

№2
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.

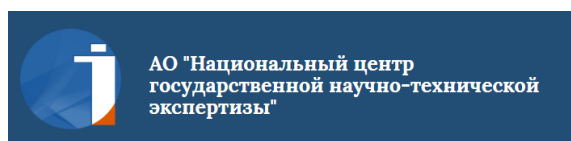
<http://inspecdirect-service.theiet.org/private/home.aspx>



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»
КЕ АҚ

МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ғылыми журнал

1994 жылдың қаңтарынан бастап шығады

Жылына төрт рет шығады



DULATY
UNIVERSITY
Taraz | since 1958

ISSN 2308-9865

(print)

ISSN 2959-7994

(online)

№ 2 (80)

Сәуір-маусым
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 30.06.2023. Форматы 70×180/16. Шартты баспа
табағы 16,88. Тираж 300 дана. Тапсырыс 435.

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

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

ISSN 2308-9865
(print)
ISSN 2959-7994
(online)

№ 2 (80)
Апрель-июнь
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 30.06.2023. Формат 70×180/16. Усл. печ. л. 16,88. Тираж 300 экз. Заявка 435.

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

TARAZ REGIONAL UNIVERSITY
named after M.Kh. DULATY

MECHANICS & TECHNOLOGIES

Scientific Journal

Published since January 1994

Published four times a year



ISSN 2308-9865
(print)
ISSN 2959-7994
(online)

No. 2 (80)
April-June
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,
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 30.06.2023. Form 70×180/16. Cond. print. sh. 16.88. Edition 300 copies. Application 435.

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

МАЗМҰНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

ҚҰРЫЛЫС ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Нурпеисов С.К., Баялиева Г.М., Дуйсенбаева С.Т. Техногендік өнімдерге негізделген полимерминералды композициялар мен полимербетондар	6
Nurpeisov S.K., Medetov A.K. Rheological properties of polymer-mineral compositions.....	11
Жүгінісов М.Т. Көмір байыту қалдықтарының фракциялық құрамының керамикалық қабырға материалдарының қасиеттеріне әсері	15
Lunev A.A. Strength and deformation characteristics of slag crushed stone of coal thermal power plants.....	22

ТАМАҚ ӨНІМДЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Спандияров Е., Умирбаева Ш.Д., Маликтаева П.М. «Талқан» шикізаттарының түсірілген күшке байланысты тығыздығының өзгеруі.....	29
Самуйленко Т. Фитосырьё как нетрадиционный сырьевой компонент в полуфабрикатах хлебопекарного производства	38
Сейсенбет Н., Байгазиева Г.И., Кекибаева А.К., Баязитова М.М. Қара бүлдірген сығындысы қосылған функционалдық мақсаттағы жүзім сусынның физикалық-химиялық сапа көрсеткіштерін зерттеу.....	55
Солтыбаева Б.Е., Маликтаева П.М. Кекстер өндірісінде толық дәнді бидай ұнын қолдану.....	63
Аубакирова Г.Е., Саидов А.М., Есеева Г.К., Молдахметова З.К. Кондитерлік өнімдерді дайындау мен жобалаудағы инновациялық технологиялар.....	70
Zhanysbek. A.Zh., Mynbaeva A.B., Ivannikova N.V. The impact of bulgur flour on the quality of wheat dough.....	80

ЖЕҢІЛ ӨНЕРКӘСІП ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Баданов К.И., Баданова Р.Р., Баданов И.К., Маханбеталиева К.Т., Касымова Г.А., Тулендиева Г.О. Жүн маталарды жуу кезіндегі мицеллалар құзылуының критикалық концентрациясының өзгерістері.....	87
--	----

Кочкорбаева Ч.Т., Ташпулатов С.Ш. Исследование и разработка новых комплектов для строителей	99
Rakhmanova Zh.S., Sarybayeva E.E. The method of obtaining patterned plush knitwear.....	108
Умралиева Б.И., Ж.Б. Байжанова Современные подходы к формированию конкурентоспособной ассортиментной матрицы для швейного предприятия	117

ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Сугурбекова Г., Кудайбергенова Р., Керимбек А., Жеткергенова А. Синтез и физико-химические свойства шпинельных $MgFe_2O_4$	125
Silva Adriano S., Diaz de Tuesta Jose L., Gomes Helder T. Multi-core shell nanoparticles for efficient removal of nitrophenols from contaminated streams.....	133
Serikbayeva A.M., Ushkempir A.S., Satkozhaeva E.B., Toktibayeva K.R. Purification of heavy metals contained in water with activated carbon and characterization of physico-chemical properties	142

FTAMP 67.09.55

С.К. Нурпеисов¹ - негізгі автор, | ©
Г.М. Баялиева², С.Т. Дүйсенбаева³¹Техн. ғылым. канд., доцент, ² Техн. ғылым. канд.,³Техн. ғылым. канд., доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0001-8827-8530>; ²<https://orcid.org/0000-0002-9897-5740>³<https://orcid.org/0000-0001-6054-9589>^{1,2,3}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,

Тараз қ., Қазақстан Республикасы

¹serik_nurpeisov.56@mail.ru<https://doi.org/10.55956/ZFMA7213>

ТЕХНОГЕНДІК ӨНІМДЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ПОЛИМЕРМИНЕРАЛДЫ КОМПОЗИЦИЯЛАР МЕН ПОЛИМЕРБЕТОНДАР

Аңдатпа. Мақалада әртүрлі технологиялық орталардың жоғары агрессивті әсері бар өнеркәсіптік кәсіпорындарда құрылыс конструкцияларының беріктігін айтарлықтай арттырудың полимербетондар мен полимерминералды композицияларды ұтымды және тиімді пайдалану әдістері сипатталған.

Тірек сөздер: полимерлі бетондар, полимерлі минералды композициялар, полимерлі ерітінділер, диэлектрлік беріктік, полимерлі шайырлар.



Нурпеисов, С.К. Техногендік өнімдерге негізделген полимерминералды композициялар мен полимербетондар [Мәтін] / С.К. Нурпеисов, Г.М. Баялиева, С.Т. Дүйсенбаева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №2(80). – Б.6-10. <https://doi.org/10.55956/ZFMA7213>

Кіріспе. Түсті және қара металлургия, химия, мұнай-химия және басқа да көптеген салалардағы кәсіпорындарда темірбетон құрылыс конструкцияларының қызмет ету мерзімі кейбір жағдайларда бес жылдан аз уақытқа созылатыны белгілі. Мұндай құрылымдарды химиялық қорғаудың әртүрлі әдістері көп модельді және көп уақытты қажет етеді, сондай-ақ жеткілікті сенімді емес.

Әртүрлі технологиялық орталардың жоғары агрессивті әсері бар өнеркәсіптік кәсіпорындарда құрылыс конструкцияларының беріктігін айтарлықтай арттырудың тиімді әдістерінің бірі полимербетондар мен полимерминералды композицияларды ұтымды пайдалану болып табылады [1].

Полимербетондар мен полимерминералды композициялар жоғары беріктікке ие (100-150 МПа немесе одан да көп), көптеген жоғары агрессивті ортаға химиялық төзімділікке ие, қосымша химиялық қорғауды қажет етпейді, аз еңбекті және аз энергияны қажет етеді.

Полимербетондар – бұл салыстырмалы түрде қымбат және тапшы полимерлерді ең ұтымды және тиімді пайдаланумен байланысты материалдар. Олардың құрамында 5-10% полимерлі байланыстырғыш бар, ал қалған бөлігі әртүрлі толтырғыштардан тұрады. Бұған соңғы уақытта әртүрлі сәулеленуге

төзімді және керемет сәндік көрінісі бар жоғары диэлектрлік және электр өткізгіштік сипаттамалары бар полимербетондардың әмбебап композициялары жасалғанын атап өту қажет.

Алайда, әртүрлі салаларда химиялық төзімділігі жоғары, беріктігі жоғары және ұзаққа төзімділігімен үйлестіретін құрылыс материалдары мен өнімдерінің жоқтығы, айтарлықтай әсер етеді. Мұндай материалдарға полимерлі шайырлар немесе олардың модификациялары байланыстырушы ретінде қолданылатын полимер бетондар, полимер ерітінділері, полимер минералды композициялар жатады.

Қазақстанда бетон қоспаларының арнайы құрамдарына деген қызығушылық өткен ғасырдың 70-жылдарында химия өнеркәсібінің дамуына және дамып келе жатқан құрылыс индустриясының, физикалық-техникалық қасиеттері жоғары жаңа перспективалы құрылыс материалдарына деген сұранысқа байланысты пайда болды.

Полимербетондардың, полимер-минералдық композициялардың бұрын белгілі құрамдарынан айырмашылығы, біз әзірлеген толтырғыштар ретінде дәстүрлі түрде белгілі (гранит, базальт, кварц) ғана емес, сонымен қатар республиканың әр түрлі салаларының негізінен техногендік өнімдерін қолданумен ерекшеленеді.

Зерттеу шарттары мен әдістері. "Қазфосфат" ЖШС фосфор шлактары, өнеркәсіптік өндірістің қанықпаған полиэфирлі шайырлары (ПН-1, ПН-3) пайдаланылды. Полимербетондардың оңтайлы құрамы (8-10%, ПН-1, ПН-3), жергілікті шлактан жасалған қиыршық тас (48-55%), құм түріндегі фосфор – шлақты скрининг (23-30%), шлақтың ұсақ ұнтақталған фракциясы (< 0,14 мм) - (10-37%). Алынған материалдар 85-100 МПа сығылу күшіне ие; 10-12 МПа созылу күшіне ие, химиялық төзімділік коэффициенті 0,95 құрайды. Полимербетондардың құрылымы мен бастапқы компоненттердің өзара әрекеттесу сипаты электронды микроскопия (РЭМ-200), рентгендік құрылымдық талдау (ДРОН-2), деривотография (Курнаков аспабы) әдістерімен зерттелді.

Полимербетондар мен композициялардың жоғары сипаттамалары алынды:

- сығылуға беріктігі, МПа – 80-120;
- иілуге беріктігі, МПа – 35-55;
- суыққа төзімділігі, цикл – 450-600;
- су өткізгіштігі, % – 0,05-1,0;
- қышқылға беріктігі, % – 96-99;
- тозуға беріктігі, см²/т – 0,02-0,15;
- мартенс бойынша жылуға беріктігі, °С – 80-100.

Бұл материалдардағы байланыстырғыштардың саны 8-ден 25% массаға дейін барады, материалға, химиялық құрамға, гранулометриялық құрамға, дайындау технологиясына және басқа факторларға байланысты.

Полимермералды қоспаны дайындау қанықпаған полиэфир шайырының, қатаю үдеткішінің (кобальт нафтенаты), қатаю бастамашысының (изопропилбензол гидропероксиді) қоспасын кварцитті ұсақ ұнтақталған электротермофосфор шлақының және фосфогипстің құрғақ қоспасымен біртекті масса алынғанға дейін біріктіру арқылы жүзеге асырылды [1].

Зерттеу нәтижелері. Алынған құрамдарды қатайту екі режим бойынша жүргізілді:

1. Дайын бұйымдарды қалыпты температура жағдайында (22-24°C) 28 тәулік бойы ұстау;

2. Кептіру камерасында 60-80°C температурада, 6-7 сағат бойы бұйымдарды термоөндеу.

Ұсынылған қатайту режимдері материалдардың максималды қатаю деңгейіне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Қарастырылып отырған материалдардың жалпы құрылымын екі деңгейде зерттелді: микроқұрылым және макроқұрылым. Полиструктураның мұндай бөлінуі практикалық технология үшін жеткілікті және Композиттердің – полимербетондардың құрылымының және қасиеттерінің қалыптасуының объективті заңдылықтарын жақсы көрсетеді. Микроқұрылымның қасиеттері сұйық және қатты фазалардың жанасуында болатын құбылыстармен анықталады, яғни толтырғыштың мөлшеріне және оның дисперсиясына, минералогиялық құрамына және бетінің физикалық-химиялық белсенділігіне байланысты [2].

Микроқұрылым мастикаға, шпаклевкаларға, композицияларға тән. Сондықтан микроқұрылыммен сипатталатын материалдар негізінен полимербетондарды алу үшін байланыстырушы ретінде пайдаланылады, осылайша полимерлі байланыстырғыштардың қасиеттері микроқұрылымға тән заңдылықтармен анықталады.

Макроқұрылымның қасиеттері байланыстырғыштардың, толтырғыштардың қасиеттерімен және олардың сандық қатынасымен анықталады.

Фосфор шлакынан жасалған микро толтырғыштың құрылымдық қалыптастыру қабілеті байқалады. Зерттеулер көрсеткендей, бастапқы компоненттердің арақатынасын, сондай-ақ полимербетондарды өндірудің технологиялық режимін өзгерту арқылы құрылымның қалыптасу процестерін, полимербетондардың құрылымын және оның негізгі пайдалану қасиеттерін реттеуге болады.

Зерттеу нәтижелерін талқылау. Фосфор-шлак полимербетондарының құрылымдық түзілу ерекшелігі фосфор шлакының химиялық құрамына және қанықпаған полиэфирлердің (ПН-1, ПН-3) терминалдық карбоксил (- COOH) және гидроксил (- OH) топтарының фосфор шлакының металл оксидтерімен (Ca, Mg, Fe) өзара әрекеттесу мүмкіндігіне байланысты.

Ұсақ ұнтақталған толтырғышты енгізу, сондай-ақ ірі агрегаттың химиялық белсенділігі адгезиялық байланыстарды күшейтуге және сол арқылы фосфор-шлак конгломератының беріктік сипаттамаларын арттыруға ықпал етеді. Оңтайлы қатынас:

$$c/\phi = 0,65 - 0,8$$

мұндағы c – полимердің массасы, ал ϕ – ұсақ ұнтақталған фосфор шлагының массасы, фосфор-шлак полимербетонының берік монолитті құрылымын құруға алдын-ала анықтайтын кеңістіктік жақтау түрінде үздіксіз қабат құруға ықпал етеді.

Фосфор-шлак конгломератының макроқұрылымының қасиеттері тұтастай алғанда толтырғыштардың қаптамасының тығыздығымен анықталады. Фосфор-шлакты полимербетонның орау тығыздығының коэффициенті $R=0,05-0,2$, оны байланыс құрылымының конгломераты ретінде сипаттайды, яғни гидротехникалық құрылыста қолданылатын бетондарға қажет құрылым. Математикалық жоспарлау әдістерінің көмегімен табылған фосфор-шлак полимербетонының оңтайлы құрамы оңтайлы пайдалану қасиеттерінің кешеніне сәйкес келеді, бұл жару ережесін растайды.

Қазіргі уақытта қанықпаған полиэфир полимерлері жоғары физикалық-механикалық қасиеттері бар материалдарды алу тұрғысынан ең перспективалы болып табылады. Полиэфир матрицаларына негізделген арматураланған пластмассалар легирленген және одан да көп қарапайым бетондар брендінің бірқатар беріктік көрсеткіштерінен асып түседі. Полиэфир жүйелерінің негізінде полярлық материалдарға максималды адгезиялық беріктігі бар шпаклевкалар алынады.

ПН-1 шайыры этиленгликоль және малеин ангидриді негізіндегі жалпы мақсаттағы ортофталатты стиролды орташа тұтқыр қанықпаған полиэфир шайырларына жатады. XX-ғасырдың орта тұсында отандық өнеркәсіпте игерген алғашқы сериялық полиэфирлі шайыр болғанына қарамастан, бұл күндері тұтыну көлемі бойынша бірінші орында тұрған тұтынушылар арасында тұрақты сұранысқа ие болып келеді. ПН-1 брендінің осындай жоғары танымалдылығының негізгі себептері қолданудың қарапайымдылығы мен ыңғайлылығы, жақсы өнімділік көрсеткіштері және құнының төмендігі болып табылады. ПН-1 шайыры енгізілген үдеткішпен де, үдеткіштен де бөлек жеткізілуі мүмкін.

Полиэфирді құю және сіңдіру полиэфирлі композиттер, технологиялық қасиеттерінің алуан түрлілігіне, жоғары диэлектрлік көрсеткішіне, химиялық төзімділігіне және кең температуралық жұмыс диапазонына байланысты, ол деген, 70-тен +80°C градусқа дейін, басқа да құнды қасиеттерімен бірге энергетика, радиотехника, электронды және химия өнеркәсібінде таптырмас болып табылады.

Біз әзірлеген композицияларда техногендік өнімдер қолданылады: тығыз фосфор шлактары, пириттік оттар, қазандық шаңы, фосфогипс және кварцит қалдықтары.

Оңтайлы қасиеттері бар материалдарды алуды қамтамасыз ететін толтырғыштардың саны композицияның жалпы массасының 75-85% құрайды және қолданылатын толтырғыштар мен толтырғыштардың химиялық және гранулометриялық құрамына байланысты.

Негізгі физикалық-механикалық қасиеттеріне сәйкес, бұл полиминералды композициялар бетон және металл беттеріне адгезиясы жоғары коррозияға төзімді қорғаныс жабындарын орнатуда қолданылады.

Қорытынды. Коррозияға төзімді жабындарды орнатуда қолданылатын полиминералды қоспаның құрамын талдау қоспаның құрамдас бөліктеріне енгізілген кейбір компоненттердің белгілі екендігін көрсетті, мысалы, фосфогипс және электротермофосфор шлактары. Алайда, оларды осы композицияларда басқа компоненттермен бірге қолдану олардың мәлімделген шешімде көрсететін қасиеттерін, атап айтқанда қатаю мерзімін қысқартуды толық қамтамасыз етпейді.

Алынған полимермерал қоспасының қасиеттерін жақсартуға ұнтақталған электротермофосфор шлагындағы оксидтердің, кварцитті ұсақ заттар мен фосфогипстің қос байланыстарға оттегі, байланыстырғыш сутегі (полиэфир шайыры) бірлескен әсері ықпал етті, осылайша олардың ашылуы және физикалық-механикалық сипаттамаларының жоғарылауына ықпал етті.

Жоғарыда аталған материалдарды кабельдік желілердің ұңғымалары, коллекторлар, дренаждық құбырлар, іргетастар, сондай-ақ жоғары агрессивті орта және тұрақты тозу немесе тозу жүктемелері күшейген жағдайында пайдаланылатын жабындар, шпаклевкалар, мастиктер ретінде пайдалануы ұсынылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Соломатов, В.И. Технология полимербетонов и армополимербетонных изделий. М.: Стройиздат, 1984г. – 141с.
2. Путляев И.Е., Уварова И.Б. и др. Мастики на основе эпоксидных компаундов // Мастики, полимербетоны и полимерсиликаты. – М.Стройиздат, 1975г. –С.178

Материал редакцияға 27.02.23 түсті.

С.К. Нурпеисов¹, Г.М. Баялиева¹, С.Т. Дуйсенбаева¹

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

**ПОЛИМЕРМИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИИ И ПОЛИМЕРБЕТОНЫ
НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ**

Аннотация. В статье приводится информация об эффективных способах, повышающих долговечность строительных конструкций, с высоким агрессивным воздействием различных технологических сред. Полимербетоны и полимерминеральные композиции обладают высокой прочностью химической стойкой, не требующих дополнительной химической защиты, менее трудоемки и энергоемки.

Ключевые слова: полимербетоны, полимерное связующее полимерминеральные композиции, полимеррастворы, прочность, долговечность, полимерные смолы.

S.K. Nurpeisov¹, G.M. Bayaliev¹, S.T. Duysenbayeva¹

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

**POLYMERMINERAL COMPOSITIONS AND POLYMER CONCRETE
BASED ON MAN-MADE PRODUCTS**

Abstract. Information is provided on effective methods that increase the durability of building structures with a high aggressive impact of various technological environments. Polymer concretes and polymer-mineral compositions have high chemical resistance, do not require additional chemical protection, are less labor-intensive and energy-intensive.

Keywords: polymer concrete, polymer binder, polymer-mineral compositions, polymer solutions, strength, durability, polymer resins.

References

1. Solomatov V.I. Technology of polymer concrete and armopolymer concrete products. M.Stroyizdat, 1984 – 141s.
2. Putlyayev I.E., Uvarova I.B. et al. Mastics based on epoxy compounds // Mastics, polymer concretes and polymer silicates. – M.Stroyizdat, 1975 -p.178 [in Russian]

IRSTI 67.09.55

S.K. Nurpeisov¹ – main author, | ©
A.K. Medetov²



¹Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, ²Master

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0001-8827-8530>; ²<https://orcid.org/0000-0002-5814-9874>



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

@

¹serik_nurpeisov.56@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/LSLZ7919>

RHEOLOGICAL PROPERTIES OF POLYMER-MINERAL COMPOSITIONS

Abstract. The authors studied polymer-mineral compositions based on unsaturated polyester resins PN-1, PN-3 and various fillers - by-products of the phosphorus industry.

Keywords: composite building materials, quartzites, pirated oat, industrial waste, polymer concrete, structure, binder, fillers.



Nurpeisov S.K., Medetov A.K. Rheological properties of polymer-mineral compositions // *Mechanics and Technology / Scientific journal*. – 2023. – No.2(80). – P.11-14. <https://doi.org/10.55956/LSLZ7919>

Introduction. Modern production of competitive building materials involves the full acceleration of scientific and technological progress, the creation and introduction into construction practice of new efficient materials and intensive technologies using by-products and industrial waste, providing significant savings in raw materials, energy and labor costs while improving the quality and durability of products.

The primary task of modern building materials science is the creation of efficient and economical materials with predetermined properties and rational technologies for their production in the best way, this problem is solved in the way of obtaining composite materials based on mineral, organic, metallic and other binders.

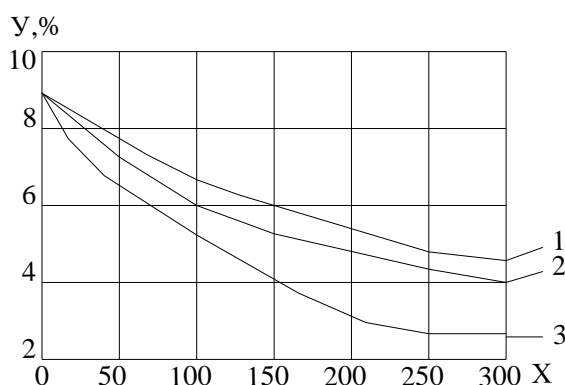
The authors studied polymer-mineral compositions based on unsaturated polyester resins PN-1, PN-3 (produced in the Russian Federation) and various fillers - by-products of the phosphorus industry.

Conditions and methods of research. The curing of polymer compositions in most cases occurs in the following stages [1-3]. During polymerization, a small number of crosslinks are initially formed. at this stage, the composition is still sufficiently elastic, relaxation processes easily proceed in it, and there are practically no internal stresses. As crosslinking continues, the number of crosslinks increases, the rigidity of the composition increases, and finally, there comes a point when a product with a very three-dimensional structure is formed. By this time, shrinkage deformations and temporary internal stresses reach their maximum values.

At the same time, it should be noted that the absolute value of shrinkage is not a criterion for internal stresses. With greater shrinkage and a small modulus of elasticity, internal stresses will be insignificant.

Low shrinkage in materials with a high modulus of elasticity causes significant internal stresses.

Research results. For filled polymer compositions, this picture is even more complicated. An increase in the degree of filling the system with quartzite, phosphorus slag, pyrite cinder and many other fillers leads to a significant decrease in the shrinkage of the polymer composition (Fig. 1).



1 – quartzite fines; 2 – pyrite cinder; 3 – dense phosphorus slag.

Fig. 1. Dependence of volumetric shrinkage (y) on the degree of filling (x) and the type of filler

If we assume that shrinkage stresses depend only on shrinkage deformations, then the introduction of mineral fillers should lead to a sharp decrease in shrinkage stresses.

However, this assumption does not take into account the corresponding increase in the elastic modulus and more adhesive bonds due to the formation of ordered supramolecular structures.

With an increase in the degree of filling, the elastic modulus increases faster than shrinkage narrows (Table 1).

Table 1

Influence of the degree of filling with quartzite filler on shrinkage, modulus of elasticity and internal stress of the composition

Binders	Degree of filling, %	Compressive strength, MPa	Volume shrinkage, %	Shrinkage reduction, %	Modulus of elasticity, MPa 10	Increase in modulus of elasticity, %	Internal stresses, MPa
PN-1	0	125	9	100	100	2.4	-
	50	116	7.75	116	137.5	3.3	-
	100	137	7	128.5	221	5.3	-
	200	138.5	5.3	170	337.5	8.1	-
	300	134	4.5	200	437.5	10.5	-
	400	131	4	222	480	11.5	-
	600	76	-	-	304	7.3	-

Thus, for filled systems containing 300% by weight of the filler, shrinkage compared to an unfilled system decreased by about 2 times, and the elastic modulus increased by 4-5 times [4-5].

The limiting critical values of shrinkage internal stresses, depending on the type and amount of mineral fillers, are given in Table 2.

Table 2

Influence of various fillers and limiting critical internal stresses, MPa

Filler	Filler content, %			
	0	50	100	200
	Resin PN-1			
Quartz fines	2.5-2.7	3.5	4.8	9
Pyrite cinder	2.5-2.7	3.2	4.5	9.6
Phosphorus slag	2.5-2.7	3.1	1	-

Discussion of the results. The introduction of mineral fillers into the thermosetting resin (PN-1), regardless of their type, significantly reduces the shrinkage of the polymer composition. At the same time, such fillers as fine quartzite and pyrite cinder are highly active and are able to specifically interact with the binder, accelerating polymerization processes and causing a significant increase in shrinkage stresses.

Phosphorus slag, as a less active filler, slows down the polymerization process, reduces shrinkage stresses in the system while reducing adhesion (Table 3)

Table 3

Phosphorus slag and adhesion

Content	0	50	100
Phosphorus slag, %	0	50	100
Adhesion, MPa	14-16	10.5-12	8-9

Thus, the maximum value of adhesive bonds and cohesive strength of the polymer are determined by the minimum value of shrinkage stresses.

Therefore, one of the ways to obtain high-strength, reliable, and durable polymer compositions is to find possible ways to reduce temporary and residual shrinkage stresses.

Conclusion. The results of research and experimental semi-production verification showed that, with optimal compositions and the correct technological regime for obtaining polymer compositions, they can be successfully used as thin-layer wear-resistant coatings for reclamation and hydraulic structures.

References

1. Kolosova, A.S., Sokolskaya, M.K., Vitkalova, I.A., Torlova, A.S., Pikalov, E.S. Sovremennye polimernye kompozicionnye materialy i ih primeneniye [Modern polymer composite materials and their application] // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovaniy [International Journal of Applied and fundamental research]. 2018. No.5. P. 245-256. – URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=12252> (image date 20.11.2018) [in Russian]
2. Sokolskaya, M.K., Kolosova, A.S., Vitkalova, I.A., Torlova, A.S., Pikalov, E.S. Svyazuyushchie dlya polucheniya sovremennyh polimernyh kompozicionnyh materialov [Connecting for obtaining modern polymeric composite materials] // Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research]. 2017. No.10-2. P. 290-295.

- URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41827> (image date 20.11.2018) [in Russian]
3. Kolosova A.S., Sokolskaya M.K., Vitkalova I.A., Torlova A.S., Pikalov E.S. Napolniteli dlya modifikacii sovremennyh polimernyh kompozicionnyh materialov [Fillers for modification of modern polymeric composite materials] // Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research]. 2017. No.10-3. P. 459-465. – URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41858> (image date 20.11.2018) [in Russian]
 4. Haidar M., Ghorbel E., Toutanji H. Optimization of the formulation of micro-polymer concretes // Construction and Building Materials, 2011. No 4. P. 1632-1644
 5. Jo B.W., Park S.K., Kim D.K. Mechanical properties of nano-MMT reinforced polymer composite and polymer concrete // Construction and Building Materials, 2008. No.1. P. 14-20.

Material received on 10.03.23.

С.К. Нурпеисов¹, А.К. Медетов¹

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

ПОЛИМЕРМИНЕРАЛДЫҚ ҚҰРАМДАРДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Аңдатпа. Жұмыста PN-1, PN-3 қанықпаған полиэфирлі шайырлар және әртүрлі толтырғыштар – фосфор өнеркәсібінің қосалқы өнімдері негізіндегі полимерлі-минералды композицияларды зерттеу қарастырылған.

Тірек сөздер: композициялық құрылыс материалдары, кварциттер, техногендік қалдықтар, полимербетон, құрылымы, байланыстырғыштар, толтырғыштар.

С.К. Нурпеисов¹, А.К. Медетов¹

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

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Аннотация. В работе рассмотрены исследования полимерминеральные композиции на основе ненасыщенных полиэфирных смол ПН-1, ПН-3 и различные наполнители – сопутствующие продукты фосфорной промышленности.

Ключевые слова: композиционные строительные материалы, кварциты, техногенные отходы, полимербетоны, структура, связующее, наполнители.

FTAMP 67.09.31

М.Т. Жүгінісов | ©



Техн. ғылым. д-ры, профессор

ORCID

<https://orcid.org/0009-0001-3770-7697>



Сәтбаев университеті,



Алматы қ., Қазақстан Республикасы



zhum00.00@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/CZDP5801>

КОМІР БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ФРАКЦИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫНЫҢ КЕРАМИКАЛЫҚ ҚАБЫРҒА МАТЕРИАЛДАРЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ

Аңдатпа. Қарағанды және Екібастұз көмір кен орындарының көмірді байыту қалдықтарының химиялық, минералогиялық және химиялық құрамы зерттелді. Көмірді байыту қалдықтарын 0,14-0,315 мм-ден аз ұнтақтау кезінде қажетті қалыптау және күйдіру қасиеттеріне қол жеткізілгені анықталды. Үлгілерді 1000°C температурада күйдіру кезінде жоғары беріктік мәндеріне және суды сіңірудің жеткілікті төмен көрсеткіштеріне қол жеткізіледі.

Пісімделу температурасының 1050°C дейін жоғарылауы сығылу беріктігін одан әрі арттыруға және судың сіңуін төмендетуге көмектеседі. 0,63 мм фракциясы үшін үлгілердің максималды беріктігі 17,1 МПа, 0,315 мм фракциясы үшін – 22,7 МПа, 0,14 мм фракциясы үшін 25,4 МПа, су сіңірімділік сәйкесінше 15,6, 13,4 және 12,2% құрайды.

