Н. Нурлыбаева², С.Т. Дүйсенбаева³, А. Орынбаева⁴

¹Техн. ғылым. канд., доцент, ²PhD, доцент, ³Техн. ғылым. канд., доцент,⁴Магистрант

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-8925-8053>; ²<https://orcid.org/0000-0001-9904-9979>;³<https://orcid.org/0000-0001-6054-9589>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-3058-3425>^{1,2,3,4}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,

Тараз қ., Қазақстан Республикасы

¹ xalipa71@mail.ru<https://doi.org/10.55956/AZLS8615>

БАРИТ ҚҰРАМДЫ КЕНДЕРДІҢ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Бұл зерттелген жұмыста Шығанақ кен орнында барит қосылыстарын өңдеу кезінде 2 миллион тоннаға жуық қалдық жинақталғаны анықталған. Қатты шикізаттан туындаған экологиялық және экономикалық мәселелерді шешу үшін оларды өңдеудің әдістері қарастырылды. Осы жинақталған қалдықты өңдеу арқылы қатты ерітінділердің (бетон) алу жолы қарастырылды. Бұл алынған үлгілердің құрамы рентгендік дифрактометриялық талдау арқылы барит қосылыстарының сандық және фазалық құрамы зерттелді және баритті рудамен барий сульфатының рН ортасы анықталды.

Тірек сөздер: барит кендері, рентгендік дифрактометриялық талдау, барий сульфаты, фазалық құрамы, кристалдық фаза.



Садиева, Х.Р. Барит құрамды кендердің физикалық-химиялық қасиеттерін зерттеу [Мәтін] / Х.Р. Садиева, А.Н. Нурлыбаева, С.Т. Дүйсенбаева, А. Орынбаева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №1(79). – Б.183-190. <https://doi.org/10.55956/AZLS8615>

Кіріспе. Барит кендері – құрамында бариті бар, пайдалану жағынан техникалық мүмкін және экономикалық тұрғыдан қолайлы болатын концентрациядағы табиғи минералды болып табылады. Баритті кен орындары тиісті баритті, күрделі және сульфидті-баритті болып бөлінеді. Бұл қосылыстарда барит жалғыз немесе ең маңызды элемент болып табылады.

Барит кендері үш негізгі бағытта қолданылады:

- мұнай және газ ұңғымаларын бұрғылау кезінде салмақ беру үшін (саз ерітінділері түрінде 75% -дан астам);
- инертті және төмен белсенді толтырғыштарда (16-18%);
- шикізат ретінде барий қосылыстарын өндіру (6-8%) кезінде қолданылады.

Инертті ауыр толтырғыш ретінде арнайы резеңкеде, пластмасса өндірісінде, қағаздың кейбір түрлерінде, асбест бұйымдарында, цементте және әртүрлі құрылыс материалдарында, сонымен қатар бояуларда, лактар мен эмальдарда (негізінен литопон өндіру үшін) қолданылады. Бариттің радиоактивті сәулелерді (соның ішінде рентген сәулелерін) сіңіру қабілеті

оның құрамындағы материалдарды рентгендік технологияда пайдалануға мүмкіндік береді. Оптикалық шикізат ретінде мөлдір түссіз барит кристалдары қолданылады. Химия өнеркәсібінде, пиротехникада, металл өңдеуде, машина жасауда және халық шаруашылығының басқа салаларында қолданылатын барий қосылыстарын алудың бірден-бір шикізаты барит пен витерит болып табылады. Жоғары температурада өткізгіштікке ие барий бар керамиканың электр энергетикасына енуі, қазіргі уақытта баритті тұтыну құрылымын өзгертуде, сондай-ақ ядролық энергияның өсуі және ядролық қарудың азаюы барит қорғаныс қондырғылары мен құрылымдарының ең арзан құрамдас бөлігі болып табылады [1].

Витерит-барий қосылыстарынан ең алдымен (тазартудан кейін) техникалық барий карбонатын алу үшін шикізат ретінде пайдаланылады. Жеңіл ерігіштігіне байланысты витерит салмақ агенті ретінде жарамсыз. Барит пен витерит табиғатта бірге кездеседі. Ол әдетте барит кендерінде қоспа түрінде болады, бірақ кейде оның мөлшері 30-45% жетеді (Сетлингстон, Моррисон және Ұлыбританиядағы Лонгалеут кен орындары, Түркменстандағы Арпакленское және Елысу).

Барит кендері минералды құрамы бойынша баритті (оның ішінде барит-витерит), кварцты-барит (оның ішінде витерит), кальцитті-барит, флюоритті-барит, сульфидті-барит, темірлі-барит, темірлі-флюорит сондай-ақ саз және құм-барит болып бөлінеді. Барит кендері негізінен бариттен тұрады, онымен бірге кейбір кен орындарында витерит кездеседі. Басқа минералдар (кварц, кальцит, темір оксидтері, металл сульфидтері және т.б.) аз болады [2].

Кварцті-барит кендерінде баритпен қатар біркелкі бөлінбеген кварцтың (30-45%), ал кальцитті-барит кендерде – кальциттің (70% дейін) едәуір мөлшері бар. Одан бөлек басқа минералдар темір оксидтері, металл сульфидтері және т.б. аз мөлшерде кездеседі. Бұл кендер (барит кендерімен қатар) Грузияда (Чордское) және Қазақстанда (Кентөбе және Жалайыр) гидротермалдық кен орындарында дамыған. Кварцті - және кальцитті - барит кендері көбінесе сульфидті-баритпен, кейде таза кварцқа, кальцитке, кварцті-кальцитті тамырларына ауысады немесе тәуелсіз денелер түзеді.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Шығанақ баритті кеніне жасалынған талдау нәтижесі рентгендік дифрактометриялық талдау әдісі қарастырылды. Рентгендік дифрактометриялық талдау автоматтандырылған дифрактометрде маркасы ДРОН-3, $Si_{K\alpha}$ – сәулесімен, β -филтрінде жүргізілді. Дифрактограммаларды түсіру шарттары: $U=35$ кВ; $I=20$ мА; түсіру $\theta=2\theta$; детектор 2 град/мин. Жартылай сандық негіздегі рентгенофазалық талдау тең аспалар мен жасанды қоспалар әдісін қолдана отырып, ұнтақ сынамаларының дифрактограммалары бойынша орындалды. Кристалдық фазалардың сандық қатынасы 1-кестеде келтірілген [3].

Дифрактограммаларды түсіндіру ICDD картотекасының деректерін пайдалана отырып жүргізілді: ұнтақты дифрактометриялық мәліметтер базасы PDF2 (Powder Diffraction File) және қоспалардан таза минералдардың дифрактограммалары.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Негізгі фазалар үшін құрамына есептеу жүргізілді [4]. 1-кестеде аз мөлшерде және тек 1-2 дифракциялық рефлексстердің немесе нашар кристалданудың болуына байланысты сәйкестендіру мүмкін емес қоспалар (1-сурет) көрсетілген.

Қосымша:

1. Жазықтықаралық қашықтық және үлгілердің фазалық құрамы.
2. Жартылай сандық рентген фазалық талдау нәтижелері.

3. Сынамалардың дифрактограммалары N п/п 1 обр. N барит кендері.
Барлық дифракциялық шыңдар жоғарыда аталған фазаларға ғана жатады. Қазіргі фазаларды анықтауға мүмкіндік беретін тән дифракциялық рефлекстер атап өтілді [5].

Кесте 1

Жазықтық аралық қашықтық және үлгілердің фазалық құрамы

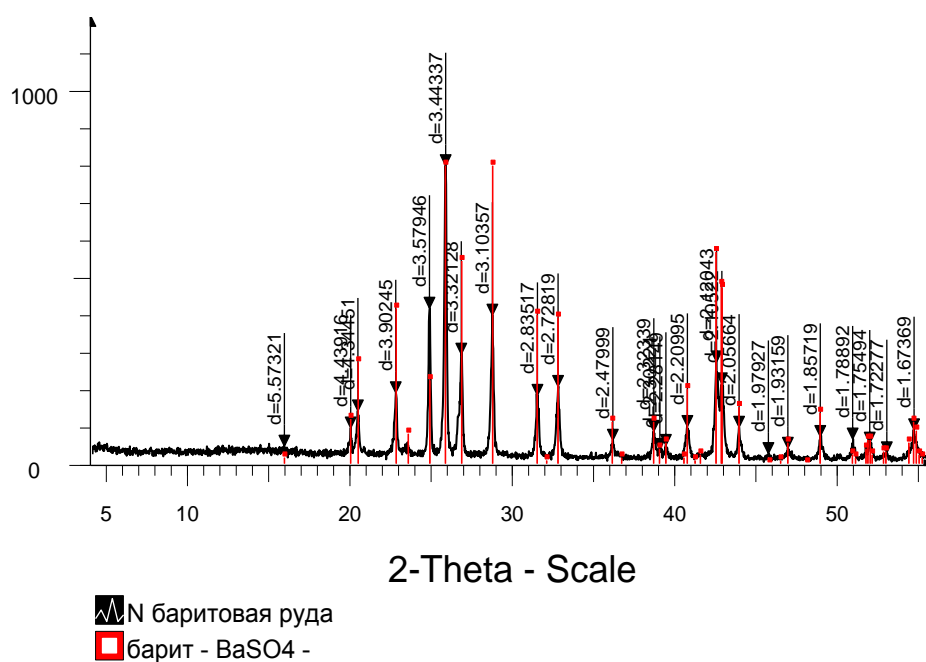
$d, \text{Å}$	$I \%$	фаза	$d, \text{Å}$	$I \%$	фаза
5.57321	5.9	-	2.30224	4.7	-
4.43916	12.0	-	2.28149	6.1	-
4.34451	17.7	-	2.20995	12.5	-
3.90245	23.8	-	2.12043	34.1	барит
3.57946	52.2	барит	2.10522	26.8	-
3.44337	100.0	барит	2.05664	12.2	-
3.32128	36.7	-	1.97927	3.4	-
3.10357	49.8	барит	1.93159	5.1	-
2.83517	22.9	-	1.85719	9.1	-
2.72819	25.9	-	1.78892	8.2	-
2.47999	7.8	-	1.75494	6.8	-
2.32339	10.8	-	1.72277	3.6	-
2.05664	12.2	-	1.67369	11.3	-



Сурет 1. Өртүрлі концентрацияда дайындалған барит ерітіндісі

Кристалдық фазалардың жартылай сандық рентген фазалық талдау нәтижелері 2-суретте келтірілген. Талдау жұмыстары «Сокольский атындағы ОКЭИ жүргізілді.