Тірек сөздер: көмір байыту қалдықтары, керамикалық қабырға материалдары, аргиллит, күйдіру, беріктік, тығыздық.



Жүгінісов М.Т. Көмір байыту қалдықтарының фракциялық құрамының керамикалық қабырға материалдарының қасиеттеріне әсері [Мәтін] / М.Т. Жүгінісов // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №2(80). – Б.15-21. <https://doi.org/10.55956/CZDP5801>

Кіріспе. Қабырғалық керамикалық материалдар ғимараттар мен құрылыстардың жүк көтергіш, өз салмағын көтеретін және көтермейтін қабырғалар мен басқа да элементтерін қаптау және қалауға арналған ең көне құрылыс материалдарының бірі болып табылады. Керамикалық материалдар жоғары физикалық-механикалық және жылу-физикалық қасиеттері, сәулет мәнерлілігі жағынан құрылыс нарығында жетекші орынға ие [1].

Қазіргі кезде аса үлкен мөлшердегі қалдықтардың бірі болып көмір өндіру қалдықтары болып есептеледі. Олар үйінді ретінде сақталып, террикониктер түрінде пайда болады [2-3].

Табиғи шикізаттың көлемінің азайуына байланысты керамикалық кірпіш өндірісінде пайдалануға жарамды ірі көлемдегі көмір байыту қалдықтарына қызығушылық көп байқалады [4].

Зерттеу нысаны – Қарағанды (ҚРҒ) және Екібастұз (ЕКБ) кен орындарының көмір байыту қалдықтары.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Бұл жұмыста қабырғалық керамикалық кірпіш өндірісі үшін шикізат материалдарын алу мақсатында көмір байыту кен орындарында өндірілетін шикізаттан пайда болатын байыту қалдықтарын пайдалану мүмкіндігіне зерттеу жүргізілді (1-кесте).

Қабырғалық керамикалық кірпіштің қасиеттері МЕМСТ 530-2012 «Керамикалық кірпіш және тас. Жалпы техникалық шарттар» талаптарына сәйкес анықталған.

Заттай құрамы бойынша көмір байыту қалдықтары (КБҚ) әртүрлі минералды қоспалардан, саз балшықтар мен көмір қалдықтарынан тұрады. Көмір кен орындарында өндірілетін көмір байыту қалдықтарында аргиллиттер мен көмірлі аргиллиттер (44-тен 83%-ға дейін), құмтас (орташа 6,3%), алевролиттер (орташа 14 %) және карбонаттар (орташа 2,5%) кездеседі (1-кесте). Бұдан басқа, мұндай қалдықтарда 10 -28% дейін көмір кездеседі [1-4].

Аргиллиттердің негізгі бөлігін саз балшықты минералдар – гидрослюда мен каолинит құрайды (2-3-кестелер).

Кесте 1

Қарағанды және Екібастұз көмір байыту қалдықтарының минералды құрамы

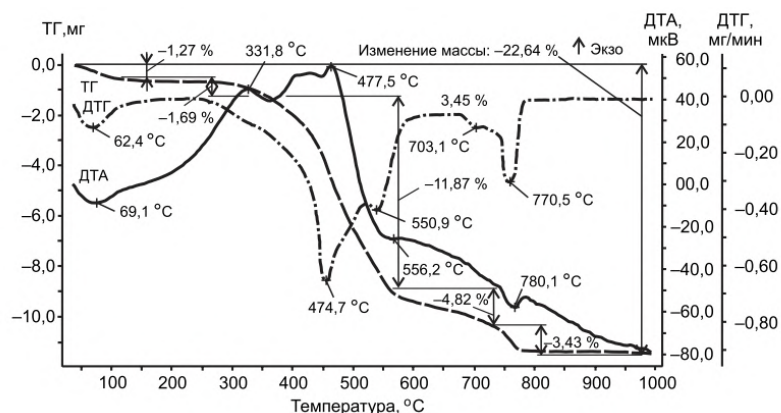
Көмір кен орны	Минералдар мөлшері,%						
	Каолинит	Гидрослюда	Хлорит	Кварц	Дала шпаты	Гетит	Басқалар
ҚРҒ	15	24	8	38	7	5	3
ЕКБ	16	23	7	37	8	5	3

Кесте 2

Көмір байыту қалдықтарының химиялық құрамы

Көмір кен орны	Оксидтер мөлшері,%									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	SO ₃	К.ш
ҚРҒ	64,8	11,05	4,56	5,1	1,4	2,1	1,6	0,74	0,48	2,6
ЕКБ	62,5	11,46	4,54	4,9	1,3	1,9	1,5	0,64	0,52	2,8

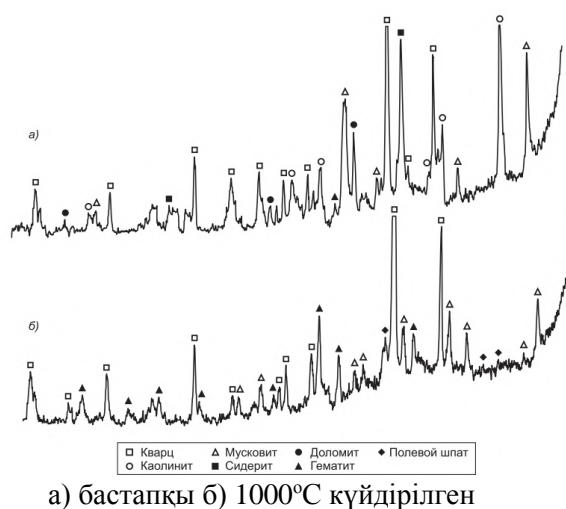
1-суретте көмір байыту қалдықтарының дифференциалды термиялық талдауы берілген. Органикалық заттардың ыдырауымен және тотығуымен байланысты 332 және 478°С екі экзоэффект байқалады. Каолиниттің болуы 557 °С-та эндоэффектімен, ал 780°С-тағы эндоэффект карбонаттардың диссоциациясымен байланысты. Массаның жоғалуы 11,9% құрайды.



Сурет 1. Көмір байыту қалдықтарының дифференциалды термиялық талдауы

Үлгілерді рентгендік фазалық талдау (2-сурет) көрсеткендей бастапқы КБҚ кварц, сидерит, доломит, каолинит, дала шпаты болса, 1000°C температурада күйдірілген керамиканың беріктігін қамтамасыз ететін кварц, ортоклаз, гематит, кристобалит және шыны фазаның болуын куәландырады.

КБҚ үйінділерде 70-400 мм өлшемді ірі кесектер түрінде сақталады. Оларға технологиялық қасиеттер беру үшін оларды ұсақтау және ұнтақтап, қалыптау және күйдіру қасиеттерін зерттеу керек.



Сурет 2. Көмір байыту қалдықтарының рентгенограммалары

«Екібастұз» көмір кен орнының КБҚ құрамында негізінен ылғалдылығы 4,1-5,2% болатын саз балшықты минерал-аргиллитті зертханалық ұсатқышта майдаланып және 1,25, 0,63, 0,315 және 0,14 мм саңылаулары бар електер арқылы електен өткізілді. 100% КБҚ бар керамикалық композициялар 19-22% мөлшерінде су қоспасымен дайындалды.

Өлшемі 100×50×20 мм тәжірибелік үлгілер және өлшемі 50×50×50 мм кубтық үлгілері жасалды. Қалыптаудан кейінгі үлгілер ауада 12 сағат бойы қалдырылып, содан кейін кептіру шкафында 105-110°C температурада кептірілді. Күйдіру зертханалық муфельді электр пешінде 850-1050°C температурада максималды температурада 1 сағат ұстай отырып жүргізілді.

Кірпіштің келесі технологиялық қасиеттері анықталды: қалыптау ылғалдылығы; иілімділік саны; ауалық шөгуі; кептірілген кірпіштің беріктік шегі. 3-кестеде КБҚ әр түрлі фракцияларынан жасалған керамикалық кірпіштің технологиялық қасиеттерінің көрсеткіштері келтірілген.

Кесте 3

КБҚ негізіндегі керамикалық массалардың қалыптау қасиеттері

Фракция өлшемі, мм	Масса ылғалдығы, %	Иілімділік саны	Шөгу, %	Шикі кірпіштің R _c , МПа
1,25	18	4,6	0,8	0,78
0,63	19	6,1	1,7	1,14
0,315	20	8,2	2,9	1,74
0,14	21	11,3	3,8	2,68

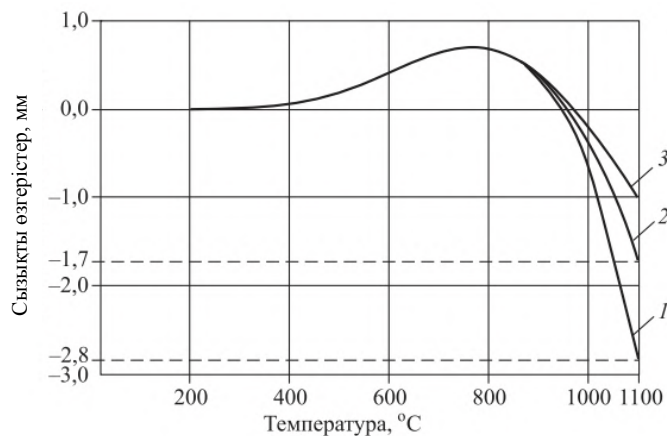
Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. КБҚ түйіршіктерінің өлшемі азайған сайын қалыпталатын қоспа алу үшін су ағынының жоғарылауына әкелетіндігі анықталды. 1,25 және 0,63 мм фракцияларын қолдану шамамен 4,3 және 5,8 төмен пластикалық массаларды сазды байланыстырғыштардың пайда болуына ықпал ететін дисперсті бөлшектердің аздығын көрсетеді. Өлшемі 0,315 және 0,14мм фракцияларды қолдану массаның пластикалық санын 8,4 және 10,9 жоғарылатуға қол жеткізеді және ақаусыз кірпіш алуға мүмкіндік береді.

Кептіру процесін зерттеу КБҚ фракциясының көлемінің төмендеуімен ауалық шөгуі жоғарылайтынын көрсетті. 1,25 мм фракцияны қолданған кезде ауалық шөгуі 0,8%, ал 0,14 мм фракцияда – 3,8% құрайды. Бұл ұсақ бөлшектердің жақындасуына және шикізаттың тығыз құрылымына әкелетін сазды байланыстырғыштың мөлшері артып келе жатқанын көрсетеді.

Кептіру процесінде коагуляция құрылымының конденсациялық құрылымға ауысуы байқалады, нәтижесінде шикізаттың беріктігі 0,7 МПа-дан 1,6 МПа-ға дейін артады. Бұл көрсеткіштер орташа пластикалық саздан жасалған кірпішке ұқсас.

КБҚ дайындалған керамикалық кірпіштің күйдіру қасиеттері термиялық кеңею көрсеткіші және физикалық-механикалық қасиеттерінің, микроқұрылымдық деректердің өзгеруі бойынша бағаланды.

Сызықтық өлшемдердің өзгеру қисықтары көрсеткендей 800°C температураға дейін кеңею, ал 800°C-тан кейін қарқынды шөгу бастапқы ұзындығы 50 мм болатын үлгілерде 0,63 0,315 және 0,14 мм фракциялары үшін сәйкесінше 1,0, 1,7 және 2,8 мм құрайды. Өлшемдердің ұлғаюы кварцтың полиморфты түрленуімен, органикалық заттардың күйіп кетуімен, темір мен саз минералдарының қосылысының дегидратациясымен түсіндіріледі. 800°C және одан да көп температурада шөгу КБҚ құрамындағы саз минералдарының шынылануы және ыдырау процестеріне байланысты сұйық фазаның пісімделуі мен өсу процесінің басталуын дәлелдейді (3-сурет).



1 – 0,63; 2 – 0,315; 3 – 0,14

Сурет 3. Өртүрлі фракциялардағы көмір байыту қалдықтары негізіндегі керамикалық үлгілердің температураға байланысты ұлғайуы және шөгуі

1100°C кезінде 0,14 мм-ден аз фракция үшін максималды шөгу – 2,8 мм құрайды. Бұл сілтілік, темір және кальций қосылыстардың балқуынан балқыманың максималды мөлшерінің пайда болуына байланысты. 4-кестеде

керамикалық кірпіштің КБК әр түрлі фракциялық құрамға байланысты физикалық-механикалық қасиеттерінің: орташа тығыздық, оттың шөгуі, суды сіңіру және сығылу кезіндегі беріктік шегі өзгеруі келтірілген.

Кесте 4

КБК негізіндегі керамикалық кірпіштің физикалық-механикалық қасиеттері

Фракция өлшемі, мм	T, °C	ρ , г/см ³	$v_{от}$, %	W, %	R _{сж} , МПа
0,63	850	1,68	1,2	21,4	10,1
	900	1,71	2,8	18,2	14,2
	950	1,73	3,2	17,3	18,3
	1000	1,75	3,6	16,1	15,2
	1050	1,78	3,8	15,6	17,1
0,315	850	1,71	2,4	19,7	12,3
	900	1,73	3,2	17,6	17,1
	950	1,75	3,8	15,4	19,5
	1000	1,77	4,1	14,7	20,8
	1050	1,78	4,3	13,4	22,7
0,14	850	1,72	2,6	17,9	13,1
	900	1,76	3,3	15,8	19,1
	950	1,77	3,9	13,6	21,4
	1000	1,79	4,2	11,8	23,1
	1050	1,81	4,4	12,2	25,4

900°C температурада үлгілерді күйдіру кезінде жоғары беріктік мәндеріне және суды сіңірудің жеткілікті төмен көрсеткіштеріне қол жеткізіледі. Пісімделу температурасының 1050°C дейін көтерілуі сығылу беріктігін одан әрі арттыруға және судың сіңуін төмендетуге ықпал етеді. 0,63 мм фракциясы үшін үлгілердің максималды беріктігі 17,1 МПа, 0,315 мм фракциясы үшін – 22,7 МПа, үшін 0,14 мм 25,4 МПа сәйкесінше 15,6, 13,4 және 12,2% суды сіңіру көрсеткіштері.

Қорытынды. Осылайша, қатты тас тәрізді көмір байыту қалдықтарын 0,14-0,315 мм фракциясына дейін ұнтақтау қажет, бұл керамикалық массаларды жақсы қалыптау және күйдіру қасиеттерімен алуға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Стороженко, Г.И. Перспективы отечественного производства керамического кирпича на основе отходов углеобогащения [Текст] / Г.И.Стороженко, А.Ю.Столбоушкин, М.П.Мишин // Строительные материалы. – 2013. – №4. – С.57-61.
2. Лотош, В.Е. Переработка отходов природопользования [Текст] / В.Е.Лотош. – Екатеринбург: 2007. – 511с.
3. Столбоушкин, А.Ю. Стеновые керамические материалы матричной структуры на основе неспекающегося малопластичного техногенного и природного сырья [Текст] / А.Ю.Столбоушкин // Дис. док. техн. наук. – Новосибирск, 2014. – 395с.
4. Стороженко, Г.И. Переработка отходов обогащения углей Коркинского угольного разреза с целью получения топлива и сырья для производства керамического кирпича [Текст] / Г.И. Стороженко, А.Ю. Столбоушкин, Л.Н.

Перепечко // Горение топлива: теория, эксперимент, приложения. Тезисы докладов IX Всероссийской конференции с международным участием, 16-18 ноября 2015 – г. Новосибирск. 2015. – С.127-129.

Материал редакцияға 19.05.23 түсті.

М.Т. Жүгинисов

Сатбаев Университет, г. Алматы, Казахстан

ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ОТХОДОВ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ НА СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. Исследованы химический, минералогический и химический состав отходов углебогащения Карагандинского и Экибастузского месторождений угля. Выявлено что при измельчении отходов углебогащения менее 0,14-0,315 мм достигаются необходимые формовочные и обжиговые свойства. При обжиге образцов при температуре 1000°C достигаются высокие значения прочности и достаточно низкие показатели водопоглощения.

Повышения температуры спекания до 1050°C способствует дальнейшему увеличению прочности при сжатии и снижению водопоглощения. Максимальная прочность образцов для фракции 0,63 мм составляет 17,1 МПа, для фракции 0,315 мм – 22,7 МПа, для фракции 0,14 мм 25,4 МПа при водопоглощении 15,6, 13,4 и 12,2% соответственно.

Ключевые слова: отходы углебогащения, керамический кирпич, аргиллит, прессование, обжиг, прочность, плотность.

M.T. Zhuginisov

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

THE EFFECT OF THE FRACTIONAL COMPOSITION OF CARBON ENRICHMENT WASTE ON THE PROPERTIES OF CERAMIC WALL MATERIALS

Abstract. The chemical, mineralogical and chemical composition of the waste of coal enrichment of the Karaganda and Ekibastuz coal deposits are investigated. It is stated that when grinding carbon enrichment waste less than 0.14-0.315 mm, the necessary molding and firing properties are achieved. When firing samples at a temperature of 1000°C, high strength values and sufficiently low water absorption rates are achieved.

An increase in the sintering temperature to 1050°C contributes to a further increase in compressive strength and a decrease in water absorption. The maximum strength of the samples for the 0.63 mm fraction is 17,1 MPa, for the 0.315 mm fraction – 22,7 MPa, for the 0.14 mm fraction – 25,4 MPa with water absorption of 15.6, 13.4 and 12.2%, respectively.

Keywords: enrichment waste, ceramic brick, mudstone, pressing, firing, strength, density.

References

1. Storozhenko, G.I., Stolboushkin, A.Y., Mishin, M.P. Perspektivy otechestvennogo proizvodstva keramicheskogo kirpicha na osnove otkhodov ugleobogashcheniya [Prospects of domestic production of ceramic bricks based on carbon enrichment

- waste] // Stroitel'nyye materialy [Building materials], – 2013. – No.4. – P.57-61. [in Russian]
2. Lotosh, V.E. Pererabotka otkhodov prirodopol'zovaniya [Recycling of environmental management waste] / Yekaterinburg: – 2007. – 511p. [in Russian]
 3. Stolboushkin, A.Yu. Stenovyye keramicheskiye materialy matrichnoy struktury na osnove nespekayushchegosya maloplastichnogo tekhnogennogo i prirodnogosyr'ya [Wall ceramic materials of matrix structure based on non-flowing low-plastic technogenic and natural raw materials] // Dis. doctor of Technical Sciences. Novosibirsk: 2014. – 395p. [in Russian]
 4. Storozhenko, G.I., Stolboushkin, A.Y., Perepechko, L.N. Pererabotka otkhodov obogashcheniya ugley Korkinskogo ugol'nogo razreza s tsel'yu polucheniya topliva i syr'ya dlya proizvodstva keramicheskogo kirpicha [Processing of coal enrichment waste from the Korkinsky coal mine in order to obtain fuel and raw materials for the production of ceramic bricks] // Goreniye topliva: teoriya, eksperiment, prilozheniya. Tezisy dokladov IX Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, 16–18 noyabrya 2015 g [Fuel combustion: theory, experiment, applications. Abstracts of the IX All-Russian Conference with International participation, November 16-18, 2015] Novosibirsk: 2015. – 127-129p. [in Russian]

IRSTI 67.09.91

A.A. Lunev | ©



Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

ORCID

<https://orcid.org/0009-0006-0716-7630>The Siberian State Automobile and Highway University (SibADI),
Omsk, Russian Federation

@

lunev.l.23@mail.ru<https://doi.org/10.55956/JQBP6004>

STRENGTH AND DEFORMATION CHARACTERISTICS OF SLAG CRUSHED STONE OF COAL THERMAL POWER PLANTS

Abstract. The fractionability and modulus of deformation of individual fractions of ash and slag crushed stone samples (in a dry and saturated state) taken from the dumps of Novosibirsk CHP-3 (burning coals of the Kansk-Achinsk coal basin), as well as Novosibirsk CHP-2 and Seversk CHP (burning coals of the Kuznetsk coal basin) were determined. To assess the factors affecting the mechanical strength of ash and slag rubble, calcination losses, the content of hazel and needle particles, dusty clay particles and clay in lumps were additionally determined.

The difference in the mechanical strength of samples of material of different genesis was revealed. The graphs obtained during the tests are evaluated, on the basis of which the characteristics of the deformability of the material (at different sizes) are calculated. The factors influencing the mechanical strength of ash and slag rubble are determined. Dependences linking the deformation parameters of ash and slag rubble and the results of determining their fractionability are obtained.

Some mechanical and physical parameters of ash and slag rubble have been established, based on which the directions of possible application in the construction of highways have been clarified. A mathematical

dependence has been found for predicting the deformation modulus of ash and slag rubble, which is necessary for the design of structures made of this material.

Keywords: construction, motor roads, road pavement, ash and slag mixtures, slag crushed stone, crushability, deformation modulus.



Lunev A.A. Strength and deformation characteristics of slag crushed stone of coal thermal power plants // *Mechanics and Technology / Scientific journal.* – 2023. – No.2(80). – P.22-28. <https://doi.org/10.55956/JQBP6004>

Introduction. One of the main sources of heat and electricity production worldwide is fossil coal [1-5]. A significant part of energy industry experts are of the opinion that alternative energy sources are the future of energy, however, according to experts, in the coming decades there are no prerequisites for a global change in approaches to energy production, which means that coal will remain [6].

Coal burning in boilers of thermal power plants is associated with the formation of 10 to 50% of heat generation waste (by-products) – ash slag (fly ash, ash-slag mixture - ZSHS, microspheres). In the Russian Federation, over 24 million ash and slag wastes (ASH) are generated annually, which is 40% of all industrial

waste [2]. According to experts, in the Russian Federation only 8-10% of the ash slag formed during the year is disposed of (in some countries up to 100%), most of it is placed on specialized hydraulic structures – ash dumps [6].

The technology of storage of ash waste in ash dumps has a number of serious drawbacks:

- in the summer, the surface of the ash dump can dust and pollute the surrounding area;
- the placement of ash dumps requires the exclusion of suitable land from economic turnover;
- storage of waste in dumps is associated with the risk of collapse of dams, which lead to catastrophic disruption of ecosystems in the event of accidents [3-5] (despite the fact that studies have proven the safety of this class of materials) [6].

In addition, ZSHS is a material with special properties, the use of which is possible in many areas of the economy: reclamation of farmland, extraction of aluminum compounds, production of rare earth elements manufacture of composite materials, production of concrete [6], construction of highway structures and construction of ground structures.

The purpose of the study is to assess the mechanical strength of ash and slag rubble and determine the factors affecting it.

To achieve the goal, several tasks have been set:

- determine the fractionability of fractionated ash and slag crushed stone from the burning of Kansk-Achinsk and Kuznetsk coals;
- determine the deformation characteristics of ash and slag rubble;
- conduct tests to identify losses during calcination, the content of breem particles, clay in lumps and the content of dusty particles that may affect the properties of crushed stone;
- analyze the results obtained and determine the factors affecting the mechanical strength of crushed stone.

Research methods and conditions. The most common ASM in the Russian Federation are ash slags from the burning of Ekibastuz, Kuznetsk and Kansk-Achinsk coals. The formation of coarse-grained slag is more typical for thermal power plants operating on Kuznetsk and Kansk-Achinsk coals. Therefore, the following were selected for the study

- Novosibirsk CHPP-2 (the station operates on Kuznetsk coal, dense slag is formed in the boilers);
- Novosibirsk CHPP-3 (the station operates on Kansk-Achinsk coals, dense slag is formed in the boilers) [6];
- Seversk CHPP (the station operates on Kuznetsk coal, porous slag is formed in the boilers).

Three types of ash and slag crushed stone were studied in the experiments: dense slag of the Novosibirsk CHP-2, dense slag of the Novosibirsk CHP-3 and porous slag of the Seversk CHP. The appearance of the materials under study is shown in Fig. 2.

The crushing capacity of the selected ash and slag crushed stone was determined according to the GOST 8269.0-97 method by testing samples of ZSM prepared in the laboratory. «Samples of ordinary ash and slag crushed stone were dried from constant humidity and divided into standard fractions of crushed stone (5-10; 10-20; 20-40 mm in size) by sieving the material on appropriate sieves. Part of the sample material was kept in water for 2 hours for further testing in a saturated state.

Table 1

The chemical composition of the materials exposed to the research (ASM)» [6].

Type of burnt coal	Chemical composition by oxides, % by weight (including LOI)								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	LOI
Bituminous coal of the Kuznetsk coal mining field	50-64	18-30	4-15	2-10	0.5-2.5	1.3-2.4	0.5-1.3	0.3-2.2	3-22
Brown coal of the Kansk-Achinsk coal mining field(Borod)	40-55	4-10	6-14	20-35	3-6	0.3-1.5	0.2-0.5	0.9-5	2

Note: LOI — loss on ignition (content of combustibles)

Due to the limited amount of material for research, the determination of fractionability was carried out for fractions 5-10 and 10-20 in a cylinder with a diameter of 75 mm, and for fractions 20-40 in a cylinder with a diameter of 150 mm [6]. Tests in a cylinder with a diameter of 75 mm were carried out in an automated press IR 5081-5 (Fig. 3), and in a cylinder with a diameter of 150 mm – in a hydraulic press. During the tests, video and audio recordings were made, necessary for differentiating the experimental stage depending on the intensity of particle crushing

Research results. During the research, samples of each fraction of the material in dry and water-saturated states for each type of material were analyzed. The results of the studies are shown in the graph (Fig. 1). Based on the results obtained (Fig. 1), the strength grade of the studied samples of ash and slag rubble was approximately assigned. Due to the absence in the regulatory framework of the Russian Federation

The increase in the stress level in the ash and slag crushed stone array from the value corresponding to the boundary of the elastic stage to the level of 3300-7250 kPa [6] (depends on the particle size and their genesis) caused intensive crushing of the slag crushed stone, which was mainly due to the destruction of the pinched particles and was accompanied by significant stamp precipitation. With a further increase in the stresses in the sample, the transition to the stage of crushing attenuation began. The noted stress level in the two stages described above was significantly higher than in road structures, so these stages were unsuitable for assessing deformation parameters.

At the initial stage of loading (elastic stage), the destruction of particles was practically not fixed, and the maximum stresses did not exceed those caused by the impact of transport loads.

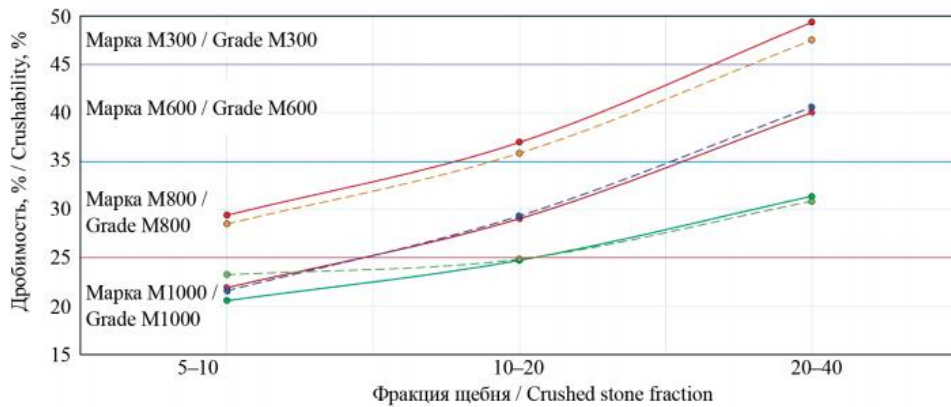


Fig. 1. Crushability broken down by the fractions generated in the course of burning Kuznetsk coal: ● – dry and dense; ● – saturated and dense; ● – dry and porous; ● – saturated and porous; broken down by the fractions generated in the course of burning Kansk-Achinsk coal: ● – dry and dense; ● – saturated and dense

It should also be noted that the tests were carried out on non-compacted samples of the material, therefore, the values obtained during the tests are likely to be the minimum possible deformation modules for the material under study.

It is not possible to determine the modulus of elasticity from these experiments, since during the tests, compaction and repacking of particles obviously occurred. Apparently, it is required to conduct comparative tests to identify the elastic modulus of this material according to the test method with a static or dynamic stamp and compare them with the obtained values of the deformation modulus.

The content of bream particles in the studied samples taken at the dumps of the Novosibirsk CHPP turned out to be lower than at the Seversk CHPP dump (CHPP-2 dump – from 2 to 5%, CHPP-3 – from 0 to 3%, Seversk CHPP – from 7 to 20%). In all samples there was no clay in lumps, and the content of dusty particles did not exceed 1.5%. The content of calcination losses in the studied samples varied from 0.6 to 2.1%, with higher values corresponding to a smaller fraction.

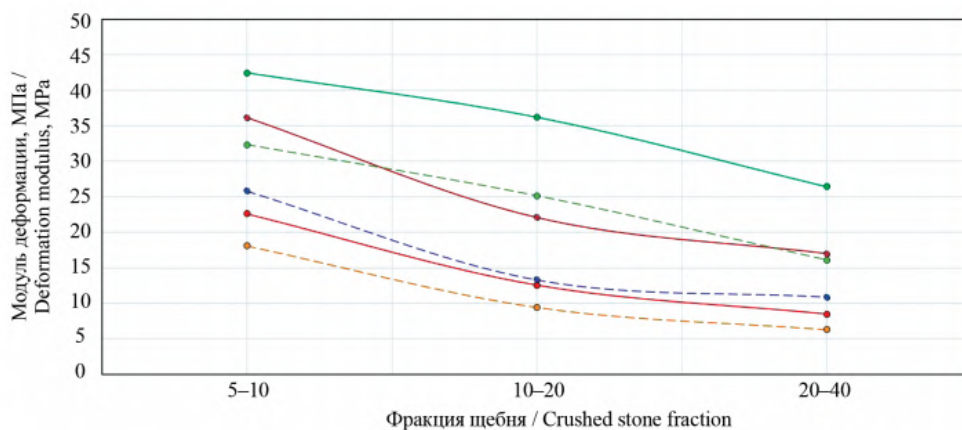


Fig. 2. Deformation moduli of slag crushed stone samples generated as a result of burning the Kuznetsk coal: ● – dry and dense; ● – saturated and dense; ● – dry and porous; ● – saturated and porous; generated as a result of burning the Kansk Achinsk coal: ● – dry and dense; ● – saturated and dense

The peculiarities of the Griffiths crack development mechanism explain the lower strength of crushed stone particles obtained from the burning of Kuznetsk coal [6]. Increased melting point of rock-forming components in Kuznetsk coals.