Алынған нәтиже бойынша баритті кеннің құрамында 59-60% барий сульфаты бар екені анықталды.



Сурет 2. Баритті кеннің дифрактограммасы

Баритті руда мен барий сульфатының рН ортасын анықтау. Зертхана таразысында 0,1 грамм барий сульфатын және 1 грамм барит кенін өлшеп, әрқайсысын 100 мл болатын колбаға салып, меткасына дейін дистелденген сумен келтірілді (3-сурет).



Сурет 3. Эксперименттік үлгілерді іріктеру

Алынған барий сульфатынан аликвот алынды, яғни әр 100 мл колбаға 10 см³, 15 см³, 20 см³ және 25 см³ алынды. Барлығын дистелденген сумен меткасына дейін келтіріп рН өлшенді, нәтижелері 2-кестеде келтірілген [6].

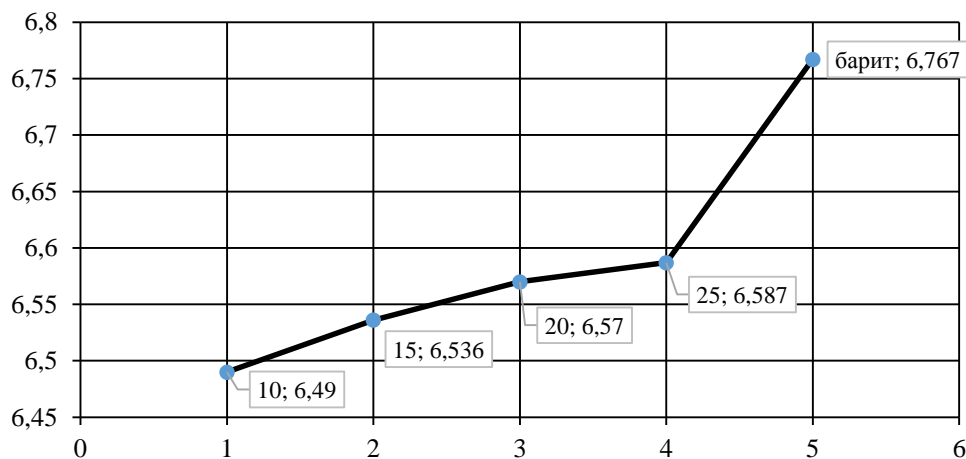
Кесте 2

рН мәнінің нәтижелері

№	Ерітінді өлшемі	рН мәні
1	BaSO ₄ 10 мл	6,490
2	BaSO ₄ 15 мл	6,536

3	BaSO ₄ 20 мл	6,570
4	BaSO ₄ 25 мл	6,587
5	Барит 10 мл	6,767

Осы алынған рН мәнінің нәтижесі бойынша калибрлі қисығы тұрғызылды, ол 4-суретте берілген.



Сурет 4. Баритті рудамен барий сульфатының рН ортасы

Зерттеу жүргізу нәтижесінде баритті рудамен барий сульфатының рН ортасы бейтарап ортаға сәйкес келетіні анықталды [7,8].

Қорытынды. Жұмыс барысында Шығанақтан алынған баритті кенге келесідей мәліметтер және химиялық талдаулар жасалынды:

1. Баритті кенге жалпы сипаттама жасалынды, яғни баритті кендерден алынған барий сульфаты көптеген өндірістерде шикізат ретінде қолданылады. Мысалы атап өтетін болсақ қағаз өндірісінде, мұнай газ өндірісінде, лак және бояу өндірістерінде кеңінен қолданылды.

2. Шығанақ кен орнының барит кеніне сандық талдау жүргізіліп, 2 миллион тоннаға жуық қалдық жинақталғаны анықталды. Қатты шикізаттан туындаған экологиялық және экономикалық мәселелерді шешу үшін оларды өндеудің мақсаттылығы дәлелденді.

3. Зертханада баритті кенді барий сульфатымен салыстырмалы түрде талдаулар жүргізілді және нәтижелері алынды.

4. Барит кенін Алматы қаласындағы Сокольский атындағы ОКЭИ жіберіп құрамында 59-60% барий сульфаты бар екені белгілі болды. Зерттеу жүргізу нәтижесінде баритті рудамен барий сульфатының рН ортасы бейтарап ортаға сәйкес келетіні анықталды.