Discussion of the results. As part of the discussion, possible prospects for the development of the topic under consideration can be made.

The results of the evaluation of the crushing capacity of ash and slag crushed stone obtained from the burning of Kansk-Achinsk and Kuznetsk coals show that:

- the studied material changes its strength grade depending on the genesis and grain size from M300 to M1000;

- ash-slag crushed stone significantly changes its mechanical strength depending on the fraction (the fractionability of the 20-40 fraction can be up to 67% higher than the 5-10 fractions of the same material);

- the amount of fragmentation is practically not affected by the humidity of the test sample, since its effect was observed only in one series of experiments and may be random;

The results of the evaluation of the deformation modules of ash and slag crushed stone obtained from the burning of Kansk-Achinsk and Kuznetsk coals demonstrate that:

- humidity reduces the deformation abilities of ash and slag rubble, and the decrease is in the range from 20 to 39%. Large values are characteristic of dense slag from a liquid slag removal system with a glazed surface, and smaller values are characteristic of porous slag from a dry slag removal system;

- ash – slag crushed stone from dense slag, which is formed in the liquid slag removal system and has a glazed surface, has the highest modulus of elasticity, and crushed stone from porous slag obtained in the dry slag removal system has the lowest.

Conclusion. It should also be noted that in the course of research, stable correlations were found between the size of the crushing capacity and the modulus of elasticity of ash and slag crushed stone (in a dry and saturated state), which, although they require verification, allow for an enlarged assessment of the bearing capacity of this material by the size of the crushing capacity.

The study showed that from the point of view of mechanical strength (and based on the results of additional studies), these materials can be used for the construction of the roadbed, the construction of additional layers of the foundations of road clothes, in the structures of the bearing layers of the foundations of road clothes, and are also probably suitable for planning work and backfill material.

References

1. Bhatt A., Priyadarshini S., Mohanakrishnan A.A., Abri A., Sattler M., Techapaphawit S. Physical, chemical, and geotechnical properties of coal fly ash: A global review // *Case Studies in Construction Materials*. 2019. Vol. 11. P. e00263. DOI: 10.1016/j.cscm.2019.e00263
2. Pichugin, E.A. Analiticheskiy obzor nakoplenogo v Rossiyskoy Federatsii opyta vovlecheniya v khozyaystvennyy oborot zoloshlakovykh otkhodov teploelektrostantsiy [Analytical review of the experience accumulated in the Russian Federation of involving ash and slag waste from thermal power plants in economic turnover] // *Problemy regional'noy ekologii* [Problems of regional ecology]. 2019. No. 4. P. 77-87. DOI: 10.24411/1728-323X-2019-14077 [in Russian]
3. Bartov G., Deonarine A., Johnson T.M., Ruhl L., Vengosh A., Hsu-Kim H. Environmental Impacts of the Tennessee Valley Authority Kingston Coal Ash Spill. 1. Source Apportionment Using Mercury Stable Isotopes // *Environmental Science & Technology*. 2013. Vol. 47. Issue 4. P. 2092–2099. DOI: 10.1021/es303111p

4. Deonaraine A., Bartov G., Johnson T.M., Ruhl L., Vengosh A., Hsu-Kim H. Environmental Impacts of the Tennessee Valley Authority Kingston Coal Ash Spill. 2. Effect of Coal Ash on Methylmercury in Historically Contaminated River Sediments // Environmental Science & Technology. 2013. Vol. 47. Issue 4. P. 2100–2108. DOI: 10.1021/es303639d
5. Shin J., Natanson A., Khun J., Odorizzi N., DeCreny-Jackson J., Fowowe H. et. al. Research Article: Assessing the impact of coal ash exposure on soil microbes in the Dan River // BIOS. 2017. Vol. 88. Issue 2. P. 72–85. DOI: 10.1893/BIOS-D-16-00006.1
6. Lunev A.A. Issledovaniye mekhanicheskoy prochnosti shlakov teplovykh elektrostantsiy [Mechanical strenght's research of the thermal power station's slag] // Zhurnal «Avtomobil'no-dorozhnaya promyshlennost' Rossii». [The Russian Automobile and Highway Industry Journal]. 2019;16(6). P. 746-757. [in Russian] <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2019-6-746-757>

Material received on 02.06.23.

А.А. Лунев

Сібір мемлекеттік автомобиль-жол университеті (СибАДИ), Омбы қ., Ресей

КҮЛ-ҚОЖДЫ ҚИЫРШЫҚ ТАСТЫҢ БЕРІКТІГІ МЕН ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ КӨМІР ЖЫЛУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫ

Аңдатпа. Новосибирск ЖЭО-3 (Канск-Ачинск көмір бассейнінің көмірін жағатын), сондай-ақ Новосибирск ЖЭО-2 және северс ЖЭО (Кузнецк көмір бассейнінің көмірін жағатын) үйінділерінен іріктелген күл-қож қиыршық тас үлгілерінің (құрғақ және сумен қаныққан күйде) жекелеген фракцияларының ұсақталуы мен деформация модулі анықталды. күл-қожды қиыршық тастың механикалық беріктігіне әсер ететін факторларды бағалау үшін кальцинация кезінде шығындар, фундук пен ине бөлшектерінің, шаң-саз бөлшектері мен саздың құрамы қосымша анықталды.

Әртүрлі генезис материалының сынамаларының механикалық беріктігінде айырмашылық анықталды. Сынақ жүргізу кезінде алынған графиктер бағаланады, олардың негізінде материалдың деформациялану сипаттамалары есептеледі (әр түрлі мөлшерде). күл-қожды қиыршық тастың механикалық беріктігіне әсер ететін факторлар. Күл-қожды қиыршық тастың деформациялық параметрлерін және олардың ұсақталуын анықтау нәтижелерін байланыстыратын тәуелділіктер алынды.

Тірек сөздер: құрылыс, автомобиль жолдары, жол киімдері, күл-қож қоспалары, күл-қож қиыршық тас, ұсақтау, деформация модулі.

А.А. Лунев

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ),
г. Омск, Россия*

ПРОЧНОСТНЫЕ И ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗОЛОШЛАКОВОГО ЩЕБНЯ УГОЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Аннотация. Определены дробимость и модуль деформации отдельных фракций образцов золошлакового щебня (в сухом и насыщенном водой состоянии), отобранных с отвалов новосибирской ТЭЦ-3 (сжигающей угли канско-ачинского угольного бассейна), а также новосибирской ТЭЦ-2 и северской ТЭЦ (сжигающих угли кузнецкого угольного бассейна). для оценки факторов, влияющих на механическую прочность золошлакового щебня, дополнительно устанавливались потери при

прокаливании, содержание лещадных и игольчатых частиц, пылеватоглинистых частиц и глины в комках.

Выявлено различие в механической прочности проб материала разного генезиса. оценены полученные при проведении испытаний графики, на основе которых вычислены характеристики деформируемости материала (при разной крупности). обусловлены факторы, влияющие на механическую прочность золошлакового щебня. Получены зависимости, связывающие деформационные параметры золошлакового щебня и результаты определения их дробимости.

Установлены некоторые механические и физические параметры золошлакового щебня, исходя из которых выяснены направления возможного применения при строительстве автомобильных дорог. Найдена математическая зависимость для прогнозирования модуля деформации золошлакового щебня, необходимая для проектирования сооружений из данного материала.

Ключевые слова: строительство, автомобильные дороги, дорожная одежда, золошлаковые смеси, золошлаковый щебень, дробимость, модуль деформации.

FTAMP 65.29.03

Е. Спандияров¹ – негізгі автор, | ©
П.М. Маликтаева², Ш.Д. Умирбаева³



¹Техн. ғылым. д-ры, проф., ²Техн. ғылым. канд., ³Ғылыми қызметкер

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-4484-1613>; ²<https://orcid.org/0009-0009-1614-4184>

³<https://orcid.org/0000-0002-1251-811X>



^{1,3}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,

²Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз инновациялық институты,



Тараз қ., Қазақстан Республикасы



¹Sakosh_78@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/ITGB7330>

«ТАЛҚАН» ШИКІЗАТТАРЫНЫҢ ТҮСІРІЛГЕН КҮШКЕ БАЙЛАНЫСТЫ ТЫҒЫЗДЫҒЫНЫҢ ӨЗГЕРУІ

Аңдатпа. Жұмыста «Талқан» өнімінің шикізаттарына атап көрсетсек: тары, жүгері, бидай жармаларына 1200 г, 1400 г, 1600 г, 1800 г күш түсіру арқылы тығыздықтарының өзгеруі қарастырылды. Сонымен қатар аталған шикізаттардың деформация түрлеріне байланысты жарма серпімді, пластикалық денелер және нағыз тұтқыр сұйықтық сияқты қасиеттеріне сараптама жүргізілді.

Тірек сөздер: жарма, күш, талқан, тығыздық, қысым.



Спандияров, Е. «Талқан» шикізаттарының түсірілген күшке байланысты тығыздығының өзгеруі [Мәтін] / Е. Спандияров, П.М. Маликтаева, Ш.Д. Умирбаева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №2(80). – Б.29-37. <https://doi.org/10.55956/ITGB7330>

Кіріспе. Мемлекет басшысы «Азық-түлікке деген қажеттілік әлемде жыл сайын өсе беретін болады. Бізге бұл мүмкіндікті жіберіп алуға болмайды. Бұл ретте басты экономикалық бағыттарымыздың бірі – азық-түлік болып отыр. Бүгінде дүниежүзінде сұранысы мен бағасы жоғары болып тұрған негізгі тауар да осы» – деп өткен жылғы жолдауында атап көрсеткен болатын.

Бүгінде қай елде болмасын әлеуметтік маңызы зор мәселелердің бірі – азық-түлік болып отыр. Соңғы жылдары азық-түлік қауіпсіздігі мен кейбір елдерде кеңінен етек жайған ашаршылыққа байланысты, тамақ өнеркәсібі, халық тұтынатын негізгі өнімдер бағасының жиі құбылуы, қымбаттауы төңірегіндегі мәселелер жиі көтеріліп жүр.

Соңғы уақытта шетелдерден әкелінетін тамақ өнімдерінің көптігі, олардың бір бөлігінің сапалық көрсеткіштері төмен екендігі, қазір ешкімді таңғалдырмайды. Өйткені, біз әлі де шет елдік өнімдерге тәуелді болып отырмыз. Бұл ретте азық-түлік түрлерін көптеп өндіруге күш салу қажет. Ол біріншіден, мемлекет қауіпсіздігі мәселесі болса, екінші жағынан экономикамызды көтерудің тағы бір мүмкіндігі.

Азық-түлік қауіпсіздігіне байланысты мәселе де аса өзекті, өйткені бұл проблема әдетте азық-түліктің жетіспеушілігінен туады. Қазақстанның

аграрлық секторы үлкен экспорттық мүмкіндіктерге және инновациялар енгізу үшін жоғары әлеуетке ие екендігі белгілі.

Қазіргі уақытта, денсаулық сақтауды дамытудың «Салауатты Қазақстан» Мемлекеттік бағдарламасының жобасына әлеуметтік-профилактикалық және сауықтыру жөніндегі іс-шаралар енгізілген. Сондықтан, денсаулыққа пайдалы, профилактикалық қасиеттерге ие талқан өнімдерін ғылыми негізде жасау өзекті мәселе болып табылады.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Талқан өнімін ұзақ уақыт сақтау үшін таблеткалау процесі қазіргі уақытта қарастыруды талап етеді.

Шикізаттарды өңдеу барысында технологиялық машиналардың жұмыс мүшелері шикізаттарға механикалық күшпен әсер етіп, өнім тұйық кеңістікте сығымдалады. Бұл кезеңде түрлі деформациялар дамып, материалдың аққыштық қасиеті айқын білінеді.

Түрлі ортаның деформациялары мен ағуының негізгі заңдылықтарын реология ілімі зерттейді. Деформация түрлеріне байланысты жарма серпімді, пластикалық денелер және нағыз тұтқыр сұйықтық сияқты қасиеттерді көрсетеді [1].

Әр шикізаттың түріне, формасы мен өлшемдеріне байланысты өзіне тән физикалық және механикалық қасиеттері болады. Бұл қасиеттер дайын өнімнің сапасы мен мөлшеріне, технологиялық машиналардың жұмыс істеу тиімділігіне және процестердің энергия шығынына әсер етеді.

Әдетте жұмыс барысында машиналардың, механикалық күш пен басқа факторлардың (мысалы температура, ылғалдылық) әсерінен өңделетін шикізат уақытқа байланысты түрлі өзгеріске ұшырайды [2].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау.

Тары талқаны:

1) $m=8,0$ г талқан; стержень салмағы-1200г.

$h_1=29$ мм,

$h_2=15$ мм;

$\Delta h = h_1 - h_2$. (абс. деф)

$\Delta h = 29\text{мм} - 15\text{мм} = 14\text{мм}$.

$\varepsilon = \Delta h / h_1$; (отн.деф)

$\varepsilon = 14\text{мм} / 29\text{мм} = 0,48 \cdot 100\% = 48\%$;

$$\rho = \frac{m}{V_1}; V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \rho = \frac{8}{73,5} = 0,108 \text{ г/см}^3 [2]$$

Δh – еркін күйдегі (престеу тұнбасы) ұнтақ денесінің биіктігінен оның биіктігінің өзгеру шамасы (абсолютты деформация);

ρ - ұнтақтың салыстырмалы (өлшемсіз) тығыздығының ағымдағы мәні, г/см³.

ε -салыстырмалы деформация, %.

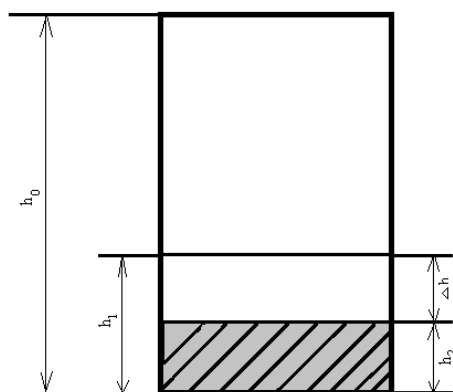
V_1 – ұнтақтың көлемі, см³.

π – тұрақты коэффициент, 3,14

h_1 – ұнтақтың бастапқы биіктігі, мм.

h_2 – ұнтақтың престелген кейінгі биіктігі, мм.

D – пуансон диаметрі, мм.



Сурет1. Пуансонның престеу схемасы

2) $m=8,0$ г талқан; жүк салмағы 1400г.

$h_1=29$ мм,

$h_2=14$ мм

$\Delta h=29\text{мм}-14\text{мм}=15\text{мм}$.

$\varepsilon=15\text{мм}/29\text{мм}=0,51\cdot 100\%=51\%$.

$$\rho = \frac{m}{V_1}; V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \rho = \frac{8}{68,6} = 0,116 \text{ г/см}^3$$

3) $m=8,0$ г талқан; жүк салмағы 1600г.

$h_1=29$ мм,

$h_2=13$ мм

$\Delta h=29\text{мм}-13\text{мм}=16\text{мм}$.

$\varepsilon=16\text{мм}/29\text{мм}=0,55\cdot 100\%=55\%$.

$$\rho = \frac{m}{V_1}; V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \rho = \frac{8}{63,7} = 0,125 \text{ г/см}^3$$

4) $m=8,0$ г талқан; жүк салмағы 1800г.

$h_1=29$ мм,

$h_2=12,5$ мм

$\Delta h=29\text{мм}-12,5\text{мм}=16,5\text{мм}$

$\varepsilon=16,5\text{мм}/29\text{мм}=0,56\cdot 100\%=56\%$.

$$\rho = \frac{m}{V_1}; V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \rho = \frac{8}{61,3} = 0,130 \text{ г/см}^3$$

5) $m=8,0$ г талқан; жүк салмағы 2000 г.

$h_1=29$ мм,

$h_2=12,5$ мм

$\Delta h=29\text{мм}-12,5\text{мм}=16,5\text{мм}$

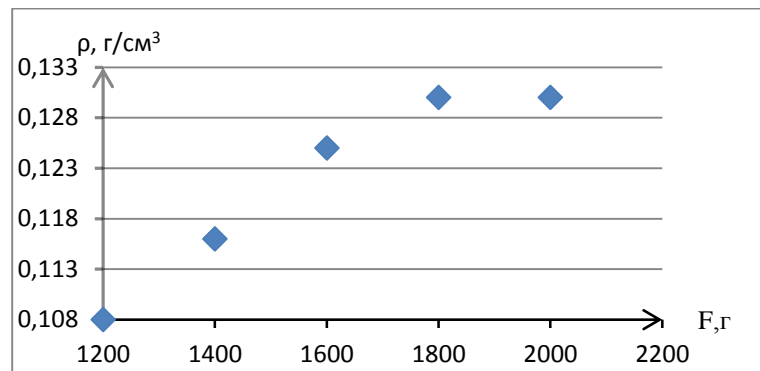
$\varepsilon=16,5\text{мм}/29\text{мм}=0,56\cdot 100\%=56\%$.

$$\rho = \frac{m}{V_1}; V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \rho = \frac{8}{61,3} = 0,130 \text{ г/см}^3$$

Кестел

Тары талқынының түсірілген күшке байланысты тығыздығының өзгеруі

Тары талқынының тығыздығы	
F,г	ρ , г/см ³
1200	0,108
1400	0,116
1600	0,125
1800	0,13
2000	0,13



Сурет 2. Тары талқынының түсірілген күшке байланысты тығыздығының өзгеруі динамикасы

Жүгері талқаны:

1) $m=8$ г талқан; стержень салмағы-1200г.

$h_1=45$ мм,

$h_2=15$ мм;

$$\Delta h = h_1 - h_2. \text{ (абс. деф)}$$

$\Delta h=45\text{мм}-15\text{мм}=30\text{мм}$.

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_1}; \text{ (отн.деф)} \quad \varepsilon = 30\text{мм}/45\text{мм} = 0,66 \cdot 100\% = 66\%;$$

$$\rho = \frac{m}{V}; V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4} = \frac{8\text{г}}{4,91} 1,5 = 1,086 \text{ г/см}^3$$

2) $m=8$ г талқан; жүк салмағы 1400г.

$h_1=45$ мм,

$h_2=14$ мм

$\Delta h=45\text{мм}-14\text{мм}=31\text{мм}$.

$$\varepsilon = 31\text{мм}/45\text{мм} = 0,68 \cdot 100\% = 68\%.$$

$$\rho = \frac{m}{V}; V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4} = \frac{8\text{г}}{4,91} 1,4 = 1,164 \text{ г/см}^3$$

3) $m=8$ г талқан; жүк салмағы 1600г.

$h_1=45$ мм,

$h_2=13$ мм

$\Delta h=45\text{мм}-13\text{мм}=32\text{мм}$.

$$\varepsilon = 32\text{мм}/45\text{мм} = 0,71 \cdot 100\% = 71\%.$$

$$\rho = \frac{m}{V}; V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4} = \frac{8\text{г}}{4,91} 1,3 = 1,253 \text{ г/см}^3$$

4) $m=8$ г талқан; жүк салмағы 1800г.

$$h_1=45\text{мм},$$

$$h_2=12,5\text{мм}$$

$$\Delta h=45\text{мм}-12,5\text{мм}=32,5\text{мм}$$

$$\varepsilon = 32,5\text{мм}/45\text{мм}=0,72 \cdot 100\%=72\%.$$

$$\rho = \frac{m}{V}; V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4} = \frac{8\text{г}}{4,91} 1,2 = 1,358 \text{ г/см}^3$$

Жүгері талқаны:

1) $m=8$ г жүгері талқан; стержень салмағы-1200г.

$$h_1=28\text{мм},$$

$$h_2=15\text{мм},$$

$$\Delta h = h_1 - h_2. \text{ (абс. деф)}$$

$$\Delta h=28\text{мм}-15\text{мм}=13\text{мм}.$$

$$\varepsilon = \Delta h / h_1; \text{ (отн. деф)} \quad \varepsilon = 12/28\text{мм}=0,46 \cdot 100\%=46\%;$$

$$\rho = \frac{m}{V_1}; V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \quad \rho = \frac{8}{73,5} = 0,108 \text{ г/см}^3$$

2) $m=8$ г талқан; жүк салмағы 1400г.

$$h_1=28\text{мм},$$

$$h_2=14,5\text{мм}$$

$$\Delta h=28\text{мм}-14,5\text{мм}=13,5\text{мм}.$$

$$\varepsilon = 13,5\text{мм}/28\text{мм}=0,48 \cdot 100\%=48\%.$$

$$\rho = \frac{m}{V_1}; V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \quad \rho = \frac{8\text{г}}{71,0} = 0,112 \text{ г/см}^3.$$

3) $m=8$ г талқан; жүк салмағы 1600г.

$$h_1=28\text{мм},$$

$$h_2=13\text{мм}$$

$$\Delta h=28\text{мм}-13\text{мм}=15\text{мм}.$$

$$\varepsilon = 15\text{мм}/28\text{мм}=0,53 \cdot 100\%=53\%.$$

$$\rho = \frac{m}{V_1}; V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \quad \rho = \frac{8\text{г}}{63,7} = 0,125 \text{ г/см}^3.$$

4) $m=8$ г талқан; жүк салмағы 1800г.

$$h_1=28\text{мм},$$

$$h_2=12,5\text{мм}$$

$$\Delta h=28\text{мм}-12,5\text{мм}=15,5 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = 15,5\text{мм}/28\text{мм}=0,55 \cdot 100\%=55\%.$$

$$\rho = \frac{m}{V_1}; V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \quad \rho = \frac{8\text{г}}{61,2} = 0,13 \text{ г/см}^3.$$

5) $m=8$ г талқан; жүк салмағы 2000 г.

$$h_1=28\text{мм},$$

$$h_2=12,5\text{мм}$$

$$\Delta h = 28 \text{ мм} - 12,5 \text{ мм} = 15,5 \text{ мм}$$

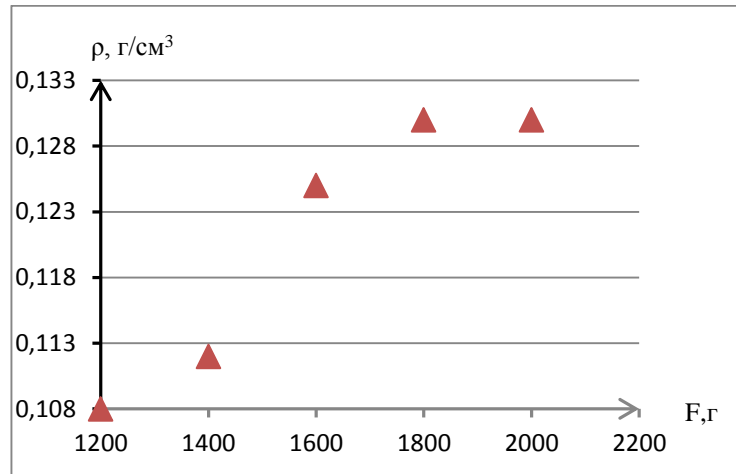
$$\varepsilon = 15,5 \text{ мм} / 28 \text{ мм} = 0,55 \cdot 100\% = 55\%$$

$$\rho = \frac{F_1}{V_1}; \quad V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \quad \rho = \frac{8 \text{ г}}{61,2} = 0,13 \text{ г/см}^3$$

Кесте 2

Жүгері талқынының түсірілген күшке байланысты тығыздығының өзгеруі

Жүгері талқынының тығыздығы	
F, г	ρ , г/см ³
1200	0,108
1400	0,112
1600	0,125
1800	0,13
2000	0,13



Сурет 3. Жүгері талқынының түсірілген күшке байланысты тығыздығының өзгеруінің динамикасы

Бидай талқыны:

1) $m=8,0$ г талқан; стержень салмағы-1200г.

$h_1=29$ мм,

$h_2=15,5$ мм;

$$\Delta h = h_1 - h_2. \quad (\text{абс. деф})$$

$\Delta h = 29 \text{ мм} - 15,5 \text{ мм} = 13,5 \text{ мм}$.

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h_1}; \quad (\text{отн. деф}) \quad \varepsilon = 13,5 \text{ мм} / 29 \text{ мм} = 0,46 \cdot 100\% = 46\%;$$

$$\rho = \frac{m}{V_1}; \quad V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \quad \rho = \frac{8}{75,9} = 0,105 \text{ г/см}^3$$

2) $m=8,0$ г талқан; стержень салмағы-1200г.

$h_1=29$ мм,

$h_2=15$ мм;

$$\Delta h = h_1 - h_2. \quad (\text{абс. деф})$$

$\Delta h = 29 \text{ мм} - 15 \text{ мм} = 14 \text{ мм}$.

$$\varepsilon = \Delta h / h_1; \quad (\text{отн. деф}) \quad \varepsilon = 14 \text{ мм} / 29 \text{ мм} = 0,48 \cdot 100\% = 48\%;$$

$$\rho = \frac{m}{V_1}; \quad V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \quad \rho = \frac{8}{73,5} = 0,108 \text{ г/см}^3$$

3) $m=8,0$ г талқан; жүк салмағы 1400г.

$h_1=29$ мм,

$h_2=14$ мм

$\Delta h=29$ мм- 14 мм= 15 мм.

$\varepsilon = 15$ мм/ 29 мм= $0,51 \cdot 100\% = 51\%$.

$$\rho = \frac{m}{V_1}; \quad V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \quad \rho = \frac{8}{68,6} = 0,116 \text{ г/см}^3$$

4) $m=8,0$ г талқан; жүк салмағы 1600г.

$h_1=29$ мм,

$h_2=13,5$ мм

$\Delta h=29$ мм- $13,5$ мм= $15,5$ мм.

$\varepsilon = 15,5$ мм/ 29 мм= $0,53 \cdot 100\% = 53\%$.

$$\rho = \frac{m}{V_1}; \quad V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \quad \rho = \frac{8}{66,1} = 0,121 \text{ г/см}^3$$

5) $m=8,0$ г талқан; жүк салмағы 1800г.

$h_1=29$ мм,

$h_2=12,5$ мм

$\Delta h=29$ мм- $12,5$ мм= $16,5$ мм

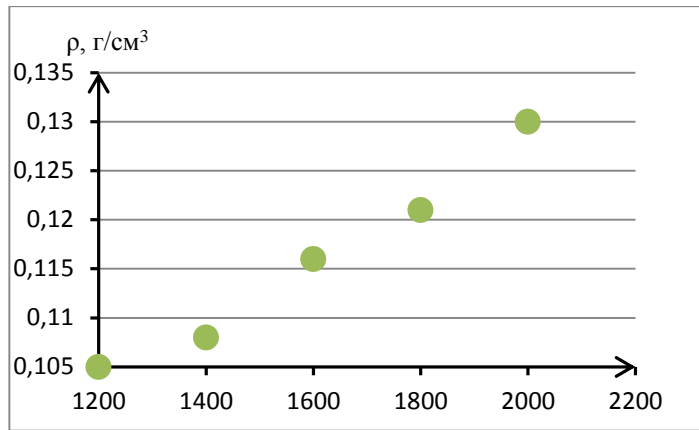
$\varepsilon = 16,5$ мм/ 29 мм= $0,56 \cdot 100\% = 56\%$.

$$\rho = \frac{m}{V_1}; \quad V_1 = h_2 \frac{\pi d^2}{4}; \quad \rho = \frac{8}{61,3} = 0,130 \text{ г/см}^3$$

Кесте 3

Бидай талқынының түсірілген күшке байланысты тығыздығының өзгеруі

Бидай талқынының тығыздығы	
F, г	ρ , г/см ³
1200	0,105
1400	0,108
1600	0,116
1800	0,121
2000	0,13

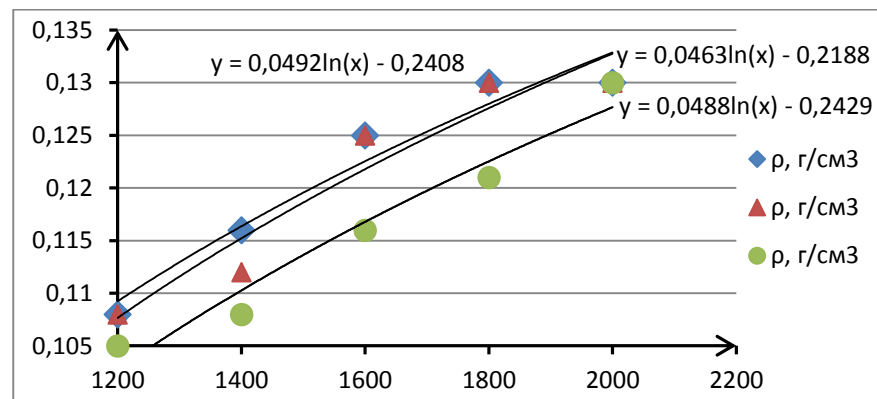


Сурет 4. Бидай талқынының түсірілген күшке байланысты тығыздығының өзгеруінің динамикасы

Кесте 4

Тары, жүгері және бидай талқынының түсірілген күшке байланысты тығыздығының өзгеруінің салыстырмалы мәндері

Күш	Тары	Жүгері	Бидай
F, г	ρ , г/см ³	ρ , г/см ³	ρ , г/см ³
1200	0,108	0,108	0,105
1400	0,116	0,112	0,108
1600	0,125	0,125	0,116
1800	0,13	0,13	0,121
2000	0,13	0,13	0,13



Сурет 5. Тары, жүгері және бидай талқынының түсірілген күшке байланысты тығыздығының өзгеруі

Қорытынды. Престеу қысымына байланысты бір осьті тұйық көлемде талқанның тығыздығының өзгеруі зерделеніп, математикалық-статистикалық өңдеу арқылы осы тәуелділікті жоғары дәлдікпен сипаттайтын теңдеу алынды.

Әдебиеттер тізімі

1. Спандияров, Е. Структурная схема производства талкана из сорго [Текст] / Е. Спандияров, М. Немеребаев, К.Ж. Сейтбаев, Т. Аязбаев // Материалы за XI международна научна практична конференция, «Настоящи изследвания и развитие - 2015», Том.14. – г. София «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2015. – С. 69-71.
2. Двилис Э.С. Закономерности процессов консолидации порошковых систем при изменении условий деформации и физических воздействий [Текст]: дисс. – Томск, 2014.

Материал редакцияға 06.02.23 түсті.