Әдебиеттер тізімі

1. Иманмусаева, А.К. Возможность использования баритовой руды в качестве добавки к силикатным материалам [Текст] / А.К. Иманмусаева, Х.Р. Садиева, Д.Ғ. Балтабаева / Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане; XI Международная научная конференция – г. Тараз: 2018.
2. Иманмусаева, А.К. Применение отходов производств Жамбылской области в строительных материалах [Текст] / А.К. Иманмусаева, Х.Р. Садиева / Төртінші

- өнеркәсіптік революция жағдайындағы білімі және ғылым; III Республикалық сырттай ғылыми-тәжірибелік конференциясы – г. Тараз: 2018.
3. Голубцов, В.А. Теория и практика введения добавок в сталь вне печи [Текст] // Черная металлургия. Бюлл. НТИ. 2005. №12 с.45-50.
 4. Гудов, А.Г. Исследование особенностей структурных состояний расплавов железа с целью повышения эксплуатационных свойств твёрдого металла [Текст] / Автореферат дис. на соиск. ученой степени к.т. н. – Екатеринбург: 2005. – 24с.
 5. ГОСТ 12.1.007-76. "ССБТ". Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Текст].
 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых Баритовые руды [Текст] – Москва: 2007.
 7. ГН 2.2.5.1313-03 Химические факторы производственной среды. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Текст] / Гигиенические нормативы. в редакции ГН 2.2.5.1827-03 дополнение № 1, ГН 2.2.5.2100-06 дополнение № 2, ГН 2.2.5.2241-07 дополнение № 3, ГН 2.2.5.2439-09 (дополнение № 4, ГН 2.2.5.2536-09 дополнение № 5) Зарегистрировано в Минюсте РФ 19 мая 2003 г.
 8. Перечень основных действующих нормативных и методических документов по гигиене труда с письмом Главного государственного санитарного врача РФ от 6 января 2004 г. N 2510/92-04-32 "О действующих нормативных и методических документах по гигиене труда" [Текст] / Методические рекомендации по гигиене труда и оздоровительные мероприятия при работе с соединениями бария 1192-79.

Материал редакцияға 26.02.23. түсті.

Х.Р. Садиева¹, А.Н. Нурлыбаева¹, С.Т. Дүйсенбаева¹, А. Орынбаева¹

¹Таразский региональный университет им.М.Х.Дулати, г.Тараз, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БАРИТОВЫХ СЛОЖНЫХ РУД

Аннотация. В ходе данного исследования было установлено, что при переработке баритовых соединений на Шыганакском месторождении накопилось около 2 млн. тонн отходов. Для решения экологических и экономических проблем, вызванных твердым сырьем, были рассмотрены способы его переработки. Рассмотрен способ получения твердых растворов (бетонов) путем переработки этих накопившихся отходов. Методом рентгенодифрактометрического анализа состава полученных образцов изучен количественный и фазовый состав соединений барита, определено значение pH среды сульфата бария с баритовой рудой.

Ключевые слова: баритовые руды, рентгеноструктурный анализ, сульфат бария, фазовый состав, кристаллическая фаза.

H.R. Sadieva¹, A.N. Nurlybayeva¹, S.T. Duysenbaeva¹, A. Orynbaeva¹

¹ M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

RESEARCH OF PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF BARITE COMPLEX ORES

Abstract. In the course of this study, it was established that about 2 million tons of waste accumulated during the processing of barite compounds at the Shyganak deposit. To solve environmental and economic problems caused by solid raw materials, methods of its processing were considered. The method of obtaining solid mortars (concrete) by

processing these accumulated wastes is considered. Quantitative and phase composition of barite compounds was studied by X-ray diffractometric analysis of the composition of the samples, the pH value of barium sulfate medium with barite ore was determined.

Keywords: barite ores, X-ray structural analysis, barium sulfate, phase composition, crystalline phase.

References

1. Imanmusaeva, A.K., Sadieva, H.R. Baltabaeva, D.G. Vozmozhnost' ispol'zovaniya baritovoj rudy v kachestve dobavki k silikatnym materialam [The possibility of using barite ore as an additive to silicate materials]. Innovacionnoe razvitie i vostrebovannost' nauki v sovremennom Kazahstane [Innovative development and demand for science in modern Kazakhstan]; XI Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya [XI International Scientific Conference]. – Taraz: 2018. [in Russian]
2. Imanmusaeva, A.K. Sadieva, H.R. Primenenie othodov proizvodstv ZHambyl'skoj oblasti v stroitel'nyh materialah [Application of industrial waste in Zhambyl region in building materials] Tertinshi Өnerkәсіptik revolyuciya zhaҗdajyndaғы bilimi zhәne ғылым; III Respublikalyқ syrttaj ғылыми-tәzhiribelik konferenciya [Education and science in the context of the fourth industrial revolution; III Republican extramural scientific-practical conference]. – Taraz: 2018. [in Russian]
3. Golubtsov, V.A. Teoriya i praktika vvedeniya dobavok v stal' vne pechi [Theory and practice of adding additives to steel outside the oven] // Chernaya metallurgiya [Ferrous metallurgy] Bull. NTI. 2005. No. 12 p. 45-50. [in Russian]
4. Gudov, A.G. Issledovanie osobennostej strukturnyh sostoyanij rasplavov zheleza s cel'yu povysheniya ekspluatsionnyh svoystv tvërdogo metalla [Study of the peculiarities of the structural states of iron melts with the aim of improving the operational properties of solid metal]. Avtoreferat dis. na soisk .uchenoj stepeni k.t.n. [Abstract dis. na soisk n]. – Ekaterinburg. 2005. – 24 p. [in Russian]
5. GOST 12.1.007-76. "SSBT". Vrednye veshchestva. Klassifikaciya i obshchie trebovaniya bezopasnosti [Harmful substances. Classification and general safety requirements"]. [in Russian]
6. METODICHESKIE REKOMENDACII po primeneniyu Klassifikacii zapasov mestorozhdenij i prognoznyh resursov tverdyh poleznyh iskopaemyh Baritovye rudy [METHODODOLOGICAL RECOMMENDATIONS for the application of classification of reserves of deposits and forecast resources of solid minerals Barite ores] Moscow, 2007. [in Russian]
7. ГН 2.2.5.1313-03 Himicheskie faktory proizvodstvennoj sedy. Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) vrednyh veshchestv v vozduhe rabochej zony [Chemical factor of production seed. Permissible concentrations (MPC) of harmful substances in the air of the working zone]. [Hygienic standards. in the edition of GN] 2.2.5.1827-03 supplement No. 1, GN 2.2.5.2100-06 supplement No. 2, GN 2.2.5.2241-07 supplement No. 3, GN 2.2.5.2439-09 (supplement No. 4, GN 2.2.5.2536-09 supplement No. 5) Registered in the Ministry of Justice of the Russian Federation on May 19, 2003. [in Russian]
8. Perechen' osnovnyh dejstvuyushchih normativnyh i metodicheskikh dokumentov po gigiyene truda s pis'mom Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracham N [The list of the main valid regulatory and methodological documents on occupational hygiene with the letter of the Chief State Medical Doctor of the Russian Federation]