Е. Спандияров¹, П.М. Маликтаева², Ш.Д. Умирбаева¹

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

²Международный Таразский инновационный институт имени Шерхана Муртазы,
Тараз, Казахстан

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ СЫРЬЯ ПРОДУКЦИИ «ТАЛКАН» В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЛОЖЕННОЙ СИЛЫ

Аннотация. В работе рассмотрено изменение плотности за счет воздействия на сырье продукции «Талкан»: пшено, кукурузу, пшеничную крупу 1200 г, 1400 г, 1600 г, 1800 г. Также была проведена экспертиза таких свойств указанного сырья, как упругие, пластичные тела и настоящая вязкая жидкость, в зависимости от видов деформаций.

Ключевые слова: крупа, сила, толчок, плотность, давление.

E. Spandiyarov¹, P.M. Maliktaeva², S.D. Umirbaeva¹

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

²International Taraz Innovation Institute named after Sherkhan Murtaza,
Taraz, Kazakhstan

CHANGE IN THE DENSITY OF RAW MATERIALS OF «TALKAN» PRODUCTS DEPENDING ON THE APPLIED FORCE

Abstract. The paper considers the change in density due to the impact on the raw materials of Talkan products: millet, corn, wheat groats 1200 g, 1400 g, 1600 g, 1800 g. There was also an examination of such properties of the specified raw materials as elastic, plastic bodies and a real viscous liquid, depending on the types of deformations.

Keywords: croup, force, thrust, density, pressure.

References

1. Spandiyarov, E., Nemerebaev, M., Seitbayev, K.Zh., Ayazbayev, T. Strukturnaya skhema proizvodstva talkana iz sorgo [Structural scheme of production of talkan from sorghum] / Materiali za XI mezhduнародna nauchna praktichna konferentsiya, «Nastoyashchi izsledvaniya i razvitiye - 2015 [Material for the XI International Scientific Practical Conference, "Real Research and Development – 2015"]. Vol.14. – Sofia "Byal GRAD-BG" OOD, 2015. 69-71 p. [in Russian]
2. Dvilis, E.S. Zakonomernosti protsessov konsolidatsii poroshkovykh sistem izmenenii usloviy deformatsii i fizicheskikh vozdeystviy [Regularities of the process of consolidation of powder systems under changing deformation conditions and physical influences] diss., Tomsk 2014 [in Russian]

МРНТИ 65.33.29

Т. Самуilenко | ©



Канд. техн. наук, доцент

ORCID

<https://orcid.org/0000-0002-9649-9816>



Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,



г. Могилев, Республика Беларусь



TataSam@tut.by

<https://doi.org/10.55956/YNED8058>

ФИТОСЫРЬЕ КАК НЕТРАДИЦИОННЫЙ СЫРЬЕВОЙ КОМПОНЕНТ В ПОЛУФАБРИКАТАХ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. Рассмотрены новые виды фитосырья для применения в составе полуфабрикатов хлебопекарного производства. Установлено влияние порошков коры дуба, травы эхинацеи пурпурной, листа шалфея и травы полыни горькой на показатели качества и хлебопекарных свойства мучных питательных субстратов с их внесением как основы для полуфабрикатов хлебопекарного производства, в том числе и при хранении. Выявлено, что использование порошков фитосырья не влияет на органолептические показатели качества мучных питательных субстратов, способствуют увеличению их антиоксидантной активности, снижают автолитическую активность. Сухие мучные питательные субстраты с внесением порошков фитосырья безопасны. Процесс хранения сухих мучных питательных субстратов не изменяет существенно их свойства. В то же время отмечен менее интенсивный прирост кислотного числа жира и количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, отсутствие вредителей хлебных запасов в образцах с внесением порошков фитосырья. Предложенные порошки фитосырья обеспечивают стойкость при хранении сухих мучных питательных субстратов. Разработана технологическая документация на модифицированные составы сухих мучных питательных субстратов для последующего их использования при приготовлении полуфабрикатов хлебопекарного производства.

Ключевые слова: полуфабрикаты хлебопекарного производства, мучные питательные субстраты, фитосырье, показатели качества, хлебопекарные свойства.



Самуilenко, Т. Фитосырье как нетрадиционный сырьевой компонент в полуфабрикатах хлебопекарного производства [Текст] / Т. Самуilenко // Механика и технологии / Научный журнал. – 2023. – №2(80). – С.38-54. <https://doi.org/10.55956/YNED8058>

Введение. Не первый год учеными в области хлебопекарной промышленности предлагается использование фитосырья в качестве источника биологически активных веществ, обладающих антимикробными и фунгицидными свойствами относительно контаминантных микроорганизмов, антиоксидантной активностью, способствующих продлению сроков хранения готовой продукции, предотвращающих протекание окислительных процессов

и являющихся регуляторами жизнедеятельности культивируемых микроорганизмов различных полуфабрикатов [1-6].

В качестве растительного сырья, обладающего названными свойствами, в технологии хлебопекарного производства предлагается использовать хмелепродукты. Этот сырьевой компонент оказывает стимулирующие действие на дрожжевые клетки и молочнокислые бактерии, культивируемые в полуфабрикатах. Кроме того, хмелепродукты оказывают сильное ингибирующее действие на контаминентные микроорганизмы муки. Еще одним преимуществом хмелепродуктов является интенсификация процесса кислотонакопления и газообразования, увеличение количества ароматобразующих веществ, обуславливающих потребительские свойства хлеба [7-10].

Широкое применение при производстве хлеба нашли и экстракты зеленого чая. Его внесение положительно сказывается на ферментативной активности клеток культивируемых микроорганизмов в полуфабрикатах хлебопекарного производства. Это позволяет значительно повысить газообразующую и газодерживающую способность полуфабрикатов, улучшить реологических свойства мякиша и увеличить объем хлеба [11-12].

Для хлебопекарных предприятий южных регионов предложено использование в составе полуфабрикатов хлебопекарного производства экстракта корня солодки. Это позволяет не только улучшить условия жизнедеятельности культивируемых микроорганизмов, но и повысить антиаллергенные, противовоспалительные и бактерицидные свойства получаемых полуфабрикатов и соответственно хлеба за счет сложного сочетания биологически активных веществ, интенсифицировать процесс тестоприготовления [13].

Для повышения бродильной активности микроорганизмов предлагается использование в составе полуфабрикатов порошка из корня женьшеня. Нетрадиционное сырье целесообразно вносить на стадии заваривания муки, что обеспечивает максимальную экстракцию биологически активных веществ. Использование полуфабрикатов с корнем женьшеня позволяет повысить газообразование в тесте и улучшить структуру пористости хлеба [14].

Существуют положительные разработки использования в составе полуфабрикатов одуванчика, крапивы, рукколы, кресс-салата, лепестков василька, базилика, гибискуса розы синенсис, порошка из выжимок граната, расторопши пятнистой, водные экстракты алоэ, душицы обыкновенной, элеутерококка, мальвы, подорожника, ройбуша, каштана конского, аира, малины обыкновенной, виноградной косточки и омелы обыкновенной [15-17].

К нетрадиционному сырью этого направления можно отнести и бетулинсодержащий экстракт бересты. Этот сырьевой компонент предложено рассматривать как мощный антиоксидант, иммуномодулятор, консервант пищевых продуктов, в том числе и хлеба. Кроме того, применение бетулинсодержащего экстракта бересты при производстве хлеба позволяет не вносить дополнительные корректирующие мероприятия в технологический процесс и получить готовую продукцию с увеличенным объемным выходом и пористостью [18].

Анализируя представленные разработки можно отметить, что они имеют некоторые недостатки, не позволяющие их оптимально использовать в условиях хлебопекарных предприятий Республики Беларусь. Основными из недостатков являются дополнительная подготовка фитосырья (экстрактирование, предварительное смешивание с другими компонентами и

др.), точное соблюдение технологии приготовления полуфабрикатов в производственном цикле. Кроме того, некоторые виды нетрадиционного растительного сырья не произрастают на территории Республики Беларусь и требуют дополнительных валютных вложений от хлебопекарных предприятий.

Оперируя этими фактами, сотрудниками Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий проведена работа по поиску и обоснования импортозамещающих видов фитосырья для использования в составе полуфабрикатов хлебопекарного производства. Работа была проведена в рамках проекта «Моделирование жизненного цикла дрожжей и молочнокислых бактерий в биотехнологических процессах хлебопекарного производства», финансируемого Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований (номер государственной регистрации 20163247). Исследования импортозамещающих источников фитосырья позволяют акцентироваться на коре дуба, траве эхинацеи пурпурной, листе шалфея и траве полыни горькой [19-35].

Целью настоящего исследования является изучение влияние представленного фитосырья в порошкообразном состоянии на органолептические, физико-химические и технологические свойства мучных питательных субстратов как основы для приготовления полуфабрикатов хлебопекарного производства.

Условия и методы исследования. В проводимых исследованиях в качестве объекта выступают мучные питательные субстраты с внесением и без внесения порошков фитосырья. Предметом исследований являются показатели качества и технологические свойства мучных питательных субстратов. Исследования проведены в лабораториях кафедры технологии хлебопродуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий, лабораториях РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Использованы следующие методы исследований. Цвет, запах, вкус и хруст сухих мучных питательных субстратов определены визуально и органолептически. Влажность сухих мучных питательных субстратов определена ускоренным методом высушивания с использованием сушильного шкафа СЭШ-3М. Аволитическая активность определена рефрактометрическим методом, с использованием прибора Хагберга-Петрена для определения «числа падения» и экспрессным методом. Кислотность сухих мучных питательных субстратов определена методом титрования 0,1 Н раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина всех кислотореагирующих веществ приготовленной мучной болтушки. Активная кислотность сухих мучных питательных субстратов определена с использованием потенциометра (рН-метра). Содержание дубильных веществ в сухих мучных питательных субстратах определено общепринятым методом, используемым при анализе лекарственного растительного сырья. Антиоксидантная активность установлена с использованием перманганатного метода. Кислотное число жира сухих мучных питательных субстратов определена стандартным методом титрования. Микробиологические показатели (КМАФАнМ) определены путем посева на питательную среду.

Результаты исследований. Получены образцы сухих мучных питательных субстратов из муки ржаной сеяной, солода ржаного неферментированного с внесением различных концентраций порошков фитосырья, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Диапазоны концентраций порошков фитосырья
в составе мучных питательных субстратов

Вид порошка фитосырья	Максимальная концентрация, % от массы мучного питательного субстрата	Интервал, % от массы мучного питательного субстрата
порошок коры дуба	0,82	0,1370
порошок травы эхинацеи пурпурной	0,23	0,0380
порошок листа шалфея	0,63	0,1050
порошок травы полыни горькой	0,07	0,0117

Образцы сухих мучных питательных субстратов с внесением порошков фитосырья по органолептическим показателям не отличались от контрольного образца без внесения порошков фитосырья. Внешний вид сухих мучных питательных субстратов представляет собой порошкообразную сыпучую мучную смесь без грубых включений и непросева. Цвет и запах был свойственный для смеси компонентов, входящих в состав сухих мучных питательных субстратов без посторонних оттенков и запахов. При внесении максимальных концентраций порошков фитосырья в состав сухих мучных питательных субстратов, указанных в таблице 1, начинает ощущаться едва ощутимый специфический привкус, который был обусловлен субъективными особенностями дегустаторов. Хруст отсутствует.

Массовая доля влаги всех образцов сухих мучных питательных субстратов, в том числе и с внесением фитосырья, составляет $(11,4 \pm 0,2)$ %. Кислотность контрольного образца составляет $(4,4 \pm 0,2)$ град., а кислотность образцов сухих мучных питательных субстратов с внесением порошков фитосырья варьируется в диапазоне $(4,8 \pm 0,2)$ град. Активная кислотность (рН) контрольного образца составляет 6,67. В образцах мучных питательных субстратов с внесением порошков фитосырья активная кислотность колеблется от 6,51 до 6,80. Варьирование этого показателя находится в допустимых пределах и связано с изменением активной кислотности самого фитосырья. Насыпная масса для всех образцов сухих мучных питательных субстратов составляет (580 ± 20) кг/м³.

Образцы исследовали на содержание дубильных веществ, которые в некоторой степени обуславливают уровень антиоксидантной активности, антимикробные и фунгицидные свойства к контаминантным микроорганизмам, антимуtagenные свойства. Результаты исследования наличия дубильных веществ в сухих мучных питательных субстратах представлены в таблице 2.

Анализируя полученные данные можно заключить, что увеличение концентрации порошков фитосырья в составе сухих мучных питательных субстратов приводит к закономерному увеличению количества дубильных веществ в них.

Таблица 2

Результаты исследований массовой доли дубильных веществ
в образцах сухих мучных питательных субстратах

Концентрация порошков фитосырья, % от массы мучных питательных субстратов	Массовая доля дубильных веществ, в пересчете на танин, % в пересчете на сухие вещества
Контрольный образец (без внесения порошков фитосырья)	0,04
с внесением порошка коры дуба	
0,1370 %	0,08
0,2740 %	0,13
0,4110 %	0,19
0,5480 %	0,23
0,6850 %	0,27
0,8220 %	0,32
с внесением порошка травы эхинацеи пурпурной	
0,0380 %	0,05
0,0760 %	0,08
0,1140 %	0,12
0,1520 %	0,15
0,1900 %	0,18
0,2280 %	0,21
с внесением порошка листа шалфея	
0,1050 %	0,04
0,2100 %	0,05
0,3150 %	0,08
0,4200 %	0,10
0,5250 %	0,13
0,6300 %	0,15
С внесением порошка травы полыни горькой	
0,0117 %	0,04
0,0234 %	0,05
0,0351 %	0,07
0,0468 %	0,10
0,0585 %	0,12
0,0702 %	0,13

Кроме того, на количество дубильных веществ в составе сухих мучных питательных субстратов влияет и вид используемого порошка фитосырья. Наибольшее количество дубильных веществ установлено в образце сухого мучного питательного субстрата с внесением порошка коры дуба, в частности, в концентрации 0,8220 %.

Оценивали влияние компонентов образцов сухих мучных питательных субстратов на их антиоксидантную активность. Динамика антиоксидантной активности на примере образцов сухих мучных питательных субстратов с внесением порошка коры дуба в зависимости от его концентрации представлена на рисунке 1.

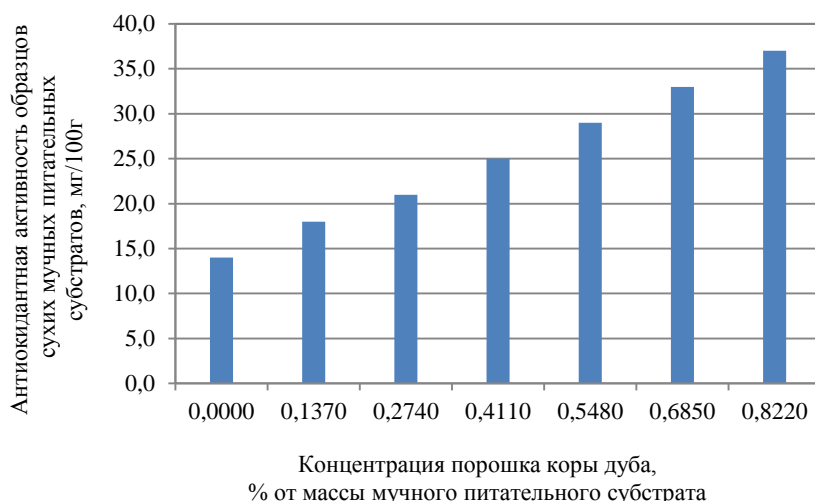


Рис. 1. Динамика антиоксидантной активности образцов сухих мучных питательных субстратов с внесением порошка коры дуба

Результаты исследований позволяют установить, что увеличение концентрации всех рассматриваемых порошков фитосырья способствует увеличению антиоксидантной активности сухих мучных питательных субстратов с их внесением. Наибольшей антиоксидантной активностью обладают образцы сухих мучных питательных субстратов с внесением порошка коры дуба. Менее выражена такая динамика в образцах мучных питательных субстратов с внесением порошка травы полыни горькой. В то же время следует учитывать, что в рассматриваемых образцах порошки фитосырья вносятся в различных диапазонах концентраций, но в то же время отвечающих адекватному суточному потреблению биологически активных веществ, которые в них содержатся.

Проведены исследования динамики показателя кислотного числа жира сухих мучных питательных субстратов без внесения и с внесением порошков фитосырья. Этот показатель существенно характеризует качественные и количественные характеристики, отражающие состояние свежести продуктов переработки зерна, в том числе и мучных питательных субстратов. Исследованиями установлено, что кислотное число жира сухого мучного питательного субстрата без внесения порошков фитосырья (контрольный образец) составляет 35 мг NaOH. Кислотное число жира сухих мучных питательных субстратов с внесением порошков фитосырья варьируется в следующих диапазонах: 1) при внесении порошка коры дуба от 35 мг до 39 мг NaOH; 2) при внесении порошка травы эхинацеи пурпурной от 37 мг до 44 мг NaOH; 3) при внесении в указанных ранее концентрациях порошка листа шалфея от 43 мг до 55 мг NaOH; 4) при внесении порошка травы полыни горькой от 35 мг до 39 мг NaOH. Более высокие значения исследуемого показателя в образцах сухих мучных питательных субстратов с внесением порошков фитосырья объясняются тем, что большинство из рассматриваемых видов фитосырья являются источниками растительных масел (трава эхинацеи пурпурной, лист шалфея, трава полыни горькой), а увеличение концентрации этих компонентов в сухих мучных питательных субстратах влечет за собой закономерное увеличение кислотного числа жира. Несмотря на это

установленный показатель кислотного числа жира остается в диапазонах, свойственных для продуктов переработки зерна.

Автолитическую активность образцов сухих мучных питательных субстратов оценивали стандартным методом с использованием рефрактометра, экспрессным методом без использования рефрактометра (по расплываемости водно-мучной суспензии) и по числу падения. Исследования хлебопекарных свойств образцов сухих мучных питательных субстратов стандартным и экспрессным методами показали, что внесение порошков фитосырья способствует некоторому снижению (на 0,3-2,2%) их автолитической активности при увеличении рассматриваемых концентраций в составе мучных питательных субстратов вне зависимости от вида фитосырья. Тенденцию подтверждает увеличение показателя «числа падения» как обратной величины автолитической активности (на 2-4 с). Такая закономерность, вероятно, связана со снижением активности амилолитических ферментов за счет воздействия на них компонентов порошков фитосырья (дубильных веществ, оксикоричных кислот, различного вида горечей и др.). Это можно рассматривать как положительный фактор при переработке дефектной по этому показателю муки, что часто характерно для муки, полученной из зерна ржи, произрастающей на территории Республики Беларусь.

Образцы сухих мучных питательных субстратов с внесением фитосырья были исследованы по показателям безопасности в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». Результаты испытаний в сертифицированной лаборатории, показали, что все образцы соответствуют существующим требованиям.

Кроме того, образцы сухих мучных питательных субстратов подвергнуты хранению в течение 12 месяцев. В процессе хранения каждые 3 месяца оценивались органолептические показатели, физико-химические показатели (массовая доля влаги, титруемая и активная кислотность, дубильные вещества, антиоксидантная активность, кислотное число жира), хлебопекарные свойства (автолитическая активность), микробиологические показатели (количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов).

Результаты исследований показали, что образцы сухих мучных питательных субстратов с внесением порошков фитосырья по органолептическим показателям в течение всего исследуемого периода хранения не ухудшаются и характерны образцам до процесса хранения.

Массовая доля влаги всех образцов сухих мучных питательных субстратов, в том числе и с внесением порошков фитосырья, при хранении не изменяется и составляет $(11,4 \pm 0,2)$ %. Кислотность образца сухого мучного питательного субстрата без внесения фитосырья в процессе хранения практически не изменяется и спустя 12 месяцев составляет 5,0 град., что несколько выше по сравнению с образцом без хранения. Такой результат может быть связан с гидролитическими процессами, протекающими в сухом мучном питательном субстрате, в то же время сам показатель соответствует существующим рекомендациям. Активная кислотность (рН) после 12 месяцев хранения образца сухого мучного питательного субстрата без внесения фитосырья составляет 6,48, что несколько ниже этого показателя перед процессом хранения. В образцах мучных питательных субстратов с внесением порошков фитосырья титруемая кислотность в процессе хранения не изменяется по сравнению с этим показателем до хранения и находится в

диапазоне ($4,8 \pm 0,2$) град. Стабильность показателя можно объяснить ингибированием гидролитических процессов в образцах сухих мучных питательных субстратов компонентами фитосырья. Это предположение подтверждается стабильностью показателя активной кислотности, который после 12 месяцев хранения сухих мучных питательных субстратов с внесением порошков фитосырья составляет от 6,49 до 6,81.

Содержание дубильных веществ в образцах сухих мучных питательных субстратов без внесения и с внесением фитосырья снижается на 10,0-20,0 % после 12 месяцев хранения. Вероятно, это обусловлено их гидролитическим распадом, что косвенно повлияет и на показатель антиоксидантной активности. В процессе хранения произошло ее снижение. По истечении 12 месяцев для образца сухого мучного питательного субстрата без внесения порошков фитосырья этот показатель снижается на 42,9 % и составляет 8,0 мг/100 г. Для образцов сухих мучных питательных субстратов с внесением различного количества порошка коры дуба антиоксидантная активность снижается в среднем на 8,5 % – 12,6 % по сравнению с этим показателем до хранения. Для образцов сухих мучных питательных субстратов с внесением различного количества порошка травы эхинацеи пурпурной антиоксидантная активность снижается в среднем на 10,0 % – 13,4 % по сравнению с этим показателем до хранения. Для образцов сухих мучных питательных субстратов с внесением различного количества порошка листа шалфея антиоксидантная активность снижается в среднем на 12,8 % – 18,4 % по сравнению с этим показателем до хранения. Для образцов сухих мучных питательных субстратов с внесением различного количества порошка травы полыни горькой антиоксидантная активность снижается в среднем на 12,5 % – 15,6 % по сравнению с этим показателем до хранения. При этом стоит отметить, что за счет использования порошков фитосырья в составе сухих мучных питательных субстратов:

- динамика снижения антиоксидантной активности во всех образцах с внесением порошков фитосырья менее выражена, чем для образца без внесения порошков фитосырья;

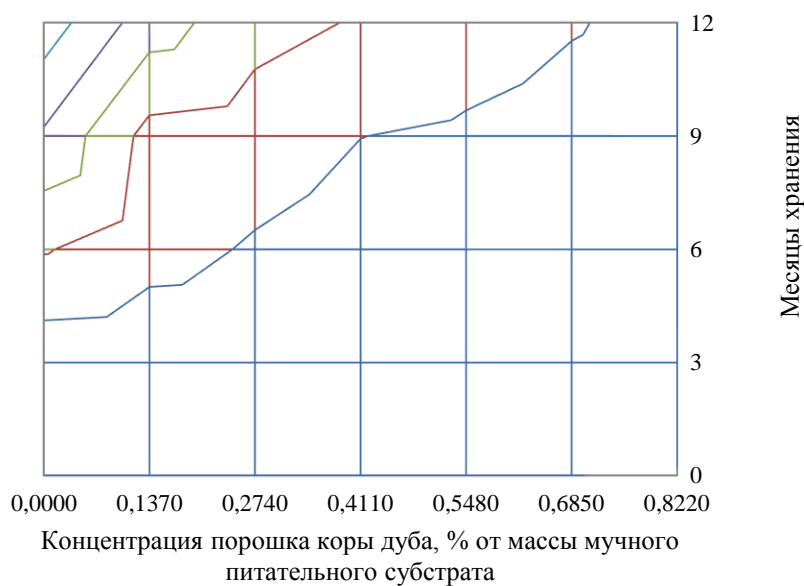
- антиоксидантная активность во всех образцах с внесением порошков фитосырья в среднем 1,5-2 раза выше, чем в образце без внесения порошков фитосырья после 12 месяцев хранения.

Изменения претерпевал показатель кислотного числа жира сухих мучных питательных субстратов. После 12 месяцев хранения кислотное число жира контрольного образца (без внесения порошков фитосырья) увеличивается на 42,8 % и составляет 50 мг NaOH. Динамика этого показателя в образцах с внесением порошков фитосырья следующая: 1) при внесении порошка коры дуба кислотное число жира увеличивается в среднем на 10,8 % для всех образцов и составляет после 12 месяцев хранения от 39 мг до 43 мг NaOH; 2) при внесении порошка травы эхинацеи пурпурной кислотное число жира увеличивается в среднем на 12,4 % для всех образцов и составляет после 12 месяцев хранения от 42 мг до 50 мг NaOH; 3) при внесении порошка листа шалфея кислотное число жира увеличивается в среднем на 21,1 % для всех образцов и составляет после 12 месяцев хранения от 52 мг до 67 мг NaOH; 4) при внесении порошка травы полыни горькой кислотное число жира увеличивается в среднем на 8,7 % для всех образцов и составляет после 12 месяцев хранения от 38 мг до 42 мг NaOH. Таким образом, при хранении показатель кислотного числа жира всегда увеличивается за счет протекающего гидролитического распада жиров. Однако, в сухих мучных питательных субстратах с внесением порошков фитосырья распад жира протекает менее

активно. Это объясняется тем, что компоненты фитосырья (дубильные вещества, горечи, каротиноиды и другие биологически активные соединения) являются ингибиторами гидролиза жира. Полученные результаты можно характеризовать как положительные и отнести к существенным преимуществам для новых образцов сухих мучных питательных субстратов с внесением порошков фитосырья. Кроме того, эти данные подтверждают результаты, полученные при определении титруемой и активной кислотности сухих мучных питательных субстратов.

Отмечено снижение и автолитической активности сухих мучных питательных субстратов как без внесения порошков фитосырья, так и с их внесением, что обусловлено, в первую очередь, снижением активности ферментов в процессе хранения.

Проведены исследования изменения количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ $\times 10^3$, КОЕ/г) в образцах сухих мучных питательных субстратов без внесения и с внесением порошков разных видов фитосырья в представленных ранее концентрациях при хранении в течение 12 месяцев с шагом 3 месяца. Результаты исследований на примере мучных питательных субстратов с внесением порошка коры дуба представлены на рисунке 2.



□ 0,0-200,0 □ 200,0-400,0 □ 400,0-600,0 □ 600,0-800,0 □ 800,0-1000,0 □ 1000,0-1200,0

Рис. 2. КМАФАнМ $\times 10^3$ в процессе хранения образцов сухих мучных питательных субстратов с внесением порошка коры дуба, КОЕ/г

Обсуждение научных результатов. Результаты проведенных исследований, представленные на рисунке 2, показали, что увеличение концентрации порошка коры дуба приводит к уменьшению динамики накопления КМАФАнМ в сухих мучных питательных субстратах по сравнению с контрольным образцом. Такая тенденция наблюдается для всех мучных питательных субстратов с внесением различных видов порошков фитосырья. В процессе хранения сухих мучных питательных субстратов

прирост КМАФАНМ происходит менее интенсивно с внесением порошков фитосырья в больших концентрациях. Особенно это наблюдается при внесении в сухие мучные питательные субстраты порошка коры дуба и травы полыни горькой, что подтверждает сведения о более выраженных антимикробных и фунгицидных свойствах этого фитосырья. Менее выражены эти свойства у листа шалфея и травы эхинацеи пурпурной, что и сказывается на более интенсивной динамике накопления КМАФАНМ в сухих мучных питательных субстратах с внесением порошков этого фитосырья по сравнению с образцами сухих мучных питательных субстратов с внесением порошков коры дуба и травы эхинацеи пурпурной.

Изучено влияние наличие порошков фитосырья в составе мучных питательных субстратов на развитие вредителей хлебных запасов в их составе в процессе хранения. В контрольном образце отмечается наличие мучной огневки уже через 6 месяцев хранения, в то время как в мучных питательных субстратах с внесением порошков фитосырья наличие данного вредителя не отмечается и через 12 месяцев.

Полученные результаты исследований позволяют заключить, что предложенные порошки фитосырья будут обеспечивать стойкость в хранении рассматриваемых сухих мучных питательных субстратов и предотвращать развитие в них контаминантных микроорганизмов.

Заключение. Проведенные исследования показывают, что в пищевой промышленности, в том числе и при производстве хлеба, используются различные виды фитосырья. Однако ряд недостатков не позволяет их применять в полуфабрикатах, используемых для приготовления хлеба на предприятиях отрасли в Республики Беларусь. Рассмотрены новые виды фитосырья для применения в хлебопекарной промышленности в виде порошков коры дуба, травы эхинацеи пурпурной, листа шалфея и травы полыни горькой. Установлено влияние названных порошков фитосырья на показатели качества и хлебопекарных свойства мучных питательных субстратов с их внесением как основы при приготовлении полуфабрикатов хлебопекарного производства. Выявлено, что внесение порошков фитосырья в сухие мучные питательные субстраты в предложенных концентрациях не влияют на органолептические показатели качества мучных питательных субстратов, но способствуют некоторому увеличению антиоксидантной активности рассматриваемых образцов, снижают их автолитическую активность. В процессе хранения образцы сухих мучных питательных субстратов не изменяют свои свойства, отмечен менее интенсивный прирост кислотного числа жира и КМАФАНМ, отсутствие развития вредителей хлебных запасов в образцах с внесением порошков фитосырья, что можно рассматривать как положительный фактор при хранении. На основании проведенных исследований разработана технологическая документация на модифицированные составы сухих мучных питательных субстратов для последующего их использования при приготовлении полуфабрикатов хлебопекарного производства.

Список литературы

1. Касьянов, Г.И. Применение пряно-ароматических и лекарственных растений в пищевой промышленности [Текст] / Г.И. Касьянов, И.Е. Кизим, М.А. Холодцов // Пищевая промышленность. – 2000. – №5. – С. 33-35.