dated January 6, 2004. N 2510/92-04-32 "O dejstvuyushchih normativnyh i metodicheskikh dokumentah po gigiene truda" ["On current regulatory and methodological documents on occupational hygiene"] Metodicheskie rekomendacii po gigiene truda i ozdorovitel'nye meropriyatiya pri rabote s soedineniyami bariya [Methodological recommendations on occupational hygiene and health measures when working with barium compounds] 1192-79. [in Russian]

IRSTI 31.15.35

G.K. Sugurbekova | ©



Doctor of Chemical Sciences

ORCID

<https://orcid.org/0000-0002-6894-7247>Eurasian National University named after L.N. Gumilyov,
Astana, Kazakhstan

@

sugurbekova.g.55@gmail.com<https://doi.org/10.55956/ROYK6725>

THE SYNTHESIS AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF GRAPHENE OXIDE AND REDUCED GRAPHENE OXIDE

Abstract. In this study, we describe the synthesis and structural, morphological and physico-chemical characterization of GO and RGO. GO is obtained from graphite by using the modified Hummers method, and chemically reduced with hydrazine monohydrate to achieve reduced graphene oxide (RGO). The structure, morphology and quality of GO and RGO are described by Fourier Transform Infra-Red (FTIR) analysis, Energy dispersive X-Ray spectroscopy (EDS). The results of analysis show that GO is successfully oxidized from graphite and is effectively reduced to RGO.

Keywords: Graphene oxide, Reduced graphene oxide



Sugurbekova G. The synthesis and physico-chemical characterization of graphene oxide and reduced graphene oxide // *Mechanics and Technology / Scientific journal*. – 2023. – No.1(79). – P.191-197. <https://doi.org/10.55956/ROYK6725>

Introduction. Graphene is a single layer of carbon atoms densely packed into a crystal lattice and, due to its unique structural, mechanical and electronic properties, is a promising universal filler [1]. Graphene oxide (GO) and reduced graphene oxide (RGO) are unique derivatives of graphene [2]. They exhibit different chemical and structural properties, as they have different chemical compositions [3]. The most noticeable differences are found in the hydrophilicity, electrical conductivity, mechanical strength and dispersibility of these materials. Recently, interest in the production of materials based on graphene has increased due to its excellent properties [4].

In this study, GO powders were synthesized by the Hummers method and chemical reduction with hydrazine monohydrate [5], the resulting powders were studied by FTIR and EDS methods [6].

Conditions and methods of research. *Chemicals and apparatus.* Graphite (purity $\geq 99\%$), sulfuric acid (H_2SO_4), sodium nitrate (NaNO_3), potassium permanganate (purity $\geq 97\%$), hydrazine monohydrate ($\text{NH}_2\text{-NH}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$, purity = 98%) were purchased from Sigma-Aldrich.

Graphite, GO and RGO have been characterized using various analysis methods listed below. Fourier transform infrared (FTIR) spectra were obtained on a Thermo Scientific Nicolet iS5 spectrometer. Energy dispersive X-Ray spectroscopy (EDS) was performed in a focused ion beam scanning electron microscope (FIB-SEM) Zeiss crossbeam 540.

Preparation of GO and RGO. GO was synthesized according to the modified Hummers method [7], as described in [8]. The resulting GO is chemically reduced with hydrazine monohydrate.

Research results and discussions. Figure 1 shows the FTIR spectrum of graphite, GO and RGO and they interpretation [8]. According to the data available in the literature, absorption IR bands in the range of 3000–3500 cm^{-1} can be attributed to stretching vibrations of O-H bonds. The IR absorption band located at around 870 cm^{-1} is characteristic of off-plane vibrations of the C-H group in the aromatic ring [9]. The IR absorption band 1644 cm^{-1} can be assigned to the C=C bonds (Table 1). FTIR used to investigate the bonding interactions in the samples. The result indicates that consist of carbonyl C=O, aromatic C=C, carboxyl CO, epoxy C-O-C, alcoxy and hydroxyl O-H, whereby wide peak at 3091 cm^{-1} are corresponding to the O-H (hydroxyl) groups and can be [10]. This region of the spectrum can overlap with vibrations of CH and CH₂ groups of the GO skeleton and represent the hydroxyl group in GO network, which reduce the intensity after oxidation of graphite [9].

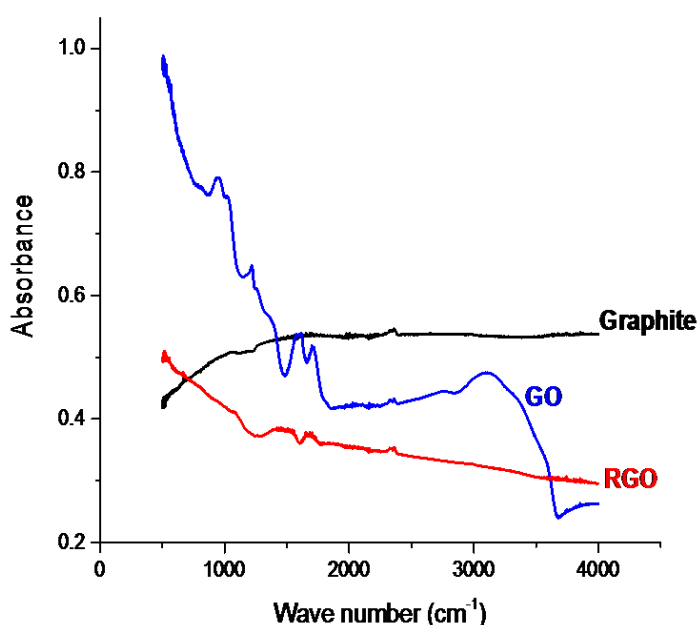


Figure 1. FTIR spectrum of graphite, GO and RGO

The wide and complex band near 3091 cm^{-1} in FTIR spectra of GO represent as –OH stretching vibration and symmetric and asymmetric stretching vibration of –CH₂ – [11], as those reported in work [12].

Groups of bands are observed in the IR spectrum of graphene materials. Intense bands in the region of 1700–1450 cm^{-1} , which correspond to stretching vibrations of the carbon plane of graphene. In the region of 1450–1000 cm^{-1} , the most intense vibrations correspond to deformation vibrations of the graphene plane and deformation vibrations of terminal C – H bonds. The intense band (about 942 cm^{-1}) corresponds to off-plane vibrations of the CH bonds. While peak at ~2358 cm^{-1} (graphite) and 2368 cm^{-1} (GO) is corresponded to the peak for carboxylic group -COOH [9].

Table 1

Assignment of the IR absorption bands of GO Assignment of characteristic IR absorption bands of graphite, GO and RO

Sample	Frequency, (cm ⁻¹)	Communication / Functional Group	References
Graphite	3091 wide band	Valence O-H bond vibrations	[9]
	1644	C=C benzene ring	[10]
	1140	Valence vibrations of C-O bonds	[9]
	1032	C-O-C bonds	[10]
	871	C-H bonds of the aromatic ring	[9]
	2358	Carboxylic acid group - COOH	[11]
	1684	C=C stretching aromatic benzene ring	[11]
	1558	skeletal vibrations of graphitic domains	[10]
GO	3091 wide band	-OH stretching vibration, symmetric and asymmetric stretching vibration of -CH ₂ -	[9]
	1700	C=O stretching vibration carboxylic acid and carbonyl groups	[10]
	1616	Deformation vibration of OH group	[12]
	1219	C-O-C stretching of epoxy group	[11, 12]
	1080	C-O stretching of alkoxy group	[9]
	942	C-H bonds of the aromatic ring	[10]
RGO	2368	Carboxylic acid group-COOH	[11]
	1652	C=C stretching aromatic benzene ring, skeletal vibrations of graphitic domains	[8]
	1456	Bending stretching and vibrations of the carbon plane of graphene. C=C bond (aromatic group)	[9]

On the other hand, broad peak 1456 cm⁻¹ in spectrum of RGO are corresponded to C=C bond (aromatic group) [12]. T. Sakthivel et al declared as C-O (carbonyl and carboxyl) group at band ~1558 cm⁻¹ [13]. The band between 1080 cm⁻¹ in FTIR of GO is corresponded to C-O-C (epoxy) groups [12]. It can assume graphite powder successfully oxidizing. The oxidation of graphite is accompanied by significant

changes, as the FTIR spectra of graphite and GO show perfectly. Also, changes in the structure of RGO are accompanied by the recovery process of GO. In the FTIR spectrum of RGO there are no characteristic frequencies of some oxygen-containing groups. The oxidation of graphite is accompanied by a change in structure. In addition to the appearance of new groups, the nature of the bonds of the carbon plane also changes. With the addition of oxygen atoms, the hybridization of carbon atoms of the graphene plane changes from sp^2 to sp^3 . The addition of various oxygen-containing groups leads to a change in bond lengths and, accordingly, in the frequencies and intensities of vibrations.