2. Касьянов, Г.И. Применение пряно-ароматических и лекарственных растений в пищевой промышленности (продолжение) [Текст] / Г.И. Касьянов, И.Е. Кизим, М.А. Холодцов // Пищевая промышленность. – 2000. – №6. – С. 18-20.
3. Сергеев, В.Н. Биологически активное растительное сырье в пищевой промышленности [Текст] / В.Н. Сергеев, Ю.И. Кокаев // Пищевая промышленность. – 2001. – №6. – С. 28-30.
4. Почицкая, И.М. Содержание природных антиоксидантов в растительном сырье [Текст] / И.М. Почицкая, В.Л. Рослик, И.М. Минчук // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2009. – №3. – С. 93-97.
5. Масанский, С.Л. Оценка влияния порошков из лекарственного растительного сырья на сохраняемость пищевых продуктов [Текст] / С.Л. Масанский [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2010. – №4. – С. 36-39.
6. Егорова, Е.Ю. Дикорастущее сырье для БАД к пище [Текст] / Е.Ю. Егорова, М.Н. Школьникова // Пищевая промышленность. – 2008. – №4. – С. 50-52.
7. Дерканосова, Н.М. Изучения влияния хмелевого экстракта на микробиологические и биохимические показатели жидкой ржаной закваски [Текст] / Н.М. Дерканосова [и др.] // Хлебопек. – 2007. – №3. – С. 22-25.
8. Дерканосова, Н.М. Влияние хмелевых продуктов на жидкую ржаную закваску [Текст] / Н.М. Дерканосова, Е.В. Белокурова, Т.Н. Малютина // Хлебопродукты. – 2007. – №4. – С. 40-41.
9. Хмелевская, А.В. Влияние биологически активных веществ дикорастущего хмеля на жизнедеятельность хлебопекарных дрожжей [Текст] / А.В. Хмелевская, Д.В. Швец // Известия вузов. Пищевая технология. – 2013. – №1. – С. 33-34.
10. Залысин, А.С. Способ производства хлеба и хлебобулочных изделий [Текст] / А.С. Залысин, О.С. Залысина, Д.В. Гудков, П.Д. Гудков // Патент РФ №2434428. 2011. Бюл. №33.
11. Пучкова, Л.И. Экстракт зеленого чая – источник биофлавоноидов в хлебобулочных изделиях функционального назначения [Текст] / Л.И. Пучкова, И.Г. Белявская, Ж.М. Жамукова // Хлебопечение России. – 2004. – №2. – С. 26.
12. Богатырева, Т.Г. Влияние флавоноидов экстракта зеленого чая на качество теста [Текст] / Т.Г. Богатырева, Л.И. Пучкова, Ж.М. Жамукова // Пищевая промышленность. – 2006. – №1. – С. 80-81.
13. Кириева, Т.В. Применение молочнокислой закваски, культивируемой на экстракте из корня солодки, в производстве хлеба [Текст] / Т.В. Кириева, Н.Н. Гатько // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – №2-3. – С. 45-47.
14. Поландова, Р.Д. Приготовление жидких дрожжей на мучной осажаренной заварке [Текст] / Р.Д. Поландова [и др.] // Хлебопечение России. – 2001. – №6. – С. 26-27.
15. Косован, А.П. Пищевые ингредиенты в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий [Текст]: монография. / А.П. Косован и др. – М.: ДеЛи плюс, 2013. – 526 с.
16. Георгиева, А.В. Исследование физико-химических показателей пшеничной муки и теста, обогащенных гибискусом розы синенсис [Текст] / А.В. Георгиева // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2014. – №4. – С. 77-81.
17. Цыганова, Т.Б. Влияние продуктов переработки расторопши пятнистой на микрофлору полуфабрикатов и микробиологическую чистоту хлеба [Текст] / Т.Б. Цыганова, Н.Г. Семенкина, Т. В. Быковченко // Хлебопечение России. – 2013. – №6. – С. 27-29.
18. Костюченко, М.Н. Влияние бетулинсодержащего экстракта бересты на хлебопекарные свойства пшеничной муки [Текст] / М.Н. Костюченко, Г.Ф. Дремучева, А.Ю. Веселова // Хлебопечение России. – 2014. – №1. – С. 22-23.
19. Качмазов, Г.С. Использование растительных компонентов для усиления бродильной активности хлебопекарных дрожжей [Текст] / Г.С. Качмазов, У.В. Багаева, В.А. Кочиева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – №7. – С. 16-20.

20. Miller D.P. The content of phenolic acid and aldehyde flavor components of white oak as affected by site and species // *Am. J. Enol. Vitic*, 1992. Vol. 43, P. 333-338.
21. Гуринова, Т.А. Исследование химического состава коры дуба как нетрадиционного сырья в технологии приготовления жидких заквасок [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко // *Инновационные технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности: Сборник материалов I Международной научно-практической конференции*: – г. Краснодар: Изд-во КубГТУ, 2012. – С. 231-234.
22. Масанский, С.Л. Антиокислительная активность спиртовых экстрактов коры и листьев деревьев и кустарников [Текст] / С.Л. Масанский, А.М. Смагин // *Известия вузов. Пищевая технология*. – 2005. – №1. – С. 55-56.
23. Толкунова, Н.Н. Влияние экстрактов лекарственных растений на развитие микроорганизмов [Текст] / Н.Н. Толкунова, Е.Н. Чуева, А.Я. Бидюк // *Пищевая промышленность*. – 2002. – №8. – С. 70-71.
24. Гуринова, Т.А. Исследование возможности использования нетрадиционного растительного сырья в технологии жидких заквасок [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко // *Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века: Материалы III Международной научно-практической конференции*: – г.Краснодар: Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2013. – С. 138-141.
25. Самуйленко, Т.Д. Использование коры дуба в технологии жидких заквасок [Текст] / Т.Д. Самуйленко, Т.А. Гуринова // *Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов IX Международной научной конференции студентов и аспирантов*: –г. Могилев: Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», 2014. – С. 117.
26. Самуйленко, Т.Д. Разработка биологически активных жидких заквасок [Текст] / Т.Д. Самуйленко, А.В. Шаплова // *Проблеми формування здорового способу життя у молоді: збірник матеріалів VII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів з міжнародною участю*: – г. Одеса: 2014. – С. 111-112.
27. Гуринова, Т.А. Исследване на ефекта на нов вид кислотообразующего полуфабриката на процесс на ферментация на тестото и потребителските свойства на хляб [Текст] / Т. Гуринова, Т. Самуйленко // «Хранителна наука, техника и технологии 2015»: научни трудове научна конференция с международно участие: Том LXII – г. Пловдив (Болгария): Университет по Хранителни Технологии, 2015. – С. 68-73.
28. Гуринова, Т.А. Способ приготовления жидкой закваски с завариванием части муки и способ приготовления хлеба из ржаной муки и/или смеси ржаной и пшеничной муки с использованием жидкой закваски [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко // *Патент Респ. Беларусь №19954*. 2016. Бюл. №2
29. Брыкалов, А.В. Интродукция эхинацеи пурпурной в Ставропольском крае и ее использование в пищевой и фармацевтической промышленности [Текст] / А.В. Брыкалов, Е.М. Головкина, В.В. Чумакова // *Субтропическое и декоративное садоводство*. – 2009. – №1.(42). – С. 227-232.
30. Древин, В.Е. Технология хлебобулочных изделий на основе пшеничной муки с добавлением эхинацеи [Текст] / В.Е. Древин [и др.] // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2013. – №12. – С. 41-42.
31. Гуринова, Т.А. Нетрадиционное биологически ценное сырье в технологии мучных полуфабрикатов [Текст] / Т.А. Гуринова, Т.Д. Самуйленко // *Химия, био- и нанотехнологии, экология и экономика в пищевой и косметической промышленности: Сборник материалов 1-ой Международной научно-практической конференции*: – г. Харьков: Изд-во НТУ «ХПИ», 2013. – С. 238.
32. Самуйленко, Т.Д. Фитосырье в технологии жидких кислотообразующих полуфабрикатов [Текст] / Т.Д. Самуйленко // *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 82 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів*: – г. К.: НУХТ, 2016. – С. 131.

33. Полстянов, А.Е. Вкусоароматическая добавка к пищевым продуктам [Текст] / А.Е. Полстянов, Т.И. Скоблик, Т.И. Юдина, Т.И. Павлова, А.Н. Зайцев // Патент Российская Федерация №2078520. 1997.
34. Абрамов, А.Ф. Пищевая добавка из листьев полыни обыкновенной (чернобыльника) [Текст] / А.Ф. Абрамов, В.Т. Васильева, В.Г. Андреева // Патент РФ №2353106 2009.
35. Васильева, В.Т. Экология, биохимический состав и пищевая ценность полыни обыкновенной и сусака зонтичного в Центральной Якутии [Текст]: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / В.Т. Васильева. – Якутск, 2006. – 150 с.

Материал поступил в редакцию 07.02.23.

Т. Самуйленко

*Беларусь мемлекеттік университеті тамақ және химиялық технологиялар,
Могилев, Беларусь Республикасы*

ФИТО ШИКІЗАТ НАУБАЙХАНА ӨНДІРІСІНІҢ ЖАРТЫЛАЙ ФАБРИКАТТАРЫНДАҒЫ ДӘСТҮРЛІ ЕМЕС ШИКІЗАТ КОМПОНЕНТІ РЕТІНДЕ

Аңдатпа. Нан-тоқаш өнімдерінің жартылай фабрикаттарының құрамында қолдануға арналған фитошикізаттардың жаңа түрлері қарастырылған. Емен қабығы, эхинацея purpurea, шалфей жапырағы және жұсан шөптері ұнтақтарының ұнның қоректік субстраттарының сапа көрсеткіштеріне және нан пісіру қасиеттеріне олардың жартылай фабрикаттарды нан өнімдеріне, оның ішінде сақтау кезіндегі негіз ретінде енгізе отырып әсері анықталды. Фитошикізат ұнтақтарын қолдану ұнның қоректік субстраттарының органолептикалық сапа көрсеткіштеріне әсер етпейтіні, олардың антиоксиданттық белсенділігінің жоғарылауына ықпал ететіні және автолитикалық белсенділікті төмендететіні анықталды. Фитошикізат ұнтақтары қосылған құрғақ ұнның қоректік субстраттары қауіпсіз. Құрғақ ұнның қоректік субстраттарын сақтау процессі олардың қасиеттерін айтарлықтай өзгертпейді. Бұл ретте майдың қышқылдық санының және мезофильді аэробты және факультативті анаэробты микроорганизмдер санының аз қарқынды өсуі, фитошикізат ұнтақтарын енгізу арқылы үлгілерде астық қорларының зиянкестерінің жоқтығы атап өтілді. Ұсынылған фитошикізат ұнтақтары құрғақ ұнның қоректік субстраттарын сақтау тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Құрғақ ұнның қоректік субстраттарының модификацияланған композициялары үшін оларды кейіннен нан-тоқаш өнімдерінің жартылай фабрикаттарын дайындауда пайдалану үшін технологиялық құжаттама әзірленді.

Тірек сөздер: жартылай фабрикаттар, ұнның қоректік субстраттары, фитошикізат, сапа көрсеткіштері, нан пісіру қасиеттері.

T. Samuilenko

*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies,
Mogilev, Republic of Belarus*

HERBAL RAW MATERIALS AS NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS IN SEMI-FINISHED BAKERY PRODUCTS

Abstract. New types of herbal raw materials for use in the composition of semi-finished bakery products are considered. The influence of oak bark powders, echinacea purpurea grass, sage leaf and wormwood herb on the quality and baking properties of flour nutrient substrates with their introduction as the basis for semi-finished bakery products,

including during storage, has been established. It was revealed that the use of herbal raw materials powders does not affect the organoleptic quality indicators of flour nutrient substrates, contribute to an increase in their antioxidant activity, reduce autolytic activity. Dry flour nutritious substrates with the introduction of herbal raw materials powders are safe. The process of storing dry flour nutrient substrates does not significantly change their properties. At the same time, there was a less intensive increase in the acid number of fat and the number of mesophilic aerobic and facultatively anaerobic microorganisms, the absence of pests of grain stocks in samples with the introduction of herbal raw materials powders. The proposed powders of herbal raw materials provide durability during storage of dry flour nutrient substrates. Technological documentation has been developed for modified compositions of dry flour nutrient substrates for their subsequent use in the preparation of semi-finished bakery products.

Keywords: semi-finished products of bakery production, flour nutrient substrates, herbal raw materials, quality indicators, baking properties.

References

1. Kasyanov, G.I., Kizim, I.E., Kholodtsov, M.A. Primenenie pryano-aromaticheskikh i lekarstvennykh rastenij v pishchevoj promyshlennosti [Application of spicy-aromatic and medicinal plants in the food industry]. 2000. No. 5. P. 33-35. [in Russian]
2. Kasyanov, G.I., Kizim, I.E., Kholodtsov, M.A. Primenenie pryano-aromaticheskikh i lekarstvennykh rastenij v pishchevoj promyshlennosti (prodolzhenie) [Application of spicy-aromatic and medicinal plants in the food industry (continuation)]. 2000. No. 6. P. 18-20. [in Russian]
3. Sergeev, V.N., Kocaev, Yu.I. Biologicheski aktivnoe rastitel'noe syr'e v pishchevoj promyshlennosti [Biologically active plant raw materials in the food industry]. 2001. No. 6. P. 28-30. [in Russian]
4. Pochitskaya, I.M., Roslik, V.L., Minchuk, I.M. Soderzhanie prirodnykh antioksidantov v rastitel'nom syr'e [Content of natural antioxidants in plant raw materials] // Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii [Food industry: science and technologies]. 2009. No. 3. P. 93-97. [in Russian]
5. Masansky, S.L. [et al.] Ocenka vliyaniya poroshkov iz lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya na sohranyaemost' pishchevykh produktov [Assessment of the impact of powders from medicinal plant raw materials on the safety of Food Products] // Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii [Food industry: science and technology]. 2010. No. 4. P. 36-39. [in Russian]
6. Yegorova, E.Yu., Shkolnikova, M.N. Dikorastushchee syr'e dlya BAD k pishche [Wild raw materials for dietary supplements to food] // Pishchevaya promyshlennost' [Food industry]. 2008. No. 4. P. 50-52. [in Russian]
7. Derkanosova, N.M. [et al.] Izucheniya vliyaniya hmelevogo ekstrakta na mikrobiologicheskie i biohimicheskie pokazateli zhidkoj rzhanoj zakvaski [Studies of the influence of hop extract on Microbiological and biochemical indicators of liquid rye sourdough] // Hlebopek [Bread maker]. 2007. No. 3. P. 22-25. [in Russian]
8. Derkanosova, N.M., Belokurova, E.V., Malyutina T.N. Vliyanie hmelevykh produktov na zhidkuyu rzhanuyu zakvasku [Influence of hop products on liquid rye sourdough]. 2007. No. 4. P. 40-41. [in Russian]
9. Khmelevskaya, A.V., Shvets, D.V. Vliyanie biologicheski aktivnykh veshchestv dikorastushchego hmelya na zhiznedeyatel'nost' hlebopekarnykh drozhzhej [Influence of biologically active substances of wild hops on the life activity of bakery yeast.] // Pishchevaya tekhnologiya [Food technology]. 2013. No. 1. P. 33-34. [in Russian]
10. Zalysin, A.S., Zalysina, O.S., Gudkov, D.V., Gudkov, P.D. Sposob proizvodstva hleba i hlebobulochnykh izdelij [Method of production of bread and bakery products]: PJSC. 2434428 Russian Federation, MPK7 a 21 D 2/36 /; Applicant Limited Liability Company

- "Russian bread". - No.2010135202/13; declared. 24.08.2010; publ. 27.11.2011 // [Official Byul. inventions. Useful models] / [federal service for intellectual property]. 2011. №33. [in Russian]
11. Puchkova, L.I., Belyavskaya, I.G., Zhamukova, Zh.M. Ekstrakt zelenogo chaya – istochnik bioflavonoidov v hlebobulochnyh izdeliyah funkcional'nogo naznacheniya [Green tea extract – source of bioflavonoids in bakery products of functional purpose]. 2004. No. 2. P. 26. [in Russian]
 12. Bogatyreva, T.G., Puchkova, L.I., Zhamukova, Zh.M. Vliyanie flavonoidov ekstrakta zelenogo chaya na kachestvo testa [Influence of flavonoids of the green tea extract on the quality of dough] // Pishchevaya promyshlennost' [Food industry]. 2006. No. 1. P. 80-81. [in Russian]
 13. Kirieva, T.V., Gatko, N.N. Primenenie molochnokisloy zakvaski, kul'tiviruemoj na ekstrakte iz kornya solodki, v proizvodstve hleba [Application of lactic acid sourdough cultivated on an extract from licorice root, in the production of bread] // Pishchevaya tekhnologiya [Food technology]. 2008. No. 2-3. P. 45-47. [in Russian]
 14. Polandova, R.D. [et al.] Prigotovlenie zhidkih drozhzhej na muchnoj osaharennoj zavarke [Preparation of liquid yeast on flour candied brew] // Hlebopechenie Rossii [Bread Baking Of Russia]. 2001. No. 6. P. 26-27. [in Russian]
 15. Kosovan, A.P. Pishchevye ingredienty v proizvodstve hlebobulochnyh i muchnykh konditerskih izdelij [Food ingredients in the production of bakery and flour confectionery products: monograph]. – Moscow: deli plus publ., 2013. – 526 p. [in Russian]
 16. Georgieva, A.V. Issledovanie fiziko-himicheskikh pokazatelej pshenichnoj muki i testa, obogashchennyh gibiskusom rozy sinensis [Investigation of physico-chemical parameters of wheat flour and dough enriched with hibiscus roses sinensis] // Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii [Food Industry: Science and technologies]. 2014 No. 4. P. 77-81. [in Russian]
 17. Tsyganova, T.B., Semenkina, N.G., Bykovchenko, T.V. Vliyanie produktov pererabotki rastoropshi pyatnistoj na mikrofloru polufabrikatov i mikrobiologicheskuyu chistotu hleba [Influence of milk thistle processing products on the microflora of semi-finished products and microbiological purity of bread]. 2013. No. 6. P. 27-29. [in Russian]
 18. Kostyuchenko, M.N., Dremucheva, G.F., Veselova, A.Yu. Vliyanie betulinsoderzhashchego ekstrakta beresty na hlebopekarnye svoystva pshenichnoj muki [Influence of betulin-containing birch bark extract on bread-baking properties of wheat flour]. 2014. No. 1. P. 22-23. [in Russian]
 19. Kachmazov, G.S., Bagaeva, U.V., Kochieva, V.A. Ispol'zovanie rastitel'nykh komponentov dlya usileniya brodil'noj aktivnosti hlebopekarnykh drozhzhej [The use of plant components for enhancing the fermentation activity of bakery yeast] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya [Storage and processing of agricultural raw materials]. 2015. No. 7. P. 16-20. [in Russian]
 20. Miller D.P. [etal.] [The content of phenolic acid and aldehyde flavor components of white oak as affected by site and species] // Am. J. Enol. Vitic. 1992. Vol. 43, P. 333-338.
 21. Gurinova, T.A., Samuilenko, T.D. Issledovanie himicheskogo sostava kory duba kak netradicionnogo syr'ya v tekhnologii prigotovleniya zhidkih zakvasok [Investigation of the chemical composition of oak bark as a non-traditional raw material in the technology of preparing liquid starter cultures] // Innovacionnye tekhnologii v pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti: Sbornik materialov I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Innovative technologies in food and processing industry: a collection of materials of the I International Scientific and practical conference], 20-22 November 2012 – Krasnodar: Ed. Kubstu Publ., 2012. P. 231-234. [in Russian]

22. Masansky, S.L., Smagin, A.M. Antiokislitel'naya aktivnost' spirtovykh ekstraktov kory i list'ev derev'ev i kustarnikov [Antioxidant activity of alcohol extracts of bark and leaves of trees and shrubs. Izvestia of universities] // Pishchevaya tekhnologiya [Food technology]. 2005. No. 1. P. 55-56. [in Russian]
23. Tolkunova, N.N., Chueva, E.N., Bidyuk, A.Ya. Vliyanie ekstraktov lekarstvennykh rastenij na razvitie mikroorganizmov [Influence of extracts of medicinal plants on the development of microorganisms] // Pishchevaya tekhnologiya [Food industry]. 2002. No. 8. P. 70-71. [in Russian]
24. Gurinova, T.A., Samuilenko, T.D. Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovaniya netraditsionnogo rastitel'nogo syr'ya v tekhnologii zhidkikh zakvasok [Investigation of the possibility of using non-traditional vegetable raw materials in the technology of liquid starter cultures] // Hlebobulochnye, konditerskie i makaronnye izdeliya XXI veka: Materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Bakery, Confectionery and pasta products of the XXI century: materials of the III International Scientific and Practical Conference], September 19-21, 2013 Krasnodar: Ed. Kubstu, 2013. – P. 288. [in Russian]
25. Samuilenko, T.A. Gurinova, T.D. Ispol'zovanie kory duba v tekhnologii zhidkikh zakvasok [Use of oak bark in the technology of liquid starter cultures] // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv: tezisy dokladov IX Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov i aspirantov [Technology and technology of food production: theses of reports of the IX International Scientific Conference of students and aspirants], April 24-25, 2014, Mogilev / Uchrezhdenie obrazovaniya «Mogilevskij gosudarstvennyj universitet prodovol'stviya» [Institution of Education "Mogilevsky State University of food"]. Mogilev publ., 2014. P. 262. Part 1. P. 117. [in Russian]
26. Samuilenko, T.D. Razrabotka biologicheski aktivnykh zhidkikh zakvasok [Development of biologically active liquid starter cultures] // Problemi formuvannya zdorovogo sposobu zhittya u molodi: zbirnik materialiv VII Vseukrains'koï naukovo-praktichnoï konferencii molodih uchenih i studentiv z mizhnarodnoyu uchastyu [Problems of forming a healthy lifestyle in youth: a collection of materials of the VII all-Ukrainian scientific and Practical Conference of young scientists and students with international participation]. – Odessa: 2014. P. 111-112. [in Russian]
27. Gurinova, T., Samuilenko T. Izsledvane na efekta na nov vid kislotoobrazuyushchego polufabrikati na process na fermentaciya na testoto i potrebitelskite svojstva na hlyab [Study of the effect of a new type of oxygen-forming semi-finished products of the dough fermentation process and the consumer properties of bread] // «Hranitelna nauka, tekhnika i tekhnologii 2015»: nauchni trudove nauchna konferenciya s mezhdunarodno uchastie ["keeper science, technology and technology 2015": scientific labor scientific conference with international participation] (October 23-24, 2015): volume LXII-Plovdiv (Bulgaria): [University of conservation technology], 2015. P. 68-73. [in Belarusian]
28. Gurinova, T.A., Samuilenko, T.D. Sposob prigotovleniya zhidkoj zakvaski s zavarivaniem chasti muki i sposob prigotovleniya hleba iz rzhanoj muki i/ili smesi rzhanoj i pshenichnoj muki s ispol'zovaniem zhidkoj zakvaski [Method of preparation of liquid sourdough with brewing part of the flour and method of preparation of bread from rye flour and/or a mixture of rye and wheat flour with the use of liquid sourdough]: Pat. 19954 Rep. Belarus, IPC 7 A 21 D 8/02, IPC 7 A 21 D 2/36 /; 2016. №2. P. 56. [in Russian]
29. Brykalov, A.V., Golovkina, E.M., Chumakova, V.V. Introdukciya ekhinacei purpurnoj v Stavropol'skom krae i ee ispol'zovanie v pishchevoj i farmacevticheskoy promyshlennosti [Product of Echinacea purpurea in the Stavropol Territory and its use in food and pharmaceutical industry. subtropical and decorative gardening]. 2009. №1. Vol. 42, P. 227-232. [in Russian]

30. Drevin, V.E. [et al.] Tekhnologiya hlebobulochnyh izdelij na osnove pshenichnoj muki s dobavleniem ekhinacei [Technology of bakery products based on wheat flour with the addition of echinacea] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya [Storage and processing of agricultural raw materials]. 2013. No. 12. P. 41-42. [in Russian]
31. Gurinova, T.A., Samuilenko, T.D. Netradicionnoe biologicheskii cennoe syr'e v tekhnologii muchnyh polufabrikatov [Non-traditional biologically valuable raw materials in the technology of flour semi-finished products] // Himiya, bio- i nanotekhnologii, ekologiya i ekonomika v pishchevoj i kosmeticheskoy promyshlennosti: Sbornik materialov 1-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Chemistry, Bio-and nanotechnologies, ecology and Economics in the food and cosmetic industry: a collection of materials of the 1st International Scientific and practical conference], June 10-13, 2013 NTU "KHPI". Kharkiv, 2013. P.238. [in Russian]
32. Samuilenko, T.D. Fitosyr'e v tekhnologii zhidkih kislotoobrazuyushchih polufabrikatov [Phytomaterials in the technology of liquid acid-forming semi-finished products] // Naukovi zdobutki molodi – virishennyu problem harchuvannya lyudstva u HKHI stolitti: materiali 82 mizhnarodnoi naukovoï konferencii molodih uchenih [Scientific achievements of youth-solving the problems of Human Nutrition in the XXI century: materials of the 82nd international scientific conference of young scientists, postgraduates and students] (April 13-14, 2016). Moscow: NUHT publ., 2016. Part 1, 440 P., 131 p. [in Russian]
33. Polstyanov, A.E., Skoblik, T.I., Yudina, T.I., Pavlova, T. I., Zaitsev, A.N. Vkusoaromaticheskaya dobavka k pishchevym produktam [Flavoring additive to food products]: PJSC. 2078520 Russian Federation, IPC 7 A 23 L 1/00 /; Applicant pharmaceutical Joint Stock Company "Ferein"; No. 94030620, statement. 18.08.1994; publ. 10.05.1997 // Patent Rossijskaya Federaciya [federal service for intellectual property]. – 1997. [in Russian]
34. Abramov, A.F., Vasilyeva, V.T., Andreeva, V.G. Pishchevaya dobavka iz list'ev polyni obyknovennoj (chernobyl'nika) [Food additive from the leaves of ordinary Wormwood (Chernobyl)]: PJSC. 2353106 Russian Federation, IPC 7 A 23 L 1/30, a 23 C 9/13 /; no. 2006105426/13, declared. 21.02.2006; publ. 27.04.2009 // [Patent Rossijskaya Federaciya federal service for intellectual property]. – 2009.
35. Vasilyeva, V.T. Ekologiya, biohimicheskij sostav i pishchevaya cennost' polyni obyknovennoj i susaka zontichnogo v Central'noj YAkutii [Ecology, biochemical composition and nutritional value of ordinary Polina and umbrella Susak in Central Yakutia]: dis. im Kand. Biol. Sciences: 03.00.16 / – Yakutsk, 2006. – 150 p.

FTAMP 67.09.31

Н. Сейсенбет¹ - негізгі автор, | ©
Г.И. Байгазиева², А.К. Кекибаева³, М.М. Баязитова⁴



¹Магистр, ²Биол. ғылым. канд., ³PhD, ⁴PhD

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-0120-5951>; ²<https://orcid.org/0000-0002-9163-4767>;

³<https://orcid.org/0000-0003-3639-1341>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-0037-5094>



^{1,2,3,4}Алматы технологиялық университеті,



Алматы қ., Қазақстан Республикасы



¹aika.seisenbet@gmail.com

<https://doi.org/10.55956/GWLR7659>

ҚАРА БҮЛДІРГЕН СЫҒЫНДЫСЫ ҚОСЫЛҒАН ФУНКЦИОНАЛДЫҚ МАҚСАТТАҒЫ ЖҮЗІМ СУСЫНЫНЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ САПА КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Қазіргі уақытта өнеркәсіп саласының ең жылдам дамып келе жатқан сегменттерінің бірі – алкогольсіз сусындар өндірісі болып табылады. Алкогольсіз сусындар сатып алушылар арасында өте танымал, сондықтан қоректік заттарға бай табиғи шикізаттан жасалған сусындарды дайындау бұрынғыдан да маңызды. Өсімдік шикізатын көптеген дәрумендер мен микро- және макро-элементтермен біріктіре отырып, функционалды сусындар жасауға болады. Бұл зерттеулер қара бүлдірген сығындысымен байытылған жаңа сығылған жүзім шырынын қолдана отырып, алкогольсіз сусын өндіруге мүмкіндік береді. Нәтижесінде дәрумендер, аминқышқылдары және микро- және макро-элементтер бар жоғары сапалы сусын пайда болды. Сапаның сенімді көрсеткіштері сусынды функционалды бағытталған өнім санатына жатқызуға мүмкіндік берді.

Тірек сөздер: сусын, жүзім шырыны, сығындылар, қара бүлдірген, функционалды бағыт.



Сейсенбет, Н. Қара бүлдірген сығындысы қосылған функционалды мақсаттағы жүзім сусынының физикалық-химиялық сапа көрсеткіштерін зерттеу [Мәтін] / Н. Сейсенбет, Г.И. Байгазиева, А.К. Кекибаева, М.М. Баязитова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №2(80). – Б.55-62. <https://doi.org/10.55956/GWLR7659>

Кіріспе. Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында және басқа елдерде табиғи биологиялық белсенді ингредиенттері, әсіресе өсімдік тектес өнімдері жоғары тағамдарға тұрақты тұтынушылық қызығушылық байқалады [1].

Функционалды тағам – бұл, ғылыми дәлелденген, диеталық аурулардың даму қаупін төмендететін, денсаулықты сақтайтын және жақсартатын қасиеттерге ие барлық жастағы адамдар үнемі тұтынуға арналған бірегей тағамдар, өйткені олардың құрамы қажетті дәрумендермен байытылған [2].

Қазіргі уақытта осы саладағы ең келешегі зор бағыттың бірі-функционалды сусындар өндірісі. Тағамдық құндылықтың жоғарылауы, дәрумендер мен биологиялық белсенді ингредиенттердің болуы

функционалды сусындардың айрықша белгілері болып табылады. Алкогольсіз сусындардың көпшілігін құрайтын жеміс-көкөніс шырындарында С және В дәрумендерінің кешендері, сондай-ақ бета-каротин бар, сондықтан жана ингредиенттерді қосу маңызды мәселе емес. Сондықтан азық-түлік секторы шұғыл түрде табиғи өсімдік ингредиенттерінен жасалған сусындарды әзірлеуге назар аударуы керек [3].

Жүзім – шикізат ретінде әлеуеті жоғары жемістер мен жидектердің бірі. Қант (глюкоза және фруктоза), органикалық қышқылдар, минералдар, дәрумендер және маңызды аминқышқылдары жүзімге бай қоректік заттардың бірнешеуі ғана. Сусынның қоректік заттардың шығымы жүзім шырынын өндіру мен өңдеудің тиісті технологиясына тікелей әсер етеді, өйткені ақшылдату процесінде жүзімнің қоректік заттарының бір бөлігі жоғалады [4].