The FTIR spectrum of GO shown in Figure 2 confirms the introduction of oxygen containing groups such as functional hydroxyl, epoxy and carboxylic groups upon oxidation of sugarcane bagasse. The strong band at 1700 cm^{-1} is attributed to stretching vibration modes of $\text{C}=\text{O}$ in carboxylic acid and carbonyl groups. The peak at 1558 cm^{-1} is assigned to the skeletal vibrations of un-oxidized graphitic domains. The band at 1080 cm^{-1} is assigned to $\text{C}-\text{O}$ (epoxy) groups while the band at 1219 cm^{-1} is usually attributed to $\text{C}-\text{OH}$ stretching vibrations. The strong peak around $3000\text{--}3600\text{ cm}^{-1}$ can be attributed to the $\text{O}-\text{H}$ stretching vibrations of the $\text{C}-\text{OH}$ groups and water. Thus the result obtained from FTIR affirmed the presence of various oxygen containing functional groups like hydroxyl, epoxy, carboxyl, carbonyl within the GO structure.

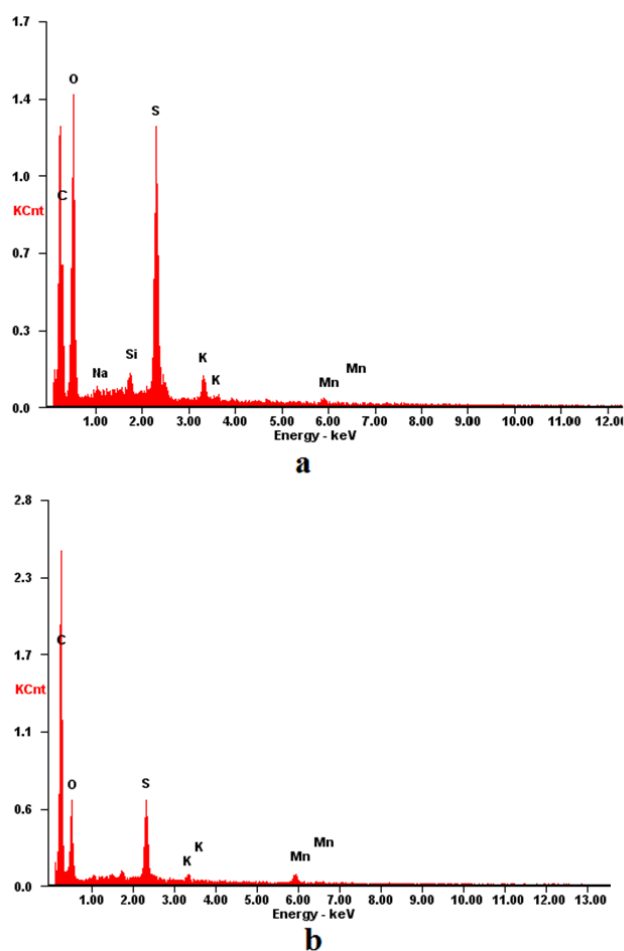


Figure 2. EDS spectra of (a) GO and (b) RGO

The EDS spectrum of GO reveals the content of carbon, oxygen, sodium, silicon, sulfur, potassium and magnesium. Sulfur and potassium are coming from H₂SO₄ and KMnO₄ used as oxidizing agent, while sodium, silicon and magnesium are from the substrate. These data confirm that GO is formed [14]. The EDS spectrum of RGO also highlights the content of carbon, oxygen, sodium and magnesium. In addition, a reduction in percentage of sulfur and potassium is observed when compared to EDS spectrum of GO. Table 2 gathers the elemental composition of both GO and RGO [15]. It can be noticed that during the reduction of GO with hydrazine monohydrate, sodium and silicon are completely reduced. The carbon content in the RGO increases from 52.06% to 71.61%, whereas oxygen content decreases from 31.41 to 17.22% [16]. This result shows that hydrazine monohydrate reduced GO to RGO to a certain extent.

Table 2

Elemental composition of GO and RGO

Elements	GO		RGO	
	Mass fraction (%)	Atomic fraction (%)	Mass fraction (%)	Atomic fraction (%)
Carbon	52.06	63.80	71.61	81.37
Oxygen	31.41	28.89	17.22	14.69
Sodium	0.31	0.20	-	-
Silicon	0.78	0.41	-	-
Sulfur	12.31	5.65	6.16	2.62
Potassium	1.94	0.73	0.70	0.25
Magnesium	1.18	0.32	4.32	1.07
Total	99.99	100	99.99	100

Conclusion. In this work, GO and RGO were successfully obtained. GO was obtained using the modified Hummer method with monohydrate hydrazine and reduced to RGO. According to the GO FTIR spectrum, it can be concluded that they contain oxygen functional groups, due to the oxidation of graphite and the formation of GO. According to the EDS spectrum of the RGO the oxygen content decreased and the carbon content increased in comparison with GO.