Жүзім шырыны мен өсімдік шикізатының сығындыларына негізделген функционалды сусындардың бірқатар рецептураларын жасау – бұл компоненттерді алмастырудың және шырындардың тағамдық құндылығын арттырудың бір әдісі. Сирек макро- және микро-элементтерді қосу арқылы мұндай сусындарды өндіру физиологиялық белсенді химиялық заттардың концентрациясы тұрғысынан жүзім шырынының құрамын теңестіру мүмкін [5-7].

Қолайлы бағамен шикізаттың кең ассортиментінің көптігіне және Қазақстанның оңтүстігінде жоғары технологиялық жабдықтары бар жемістерді қайта өңдеу кәсіпорындарының шоғырлануына байланысты өсімдік сығындыларын пайдалана отырып, жүзім шырыны негізінде функционалды сусындар өндіру аса маңызды және шұғыл міндет болуда.

Зерттеудің мақсаты – өсімдік сығындыларымен байытылған шырыны бар сусындардың сапа көрсеткіштерін зерттеу.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеудің негізгі нысандары қызыл және ақ асханалық жүзімдер. Оларға Hussein s, Hussein White, Sensation және Taifi white қазақстандық сорттары жатады (1-кесте).

Кесте 1

Жүзімнің қызыл және ақ сұрыптарының сипаттамасы [5]

Сұрып	Пісу мерзімі	Жүзім жидектерінің салмағы, г.	Жидек мөлшері	Өнімділігі, ц/ га
Хусейн қызыл	кеш	350	Ірі	150-200
Хусейн ақ	орташа	300	Ірі	110-115
Сенсация	кеш	900	Ірі	150-200
Тайфи ақ	кеш	700	Ірі	110-115

Жүзімнің таңғажайып сортынан дайындалған шырын тікелей сығымдалған жүзім шырындарын талдағаннан кейін алынды. Олар құрамының физикалық-химиялық көрсеткіштерімен, аминқышқылдарының болуымен және дәрумендердің мөлшерімен ерекшеленеді. Ол ең жоғары тағамдық және органолептикалық құндылығымен ерекшеленді.

Сығынды дайындау үшін дәстүрлі емес шикізат ретінде қара бүлдірген Бойсенберри сұрыбы таңдалып алынды. Барлық көрсеткіштерді анықтау барысында зертханалық жұмыстар Алматы технологиялық университетінің (АТУ) “Астық өнімдері және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы”

кафедрасының “Ашыту өндірістерінің технологиясы және шарап жасау” оқу зертханасында орындалды. Күрделі зертханалық жұмыстар АТУ «Тағамдық қауіпсіздігі» ғылыми зерттеу институтында жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Тікелей сығылған жүзім шырыны негізінде функционалдық сусындарды дайындай отырып оларды одан әрі пайдалану мақсатында қара бүлдірген жидектерін қайта өңдеу өнімдерін зерттеу бойынша зерттеулер жүргізілді. Шикізатты таңдау оның құрамына және фармакологиялық қасиеттері туралы әдеби деректерге анализ жасауға, Қазақстанның оңтүстік аймақтарында оны дайындау мүмкіндігіне және сусындар құрамындағы шикізаттардың органолептикалық көрсеткіштерінің үйлесімдігіне негізделген.

Қара бүлдіргенді физиологиялық функциялық тағамдық шикізат ретінде пайдалану үшін оның жидектерінің ұсақталған массасын 1:1 қатынасында сумен араластырып, содан соң 24 сағат тұндыру, тұндырудан кейінгі экстрактіні сығу және оны 2-2,5 минут бойы 82-85°C температурада стерильдеу әдісімен тұрақтандыру жолымен сығынды дайындалған.

Қара бүлдірген сығындысы мен жүзім шырынының тікелей сығындысын купаждау нәтижесінде алынған сусындардың сапасы мен тағамдық құндылығын анықтау үшін сусындар үлгілеріне олардың физикалық-химиялық көрсеткіштеріне талдау жасалды (2-кесте).

Нәтижесінде қара бүлдірген мен жүзім сығындысынан келесі қатынастарға сәйкес 3 нұсқа талданды (%): 90:10 (1-нұсқа), 80:20 (2-нұсқа), 70:30 (3-нұсқа).

Кесте 2

Жүзім шырыны мен қара бүлдірген негізіндегі функционалдық мақсаттағы сусындар құрамының көрсеткіштері

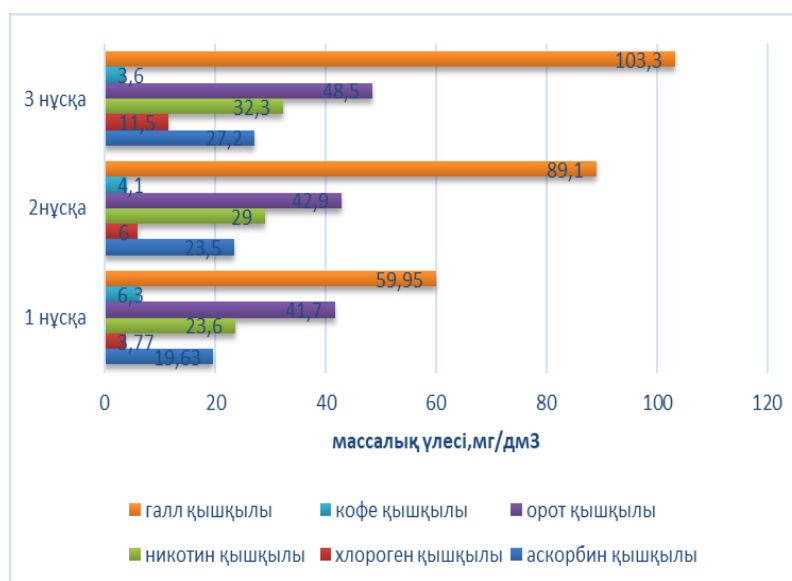
Көрсеткіш атауы	Сусын нұсқалары		
	1	2	3
Көмірсулардың массалық концентрациясы, г/100 см ³	21,3	20,1	18,59
Шарапқа қайта есептегенде титр кышқылдың массалық үлесі, г/дм ³	4,15	4,55	4,82
pH	3,45	3,41	3,34

2-кесте бойынша сусындағы қара бүлдірген сығындысы құрамының артуымен қанттың құрамы 21,3-тен 18,59 г/100 см³-ке дейін азайған, ал бастапқы жартылай фабрикаттардағы осы компоненттердің құрамындағы жүзім шырының шарап кышқылдың болуымен байланысты титрленген кышқылдардың массалық концентрациясы 4,16-дан 4,82 г/дм³-ке дейін өскен.

Сусындардың рН көрсеткішінің мәні 3,34-тен (3-нұсқа) 3,45-ке дейін (1-нұсқа) өзгеріп, өзара 2-3%-ға ерекшеленді.

Зерттелетін сусындардағы дәрумендердің массалық концентрациясының жоғарылауы олардың құрамындағы қара бүлдірген сығындысы бар болуына тікелей тәуелді болғанын айта кеткен жөн.

Капиллярлы электрофорез әдісімен зерттелетін сусындардың пайдалы қасиеттерін бағалау үшін дәрумендер мен фенолкарбон кышқылдарына талдау жүргізілді (1-сурет).



Сурет 1. Жүзім шырыны мен қара бүлдірген сығындысы негізіндегі сусындардағы дәрумендер мен фенолкарбон қышқылдарының салмақтық үлесі, мг/дм³

Ең жоғары дәрумендер мен фенолкарбон қышқылдарының құрамы сусынның 3-нұсқада 226,7 мг/дм³. 1-нұсқа және 2-нұсқадағы сусындар, сондай-ақ дәрумендер мен фенолкарбон қышқылдарының жоғары болуымен ерекшеленді – 154,1 және 195,4 мг/дм³.

Барлық сусын үлгілерінде гал және орот қышқылдарының жоғары құрамы белгіленген, олардың жаппай шоғырлануы тиісінше 59,95-тен 103,36 мг/дм³-ке және 41,73-тен 48,54 мг/дм³-ке дейін болды, бұл қара бүлдірген сығындысы құрамындағы айта кеткен орот және гал қышқылдарының көп болуымен байланысты. Никотин қышқылының массалық концентрациясы 23,64 сусынының түріне байланысты (1-нұсқа) 32,34 мг/дм³-ке дейін (3-нұсқа), ал аскорбин қышқылының мөлшері 19,62-ден 27,24 мг/дм³-ке дейін өзгерді.

Сусындағы қара бүлдірген сығындысы мөлшерінің ұлғаюымен хлороген қышқылының массалық концентрациясы 65% - дан астам артты, яғни 3,77-ден 11,59 мг/дм³-ке дейін, ал кофе қышқылының құрамы 5,37-ден (1-нұсқа) 3,65 мг/дм³-ке дейін (3-нұсқа) азайды. Жалпы, жүзім шырыны негізінде құрамында шырыны бар сусындарды өндіру барысында қарабүлдірген сығындысын қолдану дайын өнімді адам ағзасын құнды заттардың (фенолкарбон қышқылдарымен және дәрумендермен) пайызын жоғарылатуға үлкен мүмкіндік берді.

Аминқышқылдары ферменттердің, гормондардың және ақуыз талшықтарының құрылыс материалы болып табылатын ақуыздардың түзілуінде адамда маңызды рөл атқарады. Аминқышқылдары жетіспесе, ағза қоректік заттарды баяу сіңіреді.

Қалған үлгілердегі барлық аминқышқылдарының массалық концентрациясы 1207,6 мг/дм³ құрады, ал бірінші нұсқада көрсетілген сусын 3-кестедегі ақпаратқа сәйкес бос аминқышқылдарының жалпы мөлшерінен көп болды. Сусындардың аминқышқылды концентрациясы 1166,9 мг/дм³ (2-нұсқа) және 1128,3 мг/дм³ (3-нұсқа) техникалық түрде болды.

Кесте 3

Жүзім шырыны мен қара бүлдірген негізіндегі арнайы бағыттағы сусындардағы аминқышқылдарының құрамы, мг/дм³

Аминқышқылдар атауы		Зерттеу нұсқадағы концентрациясы, мг/дм ³		
		1	2	3
Алмастырылатын	Аргинин	132,7	122,8	112,1
	Гистидин	5,7	5,8	5,8
	Пролин	388,4	390,4	401,4
	Серин	177,1	161,5	155,2
	α-Аланин	126,6	124,2	118,1
	Тирозин	7,3	7,2	7,6
	Глицин	2,1	1,8	1,6
Алмастырылмайтын	β-фенилаланин	1,5	1,6	1,5
	Лейцин	21,6	16,1	10,
	Метионин	83,3	72,3	64,7
	Валин	44,6	44,2	35,3
	Треонин	66,5	76,1	77,2
	Триптофан	148,3	141,1	135,5
Барлығы		1207,6	1166,9	1128,3

Функционалды сусынның әрбір үлгісіндегі пролиннің (401,4 мг/дм³) және аргининнің (тиісінше 132,7 және 83,4 мг/дм³) мөлшеріне сәйкес сусынның құрамы тұрақты сақталады. 1-нұсқа үлгісінде келесі ең жоғары концентрациялар болды: триптофан 148,3 мг/дм³, серин 177,1 мг/дм³ және А-аланин 126,6 мг/дм³. Әрбір аминқышқылының қызметіне сәйкес алынған сусындардағы аминқышқылдарының болуы олардың адам ағзасына қалай әсер ететінін анықтайды.

Барлық зерттелген сусындардың ең аз мөлшері аминқышқылдарына тиесілі болды, мысалы, глицин және β-фенилаланин, олардың сәйкес концентрациясы 1,7-2,2 және 1,6-1,7 мг/дм³.

Функционалды сусындардың құрамында макро- және микро-элементтердің болуы олардың минералдық құрамына әсер етеді (4,5-кесте).

Кесте 4

Жүзім шырыны мен қара бүлдірген негізіндегі арнайы бағыттағы сусындардағы макроэлементтердің болуы, мг/дм³

Элемент атауы	Зерттеу нұсқадағы салмақтық концентрациясы, мг/дм ³		
	1	2	3
Калий	1602,0	1617,0	1618,0
Натрий	42,3	45,1	49,2
Магний	126,5	123,1	120,2
Кальций	138,3	137,1	147,3
Барлығы	1909,5	1922,1	1936,6

Табылған макро-элементтердің арасында металл катиондарының жалпы мөлшерінің 85%-ын құрайтын және басқа дене функцияларымен қатар бұлшықеттер мен жүректің жиырылуына қажетті калийдің айтарлықтай мөлшері (1602,0-1618,0 мг/дм³) болды. Қара бұлдірген сығындысынан жасалған функционалды сусындарда тіндерге қажетті су мөлшерін береді.

Сусындар 138,3-147,3 мг/дм³ аралығындағы кальций катионының массалық мәндеріне ие болды: 42,3 мен 49,2 мг/дм³.

Магний дененің қалыпты жағдайда болуына, ас қорыту процесін бақылау және жүрек пен барлық бұлшық еттердің денсаулығын сақтау үшін өте маңызды. Ол сусындардағы 120,2-126,5 мг/дм³ аралығында болады.

Тамақтың магнийді жақсы сіңіру мақсатында қалыптастырылған – 1:0,7. Зертханалық сусындардың бұл қатынасы 1:0,87; 1:0,88; 1:0,75; зерттегеніміздей сусынның таңбалануы 3-нұсқа ұсынысына өте жақын.

Сусындар бір мезгілде микро-элементтердің құрамына қарай талданған (5-кесте). Сусындар кремнийдің ең жоғары концентрациясын (9,25-тен 13,80 мг/дм³) немесе барлық микро-элементтердің жалпы мөлшерінің 72–82% құрады. Қалған компоненттердің құрамы төмен және сусын сорттары арасында зерттелетін элементтердің құрамында 10-30% өзгергіштік болды. Дайындалған сусындардың құрамында 0,45 мг/дм³ дейін селен, 0,5 мг/дм³ дейін марганец, 0,96 мг/дм³ дейін мырыш, 1,62 мг/дм³ дейін қалайы болды.

Кесте 5

Жүзім шырыны мен қара бұлдірген негізіндегі арнайы бағыттағы сусындардағы микроэлементтердің құрамы, мг/дм³

Элемент атауы	Зерттеу нұсқадағы салмақтық концентрациясы, мг/дм ³		
	1	2	3
Селен	0,46	0,46	0,36
Марганец	0,5	0,51	0,32
Мырыш	0,95	0,91	0,65
Кремний	9,26	10,56	13,81
Қалайы	1,63	1,57	1,5
Йод	0,11	0,12	0,12
Сомасы	12,9	14,1	16,9

Йодтың концентрациясы 0,1-0,12 мг/дм³ ақ сусындарда да, жүзім шырынына қосылатын қара танқурай сығындысы бар екені анықталды. Йод – алмастырылмайтын микро-элементтер деп аталатын элементтердің бірегей класының мүшесі. Дені сау ересек адамға күніне 150 мкг қажет.

Сондықтан 4-ші және 5-кестелердегі мәліметтерді талдау негізінде функционалдық мақсатта қарастырылатын сусындар адам ағзасы үшін өмірлік маңызды болып табылатын макро-элементтер мен қорғаныш микро-элементтерге бай, олардың ағзаның өмірлік процестерін қалыпқа келтіру және әртүрлі ауруларды емдеу және алдын алу. Демек, ол туа біткен иммунитетті арттыру стратегиясы ретінде жүреді. Металл және микро-элементтер катиондарының мөлшері және катиондар мен микро-элементтердің қоспасы сусындардың барлық вариацияларында бірдей дерлік, бірақ ешқандай айырмашылық жоқ.

Қорытынды. Функционалды мақсаттағы сыналған сусындар қоспаға қара бұлдірген сығындысын қосу нәтижесінде биологиялық белсенді

химиялық заттардың және физиологиялық маңызды компоненттердің жоғары құрамымен ерекшеленді. Ол фенол қышқылдарына, дәрумендерге және ағзаның қалыпты жұмыс істеуі үшін қажетті басқа да макро- және микро-элементтерге бай.

Әдебиеттер тізімі

1. Сосюра, Е.А. Экстракты из растительного сырья в технологии напитков функционального назначения [Текст] / Е.А. Сосюра и др. // Вестник АПК Ставрополья. – 2013. – №. 2. – С. 41-44.
2. Ипатова, Л.Г. Разработка напитков функционального назначения [Текст] / Л.Г. Ипатова, И.В. Козлов, М.В. Гернет // Пищевая промышленность. – 2009. – №. 12. – С. 60-61.
3. Сосюра, Е.А. Напиток функционального назначения на основе виноградного сока [Текст] / Е.А. Сосюра, Б.В. Бурцев, Т.И. Гугучкина // Вестник АПК Ставрополья. – 2011. – №. 4. – С. 18-21.
4. Аванесов, В.М. Применение растительных экстрактов при производстве напитков функционального назначения [Текст] / В.М. Аванесов и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2016. – №. 7. – С. 28-32.
5. Нурмуратулы, Т. Генофонд местных и стародавних сортов яблони, груши, абрикоса и винограда на юге и юго-востоке Казахстана [Текст] / Т. Нурмуратулы и др.. 2012. – 105с.
6. Миронова, Е.А. Совершенствование технологии осветления виноградных соков прямого отжима с использованием современных вспомогательных материалов [Текст] / Е.А. Миронова, Н.А. Шкиря // Достижения молодых учёных в АПК. – 2019. – С. 19-27.
7. Лысиков, Ю.А. Аминокислоты в питании человека [Текст] / Ю.А. Лысиков // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2012. – №. 2. – С. 88-105.

Материал редакцияға 24.02.23 түсті.

Н. Сейсенбет¹, Г.И. Байгазиева¹, А.К. Кекибаева¹, М.М. Баязитова¹

¹*Алматынський технологический университет, г.Алматы, Казахстан*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВИНОГРАДНОГО НАПИТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ЭКСТРАКТОМ ЕЖЕМАЛИНЫ

Аннотация. В настоящее время производство безалкогольных напитков является одной из динамично развивающихся отраслей перерабатывающей промышленности. Безалкогольные напитки имеют широкий спрос у потребителей, поэтому в данный момент разработка напитков на натуральном сырье с повышенной пищевой ценностью имеет актуальность перед другими напитками. Использование купажей растительного сырья с высоким содержанием витаминов и микро-макро-элементов позволяет производить напитки функционального назначения. В данных исследованиях представлена возможность разработки безалкогольного напитка на основе виноградного сока прямого отжима, обогащенного экстрактом ягод ежемалины. В результате получен напиток с высоким содержанием витаминов, идентифицированы аминокислоты, микро- и макро-элементы, позволяющие отнести его к продуктам функциональной направленности.

Ключевые слова: напитки, виноградный сок, экстракты, ежемалина, функциональное направление.

N. Seisenbet¹, G.I. Baigazieva¹, A.K. Kekibaeva¹, M.M. Bayazitova¹

¹*Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan*

DETERMINATION OF PHYSICO-CHEMICAL INDICATORS OF THE QUALITY OF A FUNCTIONAL GRAPE DRINK WITH EZHEMALINA EXTRACT

Abstract. Currently, the production of soft drinks is one of the dynamically developing branches of the processing industry. Non-alcoholic drinks are in great demand among consumers, therefore, at the moment, the development of drinks based on natural raw materials with increased nutritional value is relevant over other drinks. The use of blends of vegetable raw materials with a high content of vitamins and micro-macroelements makes it possible to produce functional beverages. In these studies, the possibility of developing a non-alcoholic drink based on directly squeezed grape juice enriched with blackberry extract is presented. As a result, a drink with a high content of vitamins was obtained, aminoacids, micro- and macro-elements were identified, allowing it to be classified as a product of a functional orientation.

Keywords: drinks, grape juice, extracts, blackberry, functional area.

References

1. Sosyura, E.A. et al. Ekstrakty iz rastitel'nogo syr'ya v tekhnologii napitkov funktsional'nogo naznacheniya [Extracts from vegetable raw materials in the technology of functional purpose beverages] // Vestnik APK Stavropol'ya [Bulletin of Agroindustrial complex of Stavropol]. – 2013. – №. 2. – P. 41-44. [in Russian]
2. Ipatova, L.G., Kozlov, I.V., Gernet, M.V. Razrabotka napitkov funktsional'nogo naznacheniya [Development of functional purpose beverages] // Pishchevaya promyshlennost'[Food industry]. – 2009. – №. 12. – P. 60-61. [in Russian]
3. Sosyura, E.A., Burcev, B.V., Guguchkina, T.I. Napitok funktsional'nogo naznacheniya na osnove vinogradnogo soka [Functional purpose drink based on grape juice]//Vestnik APK Stavropol'ya [Bulletin of the Agroindustrial complex of Stavropol]. – 2011. – №. 4. – P. 18-21. [in Russian]
4. Avanesov, V.M. et al. Primenenie rastitel'nykh ekstraktov pri proizvodstve napitkov funktsional'nogo naznacheniya [The use of plant extracts in the production of functional beverages] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya[Storage and processing of agricultural raw materials]. – 2016. – №. 7. – P. 28-32. [in Russian]
5. Nurmuratuly, T. et al. Genofond mestnykh i starodavnih sortov yabloni, grushi, abrikosa i vinograda na yuge i yugo-vostoke Kazakhstana [Gene pool of local and ancient varieties of apple, pear, apricot and grapes in the south and south-east of Kazakhstan]. – 2012. – 105p. [in Russian]
6. Mironova, E.A., SHkiryay, N.A. Sovershenstvovanie tekhnologii osvetleniya vinogradnykh sokov pryamogo otzhima s ispol'zovaniem sovremennykh vspomogatel'nykh materialov [Improving the technology of clarification of grape juices of direct extraction using modern auxiliary materials] // Dostizheniya molodykh uchyonnykh v APK [Achievements of young scientists in AGRICULTURE]. – 2019. – P. 19-27. [in Russian]
7. Lysikov, YU.A. Aminokisloty v pitanii cheloveka [Amino acids in human nutrition] // Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya [Experimental and clinical gastroenterology]. – 2012. – №. 2. – P. 88-105. [in Russian]

FTAMP 65.35.03

Б.Е. Солтыбаева¹ - негізгі автор, | ©
П.М. Маликтаева²



¹PhD, ²Техн. ғылым. канд.

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-3260-4429>; ²<https://orcid.org/0000-0002-1251-811X>



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



²Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз инновациялық институты,
Тараз қ., Қазақстан



¹soltibaeva@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/LSXD4746>

КЕКСТЕР ӨНДІРІСІНДЕ ТОЛЫҚ ДӘНДІ БИДАЙ ҰНЫН ҚОЛДАНУ

Аңдатпа. Кекс өндірісіндегі өнімдердің тағамдық құндылығын арттыруды қамтамасыз ету үшін бүтін бидайдан тартылған ұнды қолдану мүмкіндігі зерттелді. Өнімдердің органолептикалық және физикалық-химиялық көрсеткіштерін ескере отырып, кекстердің рецептурасына қосылатын толық бидай ұнын химиялық қосытқыштарда қолданудың маңыздылығы анықталды. Бұл өнім тағамдық және биологиялық құндылығын арттыруға және ұннан жасалған кондитерлік өнімдердің ассортиментін көбейтуге мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: ашытқыны белсендіру, кекстер технологиясы, өндірілген астық ұны, тұтас бидай ұны, тағамдық құндылығын арттыру.



Солтыбаева, Б.Е. Кекстер өндірісінде толық дәнді бидай ұнын қолдану [Мәтін] / Б.Е. Солтыбаева, П.М. Маликтаева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №2(80). – Б.63-69. <https://doi.org/10.55956/LSXD4746>

Кіріспе. Ұннан жасалған кондитерлік өнімдер калориясы жоғары және тағамдық құндылығы аздау, бірақ күнделікті тұтынатын өнімдердің қатарына жатады. Ұннан жасалатын кондитерлік өнімдерді өндіру барысында құрамында биологиялық белсенді заттары бар дәстүрлі емес шикізатпен байытуға көп көңіл бөлінеді. Ал кекстердің негізгі кемшілігі – калориясы өте жоғары және құрамындығы тағамдық талшықтардың, дәрумендер мен минералдардың кемдігі болып табылады [1].

Ұсынылып отырған зерттеудің мақсаты толық бидай дәнінен ұнтақталған ұнды қолдана отырып, кекстердің тағамдық құндылығын арттыру болды.

Кекстер өндірісінде құрамы жағынан бүтін дәндерге қарағанда құндылығы төмендеу бидай ұны қолданылады. Бүтін дәндерден тартылған бидай ұнында дәннің барлық құрамы қалпында қалады: эндосперм, алейрон қабаты, қабық және ұрық. Астықтың қабығында ақуыз заттары, В, Е дәрумендері, диеталық талшықтар, пектиндер, минерал заттар толығымен сақталады: фосфор, кальций, магний, темір. Эмбрионның құрамында дәрумендер, жартылай қанықпаған май қышқылдары, амин қышқылдары жеткілікті. Дәннің ядросында крахмал кездеседі және қабыққа қарағанда ақуыз

бен басқа қоректік заттар мөлшері өте аз болады. Дәннің өнуі кезінде компоненттер құрамындағы химиялық заттардың физикалық қасиеттері, мөлшері мен сапасы өзгереді және биологиялық белсенді заттардың максималды концентрациясы жүреді.

Дәннің фракциялық құрамының өзгеруіне байланысты өндірілген астық ұнының аминқышқылдық құрамы жақсарады. Өндірілген астық астықтың өну процесінде биохимиялық процестерді жеделдететін реттеуші ферменттердің көзі болып табылады. Астықтың өнуі кезінде амилолитикалық, протеолитикалық ферменттердің, сондай – ақ β -фруктофуранозидаза, эндо және экзопептидаза, эндо- және энзоксиналаза, липаза, фосфатаза ферменттерінің белсенділігі артады.

Ақуызға жатпайтын қалдықтардың үлесі артып, лейцин, валин, лизин, треонин, изолейцин, метионин мөлшері артады. Амилолитикалық ферменттердің әсерінен крахмал амилозасы сұйытылады, декстриндер мен мальтоза түзілуі кемиді. Фитаттар жойылады, В, РР, Е тобының дәрумендерінің мөлшері артады және дән ағзасында тотығу процестерін бәсеңдететін антиоксидант болып табылатын дәнде бұрын болмаған С дәрумені пайда болады. Целлобиоздың қатысуынсыз целлюлозаны глюкозаға дейін ыдырататын целлюлолитикалық ферменттердің белсенділігі артады.

Өндірілген астық макро- және микро-элементтердің көзі болып табылады. Астық өнген кезде пайда болатын астық компоненттерінің ферментативті ыдырау өнімдері ашытқы жасушаларына сіңіріледі, кекс ашытқысының қамыры кекс қамырын дайындамар алдында белсендірілген кезде ашытқының биотехнологиялық қасиеттерін арттырады [2].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Толық дәнді бидай ұны қосылған кекс өнімдерінің сапасы бойынша зерттеулер М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университетінің, «Тамақ өндірісі және биотехнология» кафедрасының зертханасында жүргізілді.

Өндірілген бидай мен жұмсағы алынған ұнды кекстерді өндіру процесінде пайдалану нақты іс жүзінде зерттелмеген. Ұсынылып отырған зерттеудің бірінші кезеңінде ашытқымен дайындалған кекстерді өндіру процесі зерттелді. Технологиялық процестің барысы мен кекстің сапасына ашытқының бастапқы биотехнологиялық белсенділігі және олардың қамырын дайындаудың анаэробты жағдайларына бейімделу қабілеті әсер етеді. Біз «Көктем» рецептурасы бойынша кекстер дайындадық. Ашыту ұзақтығы 4-4, 5 сағ. қамырдың ылғалдылығы 49-52% құрайды. Ашытқының ашыту белсенділігі қамырдың ашытылуы кезінде жеткіліксіз болып көрінеді. Ашытқының ашыту белсенділігін арттыру үшін оны белсендірілу жүргізілді. Ашытқыны белсендіру үшін құрғақ қайнатпа (ісінетін ұн) және өндірілген бидай мен ет ұны 1:1 қатынасында қолданылды.

Наубайхана ашытқысы қамырдағы ұн массасына 1,8-2% мөлшерінде судан, құрғақ қайнатпадан, өндірілген бидай ұнынан және ет ұнынан тұратын қоректік ортада ұсталды. Құрғақ қайнату мөлшері 0,2-0,4% құрады. Белсендіру ұзақтығы 30-34°C температурада 40-50 мин жүргізілді. Қоспаның ылғалдылығы 75-78% құрады. Құрғақ қайнатуды қолдану қоспада мальтозаның жиналуына оң әсер етеді, сондықтан өндірілген бидай ұны мен ет ұнының құрғақ және ферментативті кешенінің қайнату құрамының әсерінен белсендірілу әсерін арттырады. Ашытқыны белсендіру үшін қоректік ортаға құрғақ қайнатпа, бидай дәнінің ұны мен ет ұнын енгізу қоспада ақуыздардың, көмірсулардың, минералдардың, дәрумендер мен ферменттердің жеткілікті болуына байланысты ашытқы жасушаларын қуаттандыруға мүмкіндік береді.

Ашытқыны осылай қуаттандыру ашытқыны ашытуға дайындау процесін жеделдетуге, көтерілу күшін арттыруға және қамыр ашытқысы мен қамырдың ашытуын тездетуге әкеледі (1-кесте).

Кесте 1

Ашытқыны белсендірудің ашытқы сапасына әсері

Көрсеткіштер	Бақылау	Тәжірибе
Көтеру күші, мин	14	10
Ферментативті белсенділік, мин:		
зимазды	47	42
мальтозды	72	64
белсендіру ұзақтығы, мин	90	40-50

Ұсынылған әдіс ашытқының көтергіш күшін арттыруға мүмкіндік береді және осылайша кекс қамырының ашытылу процесін күшейтеді. Кекстердегі сіңірілмейтін диеталық талшықтар құрамын бүтін бидай ұнының өнімдерін өндіруде қолдану арқылы арттыруға болады. Бүтін бидай дәнінде целлюлоза, гемицеллюлоза, пентозан және лигниннен тұратын ағзаға сіңірілмейтін өсімдік талшықтары кездеседі.

Бүтін дәндерден алынған ұнтақталған ұн құрамында тек эндоспермде ғана емес, сонымен қатар эмбрион мен қабықшада В, РР, Е тобының дәрумендері, ақуыздар, көпқанықпаған май қышқылдары, минералдары бар компоненттер кездеседі. Мұндай ұн құрамында кальций, темір, марганец, селен, мырыш, титан, ванадий және т.б. сияқты минералдар бар, олар сұрыпталған ұн алу процесінде жойылады. Алдымен ашытқыны белсенді ету арқылы қамырдың ашытылу процесіне және рецепт бойынша дайындалған «Көктем» кекстерінің қамырына әсері зерттелді.

Белсендірілген ашытқымен жұптастырылған қышқылдың жиналуы ашытқыны белсендірілмеген қамырмен салыстырғанда анағұрлым қарқынды өсетіндігі анықталды, бұл қамырдың ашыту ұзақтығын 1-1,5 сағатқа қысқартуға мүмкіндік береді. Қамырдың қышқылдығы 3-3, 5 градус. Содан кейін тұтас бидайдан тартылған ұнды кекс қамырын ашытуға қолданудың қамыр ашыту процесіне және өнімнің сапасына әсері зерттелді.

Кекстердің үш үлгісі дайындалды. Біріншісі белсендірілген ашытқыны бақылау. Қамыр ашытқысы мен қамыр рецептке сәйкес жоғары сұрыпты бидай ұнын қолданып дайындалды. Қамыр ашытқысы және қамырға рецепт бойынша ұнның 50% енгізілді. 1-тәжірибедегі үлгі белсендірілген ашытқыдан, ал қамыр ашытқысы мен қамыр бидай ұнынан дайындалды. 2-тәжірибедегі үлгі белсендірілген ашытқыдан дайындалды, қамыр ашытқысы жоғары сұрыпты бидай ұнынан дайындалды, ал қамырға жоғары сұрыпты бидай ұнының орнына тұтас бидайдан тартылған ұн қосылды. Қамыр ашытқысы мен қамырдың ашытылу процесіне ашытқының белсенділігі де, қолданылатын шикізат та әсер етеді. Бүтін бидай ұнының қышқылдығы 5-5,5 градус болды. Қышқылдығы жоғары ұнды қосу желімтектің қасиеттерінің өзгеруіне де, қамыр ашытқысы мен қамырдың ашытылу процесіне де әсер етеді [3].

Егер кекс қамырын 3-3,5 сағат ашыту кезінде белсендірілген ашытқыдағы бақылау қамырының қышқылдығы 3-3,5 градус болса, содан кейінгі прототиптегі үлгіде қышқылдық жоғары болды және 4-5 градусты құрады, осы белсендірілген ашытқыны қолдану арқылы қамырдың ашыту ұзақтығын 2,5-3 сағатқа дейін төмендету қажеттілігін тудырады, және қамырдың жеткілікті көтерілуін қамтамасыз етеді.

Екінші үлгідегі қамырдағы қышқылдың жиналуы бақылау үлгісіндегідей болды.

Қамыр ашытқысы жетілдірілгеннен кейін қамыр илеу жүргізілді. Сынақ – бақылау сынамасының ылғалдылығы 30-32%, бірінші және екінші сынама 32-34% болды. Қамырдың температурасы 30-32⁰С. Бақылау қамыр үлгісі 1,5-2 сағ, 1-тәжірибелік 60-75 мин, 2-тәжірибелік 1-1,5 сағ. Дайын бақылау сынағының қышқылдығы 3-3,5 градус, 1-тәжірибелік сынағы 3,5-4,5 градус, 2-тәжірибелік сынағы 3,5-4 градусты көрсетті.

Бидай ұнын бүтін бидай дәнінен тартылған ұнмен алмастыру қамыр ашытқысының бастапқы қышқылдығының (2-кесте) жоғарылауына, сондай-ақ қамырдың ылғалдылығының 2-4% жоғарылауына әкелді.

Өнімдерді пісіру 185-210⁰С температурада 18-20 минут ішінде жүргізілді және салмағы 100 г.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Кекстердің сапасы органолептикалық (2-кесте) және физикалық-химиялық көрсеткіштері бойынша бағаланды

Кесте 2

Кекс сапасының органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Бақылау	1-тәжірибе	2-тәжірибе
Дәмі мен иісі	Бұл атауға тән, бөтен дәм мен иіссіз		
Пішін	Осы атауға сәйкес дұрыстары		
Беті	Дөңес, тегіс және күйдірілмеген	Кішкентай жарықшақтары бар дөңес	Кедір-бұдыр, ойықсыз және ісінусіз
Түсі	Ашық қоңыр	Қара қоңыр	Қоңыр
Сынықтағы көрініс	Жақсы пісірілген қатайтылмаған және шикілік іздері жоқ		
Кеуектілік құрылымы	Жұқа біркелкі жұқа қабырғалы	Орташа қалыңдығы жеткіліксіз	Майда біркелкі орташа қалыңдықты

Бүтін бидайдан тартылған ұннан дайындалған кекстер бақылау және 2-тәжірибелік сынамамен салыстырғанда қою түсті болды, бұл ұн сапасының ерекшеліктерімен түсіндіріледі. 1-тәжірибелік нұсқа бойынша дайындалған кекстер түсі жағынан қою қаралау болды және бақылау және екінші тәжірибелік үлгіге қарағанда қалыңдығы бойынша кеуектілігі жеткіліксіз болды.

Зерттеу нәтижелері қамырдың ылғалдылығы кекстердің құрылымына әсер ететіндігін көрсетті. Бүтін бидайдан тартылған бидай ұнының дозасының жоғарылауымен қатар қамыр мен өнімдердің ылғалдылығын 2-4%-ға арттыру қажет, бұл ұнның перифериялық астық бөлшектерінің пайда болуы және суды сіңіру қабілетімен түсіндіріледі. Өнімдердің қышқылдығы бүтін бидайдан тартылған бидай ұнының мөлшерінің жоғарылауымен жоғарылайды, бұл ұнның қышқылдылығымен түсіндіріледі.

Қамыр мен қамырдың ашытылуы жоғары сұрыпты бидай ұнынан жасалған қамырмен салыстырғанда жоғары қышқылдықта өтеді. Қамыр ашытқысы мен қамырды ашыту процесі белсендірілген ашытқыны қолдану арқылы біршама күшейеді. Алынған нәтижелерді талдай отырып, бүтін бидайдан тартылған бидай ұнын қолданған кезде, кекстер қамырын ашытып

дайындау барысында, негізгі қамырды дәстүрлі қамыр ашыту әдісімен, ал қамырды бүтін бидайдан тартылған бидай ұнынан дайындаған кезде ең жақсы үлгіні көрсетеді деген қорытынды жасауға болады.

Кекстердің 1-тәжірибелі үлгісінің қышқылдығы 2,7-3,5 градус, ал 2-тәжірибелі үлгінің қышқылдығы 2,5-3 градус болды. Тұтынушылық қасиеттері бойынша бүтін бидайдан тартылған бидай ұнын қолдана отырып дайындалған кекстер бақылаудағы кекстерден кем түспеді, өйткені тәтті және қышқыл тәтті дәмі ашыту шикізатының көп мөлшерін көрсетпеді.

Бүтін бидайдан тартылған бидай ұнын химиялық қопсыту ұнтақтарын қосу арқылы кекстер өндірісінде қолдану ұтымды. Бүтін бидайдан тартылған бидай ұнына химиялық қопсытқыштар қоса отырып «Астаналық» кекстерін алуға әсері зерттелді [4].

Бүтін бидайдан тартылған жоғары сұрыпты бидай ұнын қолдана отырып, зертханалық пісіру сериясы жүргізілді. 1 және 2 тәжірибелерде бидай ұны тиісінше 100 және 50% аталған бидай ұнына ауыстырылды. Қамыр мен кекстің ылғалдылығы 2-3% - ға өсті. Бүтін бидайдан тартылған бидай ұнының оңтайлы дозасы – ЖС бидай ұнының бидай ұнына қатынасы (1:1).

Қамырдың бақылау сынағының ылғалдылығы 23-25%, ал тәжірибеліктегі 25-27%. Қамырды илеудің жалпы ұзақтығы 23-28 мин. Кекстердің әрбір данасының пісірілу ұзақтығы 205-210°C температурада 25-30мин.

Қамырдың ылғалдылығының кекстердің сапасына әсері зерттелді (3-кесте).

Кесте 3

Ылғалдылықтың кекстердің тығыздығына әсері

Атауы	Ылғалдылығы, %		Тығыздығы, г/см ³
	қамырдың	кекстің	
Бақылау	23,0	21,6	0,62
1-тәжірибе	25,2	22,6	0,7
	26,0	23,5	0,67
	26,5	2,6	0,65
2-тәжірибе	25,0	22,5	0,68
	25,8	23,3	0,65
	26,0	24,7	0,64

ЖС бидай ұнын бүтін бидайдан тартылған бидай ұнына ауыстырумен дайындалған кекстер 2 кекстер үлгісімен салыстырғанда күңгірт түсті (1-үлгі) болды, мұнда ЖС бидай ұны мен тұтас бидай ұны 1:1 қатынасында алынды.

Қорытынды. Кекстер пішінінің дұрыстығымен, бөгде иіссіз және дәмсіз, біркелкі кеуектілігімен сипатталды. Бақылау үлгісі тәжірибеге қарағанда жұқа қабырғалы кеуектілікке ие болды, беті дөңес тегіс (бақылау) және 1-2-тәжірибеде кедір-бұдыр. «Астаналық» кекстерінің құрамындағы бүтін бидай ұнының үлесінің артуы қамыр мен кекстің ылғалдылығының нормативтік талаптарының сәйкес өсуіне әкелді. Бүтін бидайдан тартылған бидай ұны бар өнімдердің тығыздығының артуы желімтегінің көптігімен және ұнның суды сіңіру қабілетімен түсіндіріледі. Өнімдердің сілтілігі 1,5-1,8 градус аралығында болды. Ұнтақталған бүтін бидай ұны құрамында ақуыздардың, талшықтардың, минералдардың, дәрумендердің мөлшері

жеткілікті және оларды химиялық қопсытқыштар қосу арқылы кекстер дайындауда қолдануға болады.

Бүтін бидайдан тартылған бидай ұнын кекстер дайындау өндірісінде химиялық қопсытқыштарды қосу арқылы қолдану өнімнің тағамдық құндылығын арттырады.

Әдебиеттер тізімі

1. Пашенко, Л.П. Интенсификация технологических процессов в производстве хлеба [Текст] / Л.П. Пашенко. – Воронеж: ВГТА. 2000. – 207с.
2. Шастокольский, В. Проростки – источник здоровья [Текст] / В. Шастокольский, М. Шастокольская // Хлебопродукты. – 2005. – №4. – С. 56-57
3. Губаненко, Г.А. Разработка и оценка качества дрожжевого кекса с пектином древесной зелени сосны обыкновенной [Текст] / Г.А. Губаненко // Вестник КрасГАУ, – 2015. – №7. – С. 105-110
4. Матвеева, Т.В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения: Научные основы, технологии, рецептуры [Текст] / Т.В. Матвеева, С.Я. Корячина – СПГ: ГИОРД, 2016.

Материал редакцияға 19.04.23 түсті.

Б.Е. Солтыбаева¹, П.М. Маликтаева²

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

²Международный Таразский инновационный институт имени Шерхана Муртазы, Тараз, Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ МУКИ ЦЕЛЬНОЗЕРНОВОЙ ПШЕНИЧНОЙ В ПРИЗВОДСТВЕ КЕКСА

Аннотация. Изучена возможность применения муки цельнозерновой пшеничной в производстве кекса, обеспечивающего повышение пищевой ценности. Установлена целесообразность применения муки цельнозерновой пшеничной в рецептуре кекса на химических разрыхлителях с учетом органолептических и физико-химических показателей. Данный продукт позволит повысить пищевую и биологическую ценность и увеличить ассортимент мучных кондитерских изделий.

Ключевые слова: активация дрожжей, технология кекса, мука пророщенного зерна, мука цельнозерновая пшеничная, повышение пищевой ценности.

В.Е. Soltybaeva¹, P.M. Maliktaeva²

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

²Sherkhan Murtaza International Taraz Innovation Institute, Taraz, Kazakhstan

THE USE OF WHOLE WHEAT FLOUR IN THE PRODUCTION OF CUPCAKE

Abstract. The possibility of using whole wheat flour in the production of cupcake, providing an increase in nutritional value, has been studied. The expediency of using whole wheat flour in the cake recipe on chemical baking powder, taking into account organoleptic and physico-chemical parameters, has been established. This product will increase the nutritional and biological value and increase the range of flour confectionery products.

Keywords: yeast activation, cupcake technology, sprouted grain flour, whole wheat flour, increased nutritional value.

References

1. Paschenko, L.P. Intensifikaciya tekhnologicheskikh processov v proizvodstve hleba [Intensification of technological processes in bread production]. Voronezh: VGTA. 2000. – 207p. [in Russian]
2. Shastokolsky, V., Shastokolskaya, M. Prorostki – istochnik zdorov'ya [Sprouts are a source of health] // Hleboprodukty [Bread products] – 2005. – No.4. – P. 56-57. [in Russian]
3. G.A. Gubanenko,. Razrabotka i ocenka kachestva drozhzhevogo keksa s pektinom drevesnoj zeleni sosny obyknovennoj [Development and evaluation of the quality of yeast cake with pectin of woody greens of scots pine] // Bulletin of KrasGAU, – 2015. – No. 7. – P. 105-110. [in Russian]
4. Matveeva, T.V., Koryachnina, S.Ya. Muchnye konditerskie izdeliya funktsional'nogo naznacheniya: Nauchnye osnovy, tekhnologii, receptury [Flour confectionery products of functional purpose: Scientific foundations, technologies, recipes]. –SPG: GIORD, 2016. [in Russian]

FTAMP 65.33.03

Г.Е. Аубакирова¹ - негізгі автор, | ©
А.М. Саидов², Г.К. Есеева³, З.К. Молдахметова⁴



ORCID



¹Аға оқытушы, ²Аға оқытушы, ³Ауыл шаруашылық ғылымд. канд. проф.,
⁴Техн. ғылым. канд., қауымдастырылған проф. м.а.

¹<https://orcid.org/0009-0006-3072-7245>; ²<https://orcid.org/0000-0002-6937-4663>;

³<https://orcid.org/0000-0001-8795-0700>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-0312-0169>

^{1,2,4} А. Байтұрсынов атындағы Қостанай Өңірлік университеті,

Қостанай қ., Қазақстан Республикасы

³ М. Дулатов атындағы Қостанай инженерлік-экономикалық университеті,

Қостанай қ., Қазақстан Республикасы

@ aubakirova.6767@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/ZJSW2011>

КОНДИТЕРЛІК ӨНІМДЕРДІ ДАЙЫНДАУ МЕН ЖОБАЛАУДАҒЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Аңдатпа. Мақала кондитерлер десертті безендіру кезінде жиі қолданатын кондитерлік өнім мастиканы зерттеу жайында жазылған. Сонымен қатар мастика өндірісінің экономикалық тиімділігі де қарастырылды. Зерттеудің мақсаты екі түрлі рецептурадағы мастиканың жасалу технологияларындағы және органолептикалық көрсеткіштеріндегі айырмашылықты анықтап, салыстыру болды. Зерттеулер барысында осы екі бөлек рецептурамен дайындалатын екі мастика түрінің, яғни сүттен және желатиннен жасалған мастика ерекшеліктері, артықшылықтары, кемшіліктері және органолептикалық көрсеткіштері анықталды. Зерттеудің маңыздылығы мастика өндірісіндегі ұтымды рецептураны анықтап, сол арқылы экономикаға жақсы жағынан әсер ету. Ғылыми зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында, алдымен, жалпы кондитерлік аумағында мастика кондитерлік өнімін дайындауда қолданылатын барлық инновациялық технологиялар мен техникалар анықталып, зерттелді. Ғылыми зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында «Салтанат» ЖШС кондитерлік цехында әртүрлі технологиямен және әртүрлі шикізаттан дайындалатын мастика өнімін өндірудің экономикалық тиімділігі есептелді. Талдау барысында МемСТ 5904 стандарты қолданылды және барлық талдау нәтижелері кестелерде көрсетілді. Нәтижелер бойынша сүттен жасалған мастика қымбат болғанымен, сапасы жақсы әрі оңай дайындалады, алайда желатиннен жасалған мастиканың арзан болатынын байқауға болады. Зерттеу нәтижесінің мақсаты орындалды.

Тірек сөздер: мастика, органолептикалық көрсеткіш, экономикалық тиімділік, сүт, желатин, кондитерлік, өндірістің технологиясы.



Аубакирова, Г.Е. Кондитерлік өнімдерді дайындау мен жобалаудағы инновациялық технологиялар / Г.Е.Аубакирова, А.М. Саидов, Г.К. Есеева, З.К. Молдахметова // *Механика және технологиялар / Ғылыми журнал.* – 2023. – №2(80). – Б.70-79. <https://doi.org/10.55956/ZJSW2011>

Кіріспе. Кондитерлік өндіріс салаларының ішінде қоғамдық тамақтандыру кәсіпорындарындағы кондитерлік өндірістерде, соңғы жылдары, көптеген өзгерістер орын алды. Заманауи жағдайларда қоғамдық тамақтандыру кәсіпорындарының кондитерлік цехтары – аса кең

ассортименттен тұратын, жеке топтарға жіктелген тағамдық өнімдер өндіреді. Бұл өнімдер өзара рецептуралық құрамы, өндіру технологиясы және тұтынушылық қасиеттері бойынша ерекшеленеді. Кондитерлік өнімдер адам өміріне қажеттілігі бойынша бірінші текті тағамдық өнімдердің қатарына жатпайтындығына қарамастан, қазіргі таңда, нарықтағы кондитерлік өнімдерге деген халық сұранысы аса жоғары екендігін атап өту қажет. Бұл, ең алдымен, кондитерлік өнімдердің тартымды сыртқы түрімен тығыз байланысты.

Халықтың әр санатына жататын тұтынушылардың сұраныстарын есепке ала отырып кондитерлік өндіріс өнімдерінің ассортиментін кеңейту – тек осы саладағы ғана емес, сонымен қатар, ұқсас салалардағы инновациялық дамуларға жол ашады. Бұл өндірісті жаңа әмбебап техникалармен жабдықтауға және жаңа технологияларды ойлап табуға деген сұранысты тудырады.

Заманауи кондитерлік кәсіпорындары прогрессивтік технологиялық үрдістерді кеңінен қолданумен, өндірісті кешендік механизациялау мен автоматизациялаумен, еңбек жағдайларын жақсартумен, дайын өнімдердің жоғары сапасымен, олардың ассортиментін кеңейте отырып, өнімдердің өзіндік құнын төмендетумен ерешеленулері қажет.

Кондитерлік өнімдер дегеніміз – өзара рецептуралық құрамы, дайындау технологиясы мен тұтынушылық қасиеттері бойынша ерекшеленетін, ассортименті кең тағамдық өнімдердің тобы болып табылады. Бұл өнімдер адамның энергетикалық балансын тұрақтандыруда аса маңызды рөл атқарады.

Кондитерлік өнімдер ассортиментінің құрылымында ұннан дайындалған өнімдер маңызды орын алады. Олар бүкіл кондитер өндірісінің басым бөлігін құрайды. Қазіргі уақытта, өндіріс көлемі бойынша ұннан дайындалған өнімдер қант өнімдерінен кейінгі екінші орында тұр. Бұл өнімдерді арнайы мамандандырылған және әмбебап кондитерлік фабрикалар, наубайханалар мен мейрамханалардың кондитерлік цехтары дайындайды [1].

Қазіргі уақытта, Қазақстанның кондитерлік өнімдер нарығында ұннан дайындалған өнімдер тобының импорттық тауарларымен толықтандырылған. Сонымен бірге, отандық өнеркәсіпте ұннан жасалған кондитерлік өнімдер өндірісінің қарқынды өсу тенденциясы байқалады.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі, кондитерлік өндірісте қолданылатын технологиялардың бір орында тұрмай, жыл сайын өзгерістерге ұшырауымен сипатталады. Кондитерлік өндіріс саласында инновациялық технологиялар аса маңызды рөл атқарады.

Жүргізілген ғылыми зерттеулердің алға қойған басты мақсаты жағдайында өндірілетін мастика кондитерлік өнімдерін зерттеу болып табылады:

- мастика дайындауда қолданылатын инновациялық технологиялар мен техникаларды сипаттау;
- мастика сынамаларының дайындау технологияларын салыстыру;
- мастика сынамаларының органолептикалық көрсеткіштерін анықтау;
- мастика өндірісінің экономикалық тиімділігін есептеу.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Таңдалып алынған мастика түрлеріне жүргізілген зерттеу жұмыстары. Зерттеулер барысында осы екі бөлек рецептурамен, технологиямен дайындалатын екі мастика түрінің ерекшеліктері, артықшылықтары, кемшіліктері және органолептикалық көрсеткіштері анықталды. Ғылыми зерттеу жұмыстары үшін сүттің негізінде

және желатиннің негізінде дайындалатын екі түрлі мастика алынды. Сүттің негізінде дайындалатын мастиканың рецептурасы келесі кестеде көрсетілген. Кестеде көрсетілген деректер соңғы алынатын өнімнің, яғни мастиканың 1 тонна шығымына есептелген.

Кесте 1

Сүттің негізінде дайындалатын мастиканың рецептурасы (1 тонна)

Құрам бөлігі	Салмағы, кг
Қоюландырылған сүт	320
Құрғақ сүт	320
Қант ұнтағы	320
Лимон шырыны	40

1-кестеде көріп отырғанымыздай, сүттің негізінде жасалатын мастиканы дайындау үшін қолданылатын қоюландырылған сүттің, құрғақ сүттің және қант ұнтағының мөлшері бірдей болуы қажет. Бұл осы мастиканы дайындаудың басты ерешелігі болып табылады. Кейбір рецептураларда осы мастика дайындауда лимон шырыны қолданылмайды. Сүттен жасалған мастиканы дайындау үшін алдымен қант ұнтағы мен құрғақ сүт өзара араластырылады. Алынған қоспаға қоюландырылған сүт пен лимон шырыны біртіндеп қосылады. Масса біркелкі консистенциялы мастика алынғанға дейін араластырылады. Дайындалғаннан кейін мастиканы бірден қолдануға болады. Қажет болған жағдайда мастикаға тағамдық бояғыштар қосылады [2].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Зерттеу жұмыстары үшін таңдалынып алынған екінші мастика түрі, ол желатиннен дайындалған мастика. Бұл мастиканың дайындау рецептурасы бірінші нұсқаға қарағанда айтарлықтай өзгешеліктерге ие. 2-кестеде желатинді мастиканың рецептурасы келтірілген. Рецептүра дайын мастиканың 1 тонна көлеміне есептелген.

Кесте 2

Желатиндік мастиканың рецептурасы (1 тонна)

Құрам бөлігі	Салмағы, кг
Желатин	10
Қант ұнтағы	900
Су	90

Желатиндік мастиканың белгіленген рецептурасынан көріп отырғанымыздай желатиндік мастиканың негізгі құрам бөлігі қант ұнтағы мен желатин. Себебі, желатин бұл рецептурада байланыстырушы мен қоюландырғыш компонентінің рөлін атқарады.

Желатиндік мастиканы дайындау үшін, ең алдымен, желатин температурасы 25С⁰ болатын сумен араластырылып 40-60 минутқа қойылады. Содан соң бұл масса қыздырылып, қайтадан суытылады. Салқындатылған, сұйық күйдегі желатинге біртіндеп қант ұнтағы қосылып, араластырылады. Осы қоспа біркелкі мастика массасы алынғанға дейін 20-25 минут бойы араластырылады. Осы кезеңде қажет болған жағдайда мастика массасына тағамдық бояғыштар қосылады. Мастиканың дәмін жақсарту үшін, оны ақ түсті ету үшін, мастика тез кебуі үшін массаға лимон

қышқылын қосуға болады. Рецептүраға сәйкес лимон қышқылының мөлшері қант ұнтағының массасының 0,3%-ына тең болуы тиіс.

Жоғарыда келтірілген сүттен жасалған және желатиннен жасалған мастикалардың жасалу рецептураларынан көріп отырғанымыздай, осы екі мастикаларды дайындаудың технологиялық үрдісі бір-бірінен белгілі бір айырмашылықтарға ие. Технологиялық үрдістері бойынша сүттен дайындалатын мастика артықшылықтарға ие. Себебі, бұл мастиканы дайындау үшін оның құрам бөліктерін араластыру қажет және ол үшін жұмсалатын уақыт көлемі айтарлықтай аз. Ал, желатиндік мастиканы дайындау технологиясында бірқатар күрделі үрдістер бар және ол айтарлықтай уақыт көлемін талап етеді [3].

Дайын мастиканы тығыз жабылатын полиэтилен пакеттерде сақтауға болады. Кондитерлік цех жағдайларында мастиканы алдымен полиэтилен пакеттерге тығыз етіп орайды да кейін оларды тараларға қаптайды.

Зерттеу жұмыстары барысында таңдалып алынған екі мастика үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштері анықталды. Органолептикалық көрсеткіштерін анықтау жұмыстары кондитерлік цехтың зертханасында жүзеге асырылды. Органолептикалық көрсеткіштерін анықтау үшін құрамына ешқандай бояғыштар, хош иістендіргіш және тағамдық қоспалар қосылмаған мастика үлгілері алынды.

Мастиканың органолептикалық көрсеткіштеріне оның сыртқы түрі, консистенциясы, түсі, дәмі және иісі жатады. Зерттеу объектілерінің органолептикалық көрсеткіштерін анықтау үшін қандай да бір қосымша құрал-жабдықтар қажет емес. Себебі, органолептикалық көрсеткіштер адамның көзбен қарауы, қолмен ұстап көруі және иісін сезуі арқылы жүзеге асырылады [4].

Екі түрлі мастика үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштерін анықтау үшін, осы үлгілер зертханаға әкелінді. Органолептикалық көрсеткіштерді анықтау барысында, бөлмедегі жарықтандыру табиғи жарыққа жақын болуы тиіс. Себебі жасанды жарық көзінің әсерінен мастиканың түсі мен сыртқы түрінің анық көрсеткіштерін нақты анықтауда қателіктер болуы мүмкін. Сүттен жасалған және желатиннен жасалған қос мастика үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштерін анықтау барысында жинақталған ақпараттар 3-кесте түрінде жазылды.

Кесте 3

Мастика үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштері	Сүттің негізінде дайындалған мастика үлгісі	Желатиннен дайындалған мастика үлгісі
Түсі	Сарғыш түсті (кремді түс)	Ақ
Консистенциясы	Аса жұмсақ пластилин тәрізді	Орташа жұмсақ, қаттылау десе де болады.
Иісі	Қоюландырылған сүттің және лимонның иісі білінеді	Айқын білнетін иісі жоқ, аздаған қант ұнтағының иісі білінеді
Дәмі	Өте тәтті	Өте тәтті

Кондитерлік цехтың зертханасы жағдайларында екі мастика үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштері анықталды. Мастика үлгілеріндегі басты айырмашылық олардың түсінде болды. Желатиннен дайындалған мастика таза ақ түсті болса, ал сүттен жасалған мастиканың түсі сарғыш (кремді түске жақын) болды. Консистенциясы бойынша аса қатты білінетін айырмашылықтары жоқ. Бірақ, қолмен ұстап көргенде сүттен дайындалған мастиканың жұмсағырақ екендігі айқын білінеді. Ал, салыстырмалы түрде желатиннен дайындалған мастика қаттылау болып келеді. Дәмдік көрсеткіштері бойынша қос үлгі де өте тәтті дәмге ие. Бірақ сүттен дайындалған мастиканың дәмі жағымдырақ және бұл мастикадан қоюландырылған сүттің дәмі білінеді. Ал, желатиннен дайындалған мастика үлгісінде таза түрінде қант ұнтағының дәмі айқын білінеді. Иісі бойынша мастиканың өзіне тән, яғни қанттың иісі қос үлгіде де білінеді. Тек сүттен дайындалған мастикадан аздаған қоюландырылған сүт пен қосылған лимон шырынының аздаған иісі байқалады [5].

Органолептикалық көрсеткіштерін анықтау барысында мастикалардың қаншалықты тез кебетіндігі де зерттелді. Тәжірибе нәтижесінде желатиннен дайындалған мастиканың бірден кеуіп қалатындығы анықталды. Ал, сүттен жасалған мастика ұзағырақ уақытқа дейін кеппей тұрады. Кепкеннен кейін желатиндік мастика өте қатты күйге айналады. Сүттен дайындалған мастика сәл жұмсақ күйде болады.

Органолептикалық көрсеткіштерін анықтау әдісі өнімнің сапасын объективті түрде бақылауға арналған. Бұл әдіс жалпы органолептикалық көрсеткіштері бойынша өнімді балдық жүйемен бағалаумен сипатталады. Кондитерлік өнімнің органолептикалық көрсеткіштерінің талдауын жүргізу, оның сыртқы түрін, текстурасын (консистенциясын) иісі мен дәмін балдық шкаламен бағалауды қарастырады. Яғни, 5 балл – жоғары сапасы, 4 балл – сапасы жақсы, 3 балл – сапасы қанағаттанарлық, 2 балл – сапасы көңіл толмайды дегенді білдіреді.

Органолептикалық көрсеткіштерін анықтау үшін мастика үлгілерін таңдап алу МемСТ 5904 стандартының талаптарына сәйкес жүргізілді. Органолептикалық көрсеткіштердің ішінде дәм көрсеткішін анықтау барысында, әр үлгінің дәмін татқан соң, келесі үлгінің дәмін анықтамас бұрын ауыз қуысын жақсылап тазалап, шаю қажет. Өнім сапасын рейтингтік бағалауды жалпы ортақ органолептикалық көрсеткіштері бойынша жүргізілді. Мастика үлгілерінің сыртқы түрін бағалау барысында олардың нақты қасиеттеріне баса мән берілді. Мастика үлгілерінің консистенциясын, яғни құрылымын анықтау бірнеше әдістердің көмегімен жүргізілді. Ең алдымен сырттай қарау арқылы [6].

Содан соң қолмен ұстап көру арқылы. Кейін, мастиканың ауыз қуысындағы, шайнау барысындағы құрылымы бағаланды. Қос үлгінің толықтай органолептикалық көрсеткіштеріне 5 балдық баға берілді.