References

1. Allen M.J., Tung V.C., Kaner R.B. Honeycomb carbon: A review of graphene // *Chemical Reviews*, 2010. Vol. 110, No. 1, P. 132-145. <https://doi.org/10.1021/cr900070d>.
2. Novoselov K., Fal V., Colombo L., Gellert P. (2012) A roadmap for graphene // *Nature*, 2012. Vol. 490, No.7419, P. 192–200. <https://doi.org/10.1038/nature11458>.
3. Bao Q., Eda G., Chhowalla M. Graphene oxide as a chemically tunable platform for optical applications // *Nature Chemistry*, 2010. Vol. 2, No 12, P. 1015-1024. <https://doi.org/10.1038/nchem.907>.
4. Kudaibergenova R.M., Nurlybayeva A., Kantarbayeva S.M., Matniyazova G.K., Baibazarova E., Sugurbekova G.K. Unique properties of graphene // *News of the Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan*, 2020. Vol. 4, No. 442, P. 80-88. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1491.68>

5. Park S., Ruoff R.S. Chemical methods for the production of graphenes // *Nature Nanotechnology*, 2009. Vol. 5, No. 4, P. 217-224. <https://doi.org/10.1038/nnano.2009.58>.
6. Pei S. The Reduction of graphene oxide, *Carbon*, 2012. Vol. 50, No. 9. P. 3210–3228. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2011.11.010>
7. Offeman R., Hummers W. Preparation of graphitic oxide // *Journal of the American Chemical Society*, 1958, Vol. 80, No. 6, P. 1339-1339. <http://dx.doi.org/10.1021/ja01539a017>
8. Kudaibergenova R., Ualibek O., Sugurbekov E., Demeuova G., Frochot C., Acherar S., Sugurbekova G. Reduced graphene oxide based superhydrophobic magnetic nanomaterial as high selective and recyclable sorbent for oil/organic solvent wastewater treatment // *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2022. Vol. 19, No. 8491-8506. <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03722-3>.
9. Hidayah N.M., Wei-Wen L., Chin-Wei L., Noriman N.Z., Cheng S.K., Hashim U. and Cheun H.L. Comparison on graphite, graphene oxide and reduced graphene oxide: synthesis and characterization // *AIP Conference Proceedings*, 2017. Vol. 1892, No. 1. P.150002. <https://doi.org/10.1063/1.5005764>
10. Manoratne C.H., Rosa S.R.D. and Kottegoda I.R.M. (2017) XRD-HTA, UV visible, FTIR and SEM interpretation of reduced graphene oxide synthesized from high purity vein graphite // *Material Science Research India*, 2017. Vol. 14, No. 1. P. 19-30. <https://doi.org/10.13005/msri/140104>
11. Tarko F.E., Delele W.A. Controlled synthesis, characterization and reduction of graphene oxide: a convenient method for large scale production // *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2017. Vol. 4, No.1. P. 74-79. <https://doi.org/10.1016/j.ejbas.2016.11.002>
12. Zhu Y., Murali S., Cai W., Li X., Suk J.W., Potts J.R. and Ruoff R.S. Graphene and graphene oxide: synthesis, properties, and applications // *Advanced Materials*, 2010. Vol. 22, P. 3906-3924. <https://doi.org/10.1002/adma.201001068>
13. Sakthivel T., Gunasekaran V., and Kim S. J. Effect of oxygenated functional groups on the photoluminescence properties of graphene-oxide nanosheets // *Materials Science in Semiconductor Processing*, 2014. Vol. 19, No. 1. P. 174-178. <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2013.12.015>
14. Cunha E., Ren H., Lin F., Kinloch I.A., Sun Q., Fan Z. The chemical functionalization of graphene nanoplatelets through solvent-free reaction // *Royal Society of Chemistry Advances*, 2018. Vol. 8, P. 33564-33572. <https://doi.org/10.5772/intechopen.84527>
15. Zhang H. and Feng P.X. Fabrication and characterization of few-layer graphene // *Carbon*, 2010. Vol. 48, No. 2. P. 359–364. <https://zh.booksc.eu/book/3457319/059f12>
16. Soldano C., Mahmood A., Dujardin E. Production, properties and potential of graphene // *Carbon*, 2010. Vol. 48, No. 8. P. 2127-2150. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2010.01.058>

Material received on 13.03.23.

Г.К. Сугурбекова

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

**ГРАФЕН ОКСИДІ МЕН ТОТЫҚСЫЗДАНҒАН ГРАФЕН ОКСИДІНІҢ СИНТЕЗІ
ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ**

Аңдатпа. Бұл зерттеуде графен оксиді (ГО) және тотықсызданған графен оксиді (ТГО) синтезі мен құрылымдық, морфологиялық және физикалық-химиялық сипаттамасы берілген. ГО модификацияланған Хаммерс әдісін қолдану арқылы графиттен дайындалды және ТГО алу үшін гидразин моногидратымен химиялық тотықсызданды. ГО және ТГО құрылымы, морфологиясы және сапасы Фурье түрлендіру инфрақызыл, энергетикалық дисперсиялық рентгендік спектроскопия арқылы сипатталған. Талдау нәтижелері ГО графиттен сәтті тотықтырылғанын және ТГО-ға дейін тиімді тотықсызданғанын көрсетеді.

Тірек сөздер: графен оксиді, тотықсызданған графен оксиді.

Г.К. Сугурбекова

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

**СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОКСИДА ГРАФЕНА И
ВОСТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА**

Аннотация. В исследовании описывается синтез и структурная, морфологическая и физико-химическая характеристика оксида графена (ГО) и восстановленного оксида графена (ВГО). ГО получают из графита с использованием модифицированного метода Хаммерса и химически восстанавливают моногидратом гидразина для получения (ВГО). Структура, морфология и качество ГО и ВГО описываются с помощью инфракрасного анализа с преобразованием Фурье, энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии. Результаты анализа показывают, что ГО успешно окисляется из графита и эффективно восстанавливается до ВГО.

Ключевые слова: оксид графена, восстановленный оксид графена.