Қосмастика үлгілерінің органолептикалық көрсеткіштерін анықтап, дайындау рецептураларын қарастырған соң осы мастикалардың артықшылықтары мен кемшіліктері туралы толық ақпараттар анықталды. Бұл қос мастикалардың бір-бірінен ерекшеленетін көптеген белгілері бар. Осы көрсеткіштер төмендегі «Сүттен дайындалған мастика мен желатиндік мастиканың артықшылықтары мен кемшіліктері» атты 4-кестеде нақты көрсетілген.

Кесте 4

Сүттен дайындалған мастика мен желатиндік мастиканың
артықшылықтары мен кемшіліктері

Мастика түрі	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Сүттен жасалған мастика	жұмсақ; торттың беткі қабатын қаптауға аса ыңғайлы; дайындауға жұмсалатын уақыт көлемі қысқа	сарғыш түсті, ақ түс алу үшін бояғыштар қосу қажет; безендіруге арналған фигуралар ұзақ уақыт бойы жұмсақ күйінде қалып, кеппейді; жұмыс барысында қолға жабысады
Желатиннен жасалған мастика	ақ түсті; торттарды безендіруге арналған ірі және ұсақ фигураларды жасауға ыңғайлы; өндіруге жұмсалатын шығын мөлшері төмен	торттардың беткі қабатын қаптауға сай келмейді, себебі тез кеуіп қалады; дайындау уақыты ұзағырақ; дайын фигуралар шытынап, сынулары мүмкін

Кондитерлік өнімдерді өндіру саласымен айналысатын кәсіпорындар үшін кәсіпорын жұмысының экономикалық тиімділігін айқын білу аса маңызды болып табылады. Жұмыс жасау бағыттылығына қарамастан кез келген кәсіпорын жұмысының мақсаты табысты және тиімді өндірісті қамтамасыз ету болып табылады. «Экономикалық тиімділік» түсінігі нарықтық экономиканың аса маңызды категорияларына жатады [7].

Экономикалық тиімділік дегеніміз – кәсіпорын жұмысының нәтижелері мен осы нәтижеге қол жеткізу үшін жұмсалған еңбек шығындарының ресурстық шығындардың арақатынасымен сипатталатын көрсеткіш. Кәсіпорын жұмысының экономикалық тиімділігі осы аталған нәтижелерге жеткізген шығындар мен ресурстарға тікелей баланысты болды. Осылайша алғанда, экономикалық тиімділік дегеніміз – алынатын тиімділіктің нәтижелерін шығындар мен ресурстарға қатынас түрінде есептелетін салыстырмалы көрсеткіш болып табылады. Кәсіпорынның экономикалық тиімділігін арнайы формуламен есептеп шығаруға болады. Экономикалық тиімділік әдетте қаржылай шығындар мен табыстардың көмегімен есептеледі. Экономикалық тиімділікті анықтау үшін кәсіпорын жұмысының рентабельділігі көрсеткішін анықтайтын формула кеңінен қолданылады.

$$\text{Рентабельділік (P)} = \text{Нәтиже (H)} / \text{Шығындар (Ш)} * 100\%$$

Ғылыми зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында «Салтанат» ЖШС кондитерлік цехында әртүрлі технологиямен және әртүрлі шикізаттан дайындалатын мастика өнімін өндірудің экономикалық тиімділігі есептелді. Ол үшін ең алдымен әр мастика түрін дайындау барысында қолданылған шикізаттарды сатып алуға жұмсалған шығын мөлшері анықталды.

Мастика өндірісінде қолданылатын шикізаттарға жұмсалатын шығындардың мөлшері төменде келтірілген 5,6-кестелерде есептелді. Осы деректер бойынша сүттен дайындалған 1 тонна мастиканы дайындау үшін

қажетті шикізаттарды сатып алуға 503800 теңге жұмсалады. Ал, желатиннен дайындалған 1 тонна мастиканы өндіруге қолданылатын шикізаттарды сатып алу құны 324500 теңгені құрады (7-кесте).

Кесте 5

Сүттен дайындалған мастиканы дайындауға қажетті
шикізаттың жалпы құны, 1 тонна өнімге

Шикізат түрі	Құны, теңге
Қоюландырылған сүт	121600
Құрғақ сүт	230400
Қант ұнтағы	107200
Лимон шырыны	44600

Кесте 6

Желатиннен дайындалған мастиканы дайындауға қажетті
шикізаттың жалпы құны, 1 тонна өнімге

Шикізат түрі	Құны, теңге
Желатин	23000
Су	0
Қант ұнтағы	301500

Кесте 7

Мастика өндірудің экономикалық тиімділігі, теңге

Көрсеткіштер	Сүттің негізінде дайындалған мастика үлгісі	Желатиннен дайындалған мастика үлгісі
Қолданылған шикізатқа жұмсалған жалпы шығындар мөлшері, теңге	503800	324500
1 тонна мастика өндірудің технологиялық үрдісіне жұмсалатын шығындар, теңге	135000	135000
1 тонна мастика өндіруге жұмсалатын жалпы шығын мөлшері, теңге	638800	459500
1 тонна мастиканы сатқанда келіп түсетін жалпы табыс мөлшері, теңге	850000	700000
1 тонна мастиканы сатудан келіп түсетін таза табыс мөлшері, теңге	211200	240500
Рентабельділігі	33,1	52,3

Шикізатқа жұмсалған шығындардан бөлек, технологиялық үрдіске жұмсалатын техникалардың амортизацияға, жұмыскерлердің еңбегіне, электрэнергиясына жұмсалатын шығын мөлшері де бар. Экономикалық

тиімділікті есептеуде осы шығындар да есепке алынады. Бұл шығындардың мөлшері 135000 теңгеге тең.

Кондитерлік цехында мастика өнімін және өзге де кондитерлік өнімдерді өндірудің технологиялық үрдісін жүзеге асыру үшін жаңа инновациялық технологияларды қолданады. Сонымен қатар, кондитерлік өнімдерді өндіру рецептуралары мүмкіндігінше жаңартылып отырады. Осылайша кәсіпорын нарыққа жаңа инновациялық өнімдер ассортиментін ұсынып отырады [8].

Зерттеу жұмыстары барысында қос сынамадағы мастикалардың рецептурасы анықталды, олардың дайындауға қолданылған технологиялық үрдіс зерттелді. Мастикалардың органолептикалық көрсеткіштерін анықтау үрдісі кондитерлік цехтың зертханасы жағдайларында барлық талаптарға сай жүргізіліп, анықталды. Сынамалардың органолептикалық көрсеткіштері МемСТ 5904 талаптарына сәкес анықталды. Зерттеу жұмысы барысында екі түрге жататын мастикалардың артықшылықтары мен кемшіліктері, өздеріне тән ерекшеліктері анықталды [9].

Бірақ, қолмен ұстап көргенде сүттен дайындалған мастиканың жұмсағырақ екендігі айқын білінеді. Ал, салыстырмалы түрде желатиннен дайындалған мастика қаттылау болып келеді. Дәмдік көрсеткіштері бойынша қос үлгі де өте тәтті дәмге ие [10].

Қорытынды. Ғылыми зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында, алдымен, жалпы кондитерлік аумағында мастика кондитерлік өнімін дайындауда қолданылатын барлық инновациялық технологиялар мен техникалар анықталып, зерттелді. Органолептикалық көрсеткіштерін анықтау барысында мастикалардың қаншалықты тез кебетіндігі де зерттелді. Тәжірибе нәтижесінде желатиннен дайындалған мастиканың бірден кеуіп қалатындығы анықталды. Ал, сүттен жасалған мастика ұзақ уақытқа дейін кеппей тұрады. Нәтижелер бойынша сүттен жасалған мастика қымбат болғанымен, сапасы жақсы әрі оңай дайындалады, алайда желатиннен жасалған мастиканың арзан болатынын байқауға болады. Зерттеу нәтижесінің мақсаты орындалды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Драгилев, А.И. Основы кондитерского производства [Текст] / А.И. Драгилев, Г.А. Маршалкин. – М.: Колос, 2013.
- 2 Коновалов, С.Б. Технико-экономические аспекты производства кондитерских изделий [Текст] / С.Б. Коновалов, С.А. Васильев // Сборник научных трудов. – М.: 2017. – С. 135.
- 3 Лазурко, Н.В. Основы организации маркетинговой деятельности на кондитерском предприятии [Текст] / Н.В. Лазурко. М.: Владос, 2014.
- 4 Носенко, А.С. Анализ инвестиционной и инновационной деятельности холдингов, предприятий кондитерской промышленности [Текст] / А.С. Носенко // Экономика и финансы. – 2012. – С. 69.
- 5 Олейникова, А.Я. Практикум по технологии кондитерских изделий [Текст] / А.Я. Олейникова, Г.О. Магомедов, Т.Н. Мирошникова. – Спб.: Гиорд, 2016. – С. 480-481.
- 6 Пашук, З.Н. Мучные кондитерские изделия [Текст] / З.Н. Пашук, Т.К. Апет // Справочное пособие, 2011. – С. 464.
- 7 Руденко, Е.Ю. Современные тенденции в кондитерском производстве [Текст] / Е.Ю. Руденко // Пищевая промышленность. 2017. – С. 66-67.
- 8 Рычкова, Л.И., Пучкова Л.И. Технология кондитерских изделий [Текст] / Л.И. Рычкова, Л.И. Пучкова // Пищевая промышленность. 2015. – С. 599.

- 9 Синькевич, М.А. Ресурсы инновационных технологий как способ повышения конкурентной привлекательности основных групп кондитерских изделий [Текст] / М.А. Синькевич // Пищевая промышленность. 2015. – С. 63.
- 10 Всё о мастике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tortopedia.in.ua/kakaya-mastika-luchshe-dlya-obtyazhki-torta/>

Материал редакцияға 19.05.23 түсті.

Г.Е. Аубакирова¹, А.М. Саидов¹, Г.К. Есеева², З.К. Молдахметова¹

¹*Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова,
г. Костанай, Казахстан*

²*Костанайский инженерно-экономический университет имени М. Дулатова,
г. Костанай, Казахстан*

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИЗГОТОВЛЕНИИ И ПРОЕКТИРОВАНИИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. Работа посвящена изучению мастики, кондитерского изделия, которое кондитеры часто используют при оформлении десертов. Также была рассмотрена экономическая эффективность производства мастики. Целью исследования было выявить и сравнить различия в технологиях изготовления и органолептических показателях мастики в двух разных рецептурах. В ходе исследований были выявлены особенности, преимущества, недостатки и органолептические показатели двух видов мастики, которые готовятся по этим двум отдельным рецептам, то есть мастики из молока и желатина. Важность исследования состоит в том, чтобы определить рациональную рецептуру производства мастики и тем самым оказать положительное влияние на экономику. В ходе проведения научных исследований, в первую очередь, были выявлены и исследованы все инновационные технологии и техники, применяемые при изготовлении кондитерских изделий мастики на общей кондитерской территории. В ходе проведения научно-исследовательских работ была рассчитана экономическая эффективность производства в кондитерском цехе ТОО «Салтанат» мастичной продукции, изготавливаемой по разным технологиям и из различного сырья. В ходе анализа применен стандарт ГОСТ 5904 и все результаты анализа отражены в таблицах. По результатам видно, что, хотя молочная мастика стоит дорого, ее качество лучше и проще приготовить, но мастика из желатина дешевле. Цель результатов исследования выполнена.

Ключевые слова. мастика, органолептический показатель, экономическая эффективность, молоко, желатин, кондитерские изделия, технология производства.

G.E. Aubakirova¹, A.M. Saidov¹, G.K. Eseeva², Z.K. Moldakhmetova¹

¹*A. Baitursynov Kostanay Regional University, Kostanay, Kazakhstan*

²*M. Dulatov Kostanay University of Engineering and Economics,
Kostanay, Kazakhstan*

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE MANUFACTURE AND DESIGN OF CONFECTIONERY PRODUCTS

Abstract. This article is devoted to the study of mastic, a confectionery product that confectioners often use when making desserts. The economic efficiency of mastic production was also considered. The aim of the study was to identify and compare

differences in manufacturing technologies and organoleptic characteristics of mastic in two different formulations. The research revealed the features, advantages, disadvantages and organoleptic characteristics of two types of mastic, which are prepared according to these two separate recipes, that is, mastic from milk and gelatin. The importance of the study is to determine a rational recipe for the production of mastic and thereby have a positive impact on the economy. In the course of scientific research, first of all, all innovative technologies and techniques used in the manufacture of mastic confectionery products on the common confectionery territory were identified and investigated. During the research work, the economic efficiency of production in the confectionery shop of Saltanat LLP of mastic products manufactured using different technologies and from various raw materials was calculated. During the analysis, the GOST 5904 standard was applied and all the results of the analysis are reflected in the tables. The results show that although milk mastic is expensive, its quality is better and easier to prepare, but gelatin mastic is cheaper. The purpose of the research results is fulfilled.




Keywords: mastic, organoleptic indicator, economic efficiency, milk, gelatin, confectionery, production technology.

References

1. Dragilev, A.I., Marshalkin, G.A. Osnovy konditerskogo proizvodstva [Fundamentals of confectionery production]. – Moscow: Kolos, 2013. [in Russian]
2. Konovalov, S.B., Vasiliev, S.A. Tekhniko-ekonomicheskie aspekty proizvodstva konditerskih izdelij [Technical and economic aspects of confectionery production] / Sbornik nauchnyh trudov [Collection of scientific papers], 2017. P. 135. [in Russian]
3. Lazurko, N.V. Osnovy organizacii marketingovoj deyatel'nosti na konditerskom predpriyatij [Fundamentals of the organization of marketing activities at confectionery enterprises]. – M.: Vldos, 2014. [in Russian]
4. Nosenko, A.S. Analiz investicionnoj i innovacionnoj deyatel'nosti holdingov, predpriyatij konditerskoj promyshlennosti [Analysis of investment and innovation activities of holdings, enterprises of the confectionery industry] // Ekonomika i finansy [Economics and Finance], 2012. P. 69. [in Russian]
5. Oleynikova, A.Ya., Magomedov, G.O., Miroshnikova, T.N. Praktikum po tekhnologii konditerskih izdelij [Workshop on confectionery technology]. – St. Petersburg: Giord, 2016. 480-481 p. [in Russian]
6. Paschuk, Z.N., Apet, T.K. Muchnye konditerskie izdeliya [Flour confectionery] // Spravochnoe posobie [Reference manual], 2011. P. 464. [in Russian]
7. Rudenko, E.Y. Sovremennye tendencii v konditerskom proizvodstve [Modern trends in confectionery production] // Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry], 2017. P. 66-67. [in Russian]
8. Rychkova, L.I., Puchkova, L.I. Sovremennye tendencii v konditerskom proizvodstve [Technology of confectionery products] // Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry], 2015. P. 599. [in Russian]
9. Sinkevich, M.A. Resursy innovacionnyh tekhnologij kak sposob povysheniya konkurentnoj privlekatel'nosti osnovnyh grupp konditerskih izdelij [Resources of innovative technologies as a way to increase the competitive attractiveness of the main groups of confectionery products] // Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry], 2015. P. 63. [in Russian]
10. Vsyо o mastike [All about mastic<https://tortopedia.in.ua/kakaya-mastika-luchshe-dlya-obtyazhki-torta/>] [in Russian]

IRSTI 65.09.30

A.Zh. Zhanysbek¹ – main author, | ©
A.B. Mynbaeva², N.V. Ivannikova³

 ¹Master student, ²Candidate of Engineering Sciences, Associated Professor,
³Master of Engineering and Technology
ORCID ¹<https://orcid.org/0009-0003-6934-627X>; ²<https://orcid.org/0000-0002-3799-2686>;
³<https://orcid.org/0000-0003-2739-6239>
 ^{1,2,3} M.Kh.Dulaty Taraz Regional University,
 Taraz, Kazakhstan
@ ¹aiaukajanibekovna@gmail.com

<https://doi.org/10.55956/WFLM8391>

THE IMPACT OF BULGUR FLOUR ON THE QUALITY OF WHEAT DOUGH

Abstract. The paper is devoted to the study of the possibility of using perspective material for baking - bulgur flour, which has a valuable chemical composition, high nutritional and biological value. In the course of experimental studies, it was found that the addition of bulgur flour improves the quality of baking flour and semi-finished products. Studies of the impact of bulgur flour on the indicators of gas-forming and gas-holding capacity of wheat dough were conducted using the device Reofermentometer F3, which allows controlling the rate of pressure change of forming carbohydrate dioxide during fermentation.

Keywords: bulgur flour, bakery products, nutritional and biological value, gas-forming and gas-holding capacity.



Zhanysbek, A.Zh., Mynbaeva, A.B., Ivannikova, N.V. *The impact of bulgur flour on the quality of wheat dough // Mechanics and Technology / Scientific journal.* – 2023. – No.2(80). – P.80-86. <https://doi.org/10.55956/WFLM8391>

Introduction. Improving the technology, improvement of quality indicators of bread and bakery products are the main task for the technologist of the modern bakery enterprise. Currently, it is impossible to imagine bakery production without expanding the segment of bakery products group. This direction is very prospective in the food industry, as bread refers to socially important food products. Positive trends can be seen in the enrichment of bread with non-traditional raw material sources, specifically of plant origin. In this regard, flour derived from bulgur can be considered a very promising raw material for baking [1]. Even though recent years are characterized by intensive research of certain aspects of technology of bread preparation using non-traditional raw materials, so far only a few works are devoted to the study of special research methods of baking and rheological characteristics of dough: such as changes in pressure rate of formed carbon dioxide amount during fermentation, hydration capacity, water absorption capacity, elastic deformation indices, etc. Thus, the area of the present scientific research was the study of the effect of bulgur flour on the processes of gas formation during dough-making.

The technology of cooking bulgur allows you to save the whole clade of grain

nutrients: the full germ, endosperm, bran particles. One portion of bulgur covers the daily needs of the body in minerals and vitamins [2]. In bulgur groats, due to the heat treatment reduces the caloric content, which makes it attractive for people who adhere to the diet. Fine nutty taste will not leave indifferent connoisseurs of delicious food. Bulgur is suitable for the prevention of diseases of the cardiovascular system, diabetes, contributes to the proper operation of the gastrointestinal tract (GIT), reducing inflammation and normalizing weight, which attracts the attention of people who adhere to the right diet. According to the literature, the use of bulgur in the daily diet reduces the risk of cardiovascular disease by 20%. Compared to pureed grains, bulgur lowers blood sugar levels, thereby reducing the risk of developing type II diabetes. Bulgur has a balanced amino acid composition. Table 1 shows the amino acid composition of bulgur.

Table 1

Amino acid	Composition, %
Tryptophan	23.8
Isoleucine	22.8
Leucine	18.0
Lysine	8.3
Methionine	10.8
Phenylalanine	13.2
Valine	22.2
Proline	28.3
Alanine	6.6
Aspartic acid	5.2
Glutamic	28.5
Glycine	14.1
Histidine	13.6
cystine	15.8
Serine	7.0
Tyrosine	8.1

In comparison to buckwheat, bulgur contains almost twice as much fiber as buckwheat and eleven times as much as rice [3]. It contains more nutrients than buckwheat, such as thiamine, folic acid and vitamin B. It also aids in digestion because it is easy to digest. Moreover, this cereal promotes the digestive process, as it is easily digested by the body. In terms of composition and properties, it is more useful than wheat flour, so it is successfully used in the preparation of products from various types of dough. At the same time products acquire a special nutty taste, attractive color and flavor. In addition, bulgur flour is used in the preparation of pancakes, porridges and ponies. Bulgur flour is made by grinding bulgur grits. Partial replacement of wheat flour with bulgur flour will improve the quality characteristics of bread, increasing the nutritional value.

Research methods and conditions. The purpose of the present study was to study the effect of partial replacement of wheat flour with different amounts of bulgur flour and the impact of such an additive on the quality characteristics of the dough. At the initial stage, the effect of added bulgur flour on the gas-forming and gas-holding capacity of baking flour was analyzed. Rheofermentometer F3 was used to register the characteristics. In accordance with the goal of the research, the

research objectives were defined: to substantiate the feasibility of using bulgur flour as a non-traditional raw material in the production of bakery products. The objects of scientific research were dough (semi-finished product) from wheat flour of the first grade, dough from a mixture of wheat flour and bulgur flour.

The investigation of the baking properties of the dough, the processes of gas formation and outgassing were studied on the device Rheofermentometer F3 by Chopen (France). The maximum height of gas formation was recorded by the pressure sensor of the rheofermentometer, and the total volumetric formation of carbon dioxide was determined by means of a pneumatic circuit, which serves to measure the increase in gas pressure. The rheofermentometer helps to establish the relationship between the fermentability of the dough and the properties of the protein carcass, which ensures that the dough retains a given shape during the baking process (maintaining the dough structure during baking) [4]. The samples undergo a fermentation process in accordance with the specified conditions of the research protocol (temperature, weight, duration, etc.). The dough is prepared in the instrument chamber. The fermentation of the dough samples takes place in the conditions determined by the chosen mode of analysis at a temperature of 30°C. A special piston is placed on the surface of the dough. A microprocessor controlled instrument monitors the progress of the dough fermentation under user set conditions (temperature, amount of dough, etc.). A plunger loaded with 500 g discs is placed on the dough and rises as the fermentation progresses. The sensor analyses the rising dynamics of the dough, thus making it possible to determine the optimum time for the fermentation, the proofing of the dough piece. The results are displayed in the form of three curves - time dependences: the dough volume, the total volume of gas emitted and the total volume minus CO₂ (measured by the absorption of alkaline solution) [5,6]. For the experiment, the recipe calculated on the basis of the unified recipe for shaped bread made of wheat flour 1st grade was taken as the basis.

Research results. Determination of the level and kinetics of gas formation was carried out directly in the samples, in the dough from a mixture of wheat flour of the first grade and bulgur flour in the percentage ratio of 10%, 15%, 20% respectively. Sample No.1 - wheat flour 90%, bulgur flour 10%. Sample No.2 - wheat flour 85%, bulgur flour 15%. Sample No.3 - wheat flour 80%, bulgur flour 20%. Table 2 presents comparative data characterizing changes in a number of indicators during fermentation and maturation of semi-finished products on the F3 rheofermentometer device.

Studying the dynamics of dough rise on the device, it was found that, the maximum height of dough rise H_m as a result of gas formation changed with an increase in the added bulgur flour. The results showed that the height of dough rise in the control sample under load was ($H_m=46.1$ mm), the height of dough rise at the end of the analysis ($h=46.1$ mm). The value of the relative decrease in the height of dough rise at the end of the analysis with respect to the maximum value is respectively $(H_m-h)/H_m=0$. According to the readings of the device, a decrease in the duration of maximum rise of the test to 1h 52 min ($T_1 = 1h 52$ min) was noted. The total volume of carbon dioxide formed in the process of fermentation was 2490 ml, the volume of released CO₂ - 3 cm³, retained in the dough - 2487 ml. Duration of maximum rise of semi-finished product T1-1h 52 min. Compared with the control sample No. 2 the height of lift under load was ($H_m=26.6$ mm), the height of lift of the dough at the end of the analysis ($h=26.6$). Sample No.2 showed an increase in the duration of maximum dough rise to 2h 01 min, according to the instrument readings ($T_1 = 2h 01$ min). Total volume of carbon dioxide formed in the process of fermentation was 3222 ml and the volume of released CO₂ was 1 cm³, retained in

the dough - 3221 ml. The duration of maximum rise of semi-finished product T1-2h 01 min. Analyzing the data presented in Table 2 we can conclude that the addition of bulgur flour resulted in the decrease of the dough pieces lifting height with the increase of its percentage compared to the control: for sample No.2 the value decreased by 42.3%, for sample No.3 -21.3% (the height of dough piece lifting under load was for sample №3 -36.3 mm, the height at the end of analysis ($h=36.3$ mm)). The addition of bulgur flour in an amount of 10% to the weight of wheat flour determined the height of dough rise 14.1 mm, the value of the indicated value at the end of fermentation was 13.8 mm. The value of the relative decrease in the height of test elevation at the end of the analysis with respect to the maximum value is respectively $(H_m-h)/H_m=0=2.1$). The amount of formed carbon dioxide was 2850 ml, the volume of released CO_2 - 5 cm^3 , retained in the test - 2845 ml. Duration of the maximum rise of the semi-finished product T1-1h 16 min. Figures 1,2 show the kinetics graphs of gas formation in semi-finished products made of wheat flour and a mixture of wheat flour and bulgur flour in different percentage ratios. According to the results of the experiment, it can be stated that the maximum duration of dough rise in all samples lies within the same limits. Analysis of the nature of the graph of the kinetics of gas formation (gas accumulation and gas release) in the tested samples of semi-finished products showed that in samples number 1, 2, 3 the maximum rise of dough was observed in 2h 30, in the control sample the maximum rise of dough - 2h 00 min.

Table 2

The main indicators of fermentation and maturation of semi-finished products

	Measurement unit	Reference sample	Sample No.1	Sample No.2	Sample No.3
Maturation of semi-finished products					
H _m	Mm	46.1	14.1	26.6	36.3
h	mm	46.1	13.8	26.6	36.3
(H _m -h)/H _m	%	0	2.1	0	0
T ₁	h.min	3h 00 min	2h 57 min	3h 00 min	3h 00 min
Gas formation in semi-finished products					
H'm	mm	122.2	123.5	134.5	138.5
T'1	h.min	1h 52 min	1h 16 min	2h 01 min	1h 57 min
Total volume	cm ³	2490	2850	3222	3322
Volume of emitted CO ₂ :	cm ³	3	5	1	2
Volume of withheld CO ₂ :	cm ³	2487	2845	3221	3320
Retention rate	%	99,9	99.8	100	100

Discussion of the results. On the basis of studies it has been established that replacement of wheat flour with bulgur flour contributed to increase of the volume of released CO_2 , which is explained by increase of total carbohydrates at the expense of bulgur. The amount of released carbon dioxide during 3 hours of fermentation increased by 1.1...2.0 times compared to the control, which is associated with an increase in the sugaring ability of dough due to introduction of large amounts of

digestible sugars together with the addition, which may be relevant when processing wheat flour with a reduced gas-forming ability.

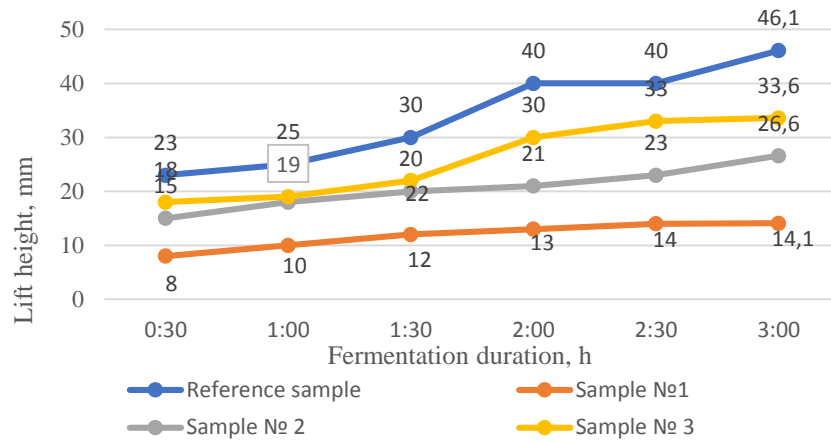


Fig. 1. Graphs of gas kinetics in semi-finished bakery products from wheat flour and a wheat flour and bulgur flour mixture in different percentage ratios

Furthermore, the addition of bulgur flour has a positive effect on the quality of semi-finished products. Bulgur, as it is known, is steamed, partially peeled from the shell and finely crushed groats, its content of gluten, "wheat protein", is almost as high, which favorably affects the structural and mechanical properties of dough by giving it elastic and elastic properties, due to the course of oxidation-reduction reactions of mutual transformations of -SH- and -SS- bonds. When bulgur flour containing a large amount of sulfur-containing amino acids is added, the flow of the reaction towards the accumulation of SS-groups is observed. Additional strong covalent bonds in the wheat gluten protein. However, the increased addition of a non-traditional raw material source, leads to weakening of the dough blank. Figure 3 shows the kinetics of gas formation. The presence of husks in the raw material source - bulgur flour provides a high content of fiber coarse fiber, which absorbs a significant amount of water.

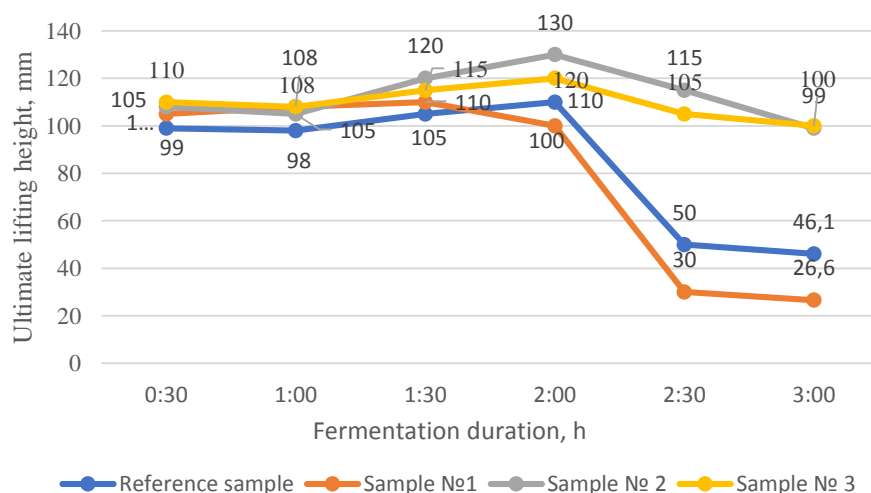


Fig. 2. Graphs of gas kinetics in semi-finished bakery products from wheat flour as well as a wheat flour and bulgur flour mixture in different percentage ratios

Based on the data of diagrams shown in Figures 1, 2 we can conclude that the introduction of bulgur flour increases the gas-holding capacity. Gas retention ability of sample No.1 increased by 14.39 % in comparison with the control, in samples No.2,3 – 29.51%, 33.49% respectively. The results of research of influence of added bulgur flour on gas-holding ability showed that its introduction leads to significant increase of carbon dioxide amount released for 3 hours of dough fermentation in comparison with the control. This is due to the presence of its own sugars in bulgur flour, which contribute to yeast activation. The total volume of carbon dioxide emitted increased when the proportion of bulgur flour in the mixture increased: 14.45%, 29.39%, 33.41%, respectively.

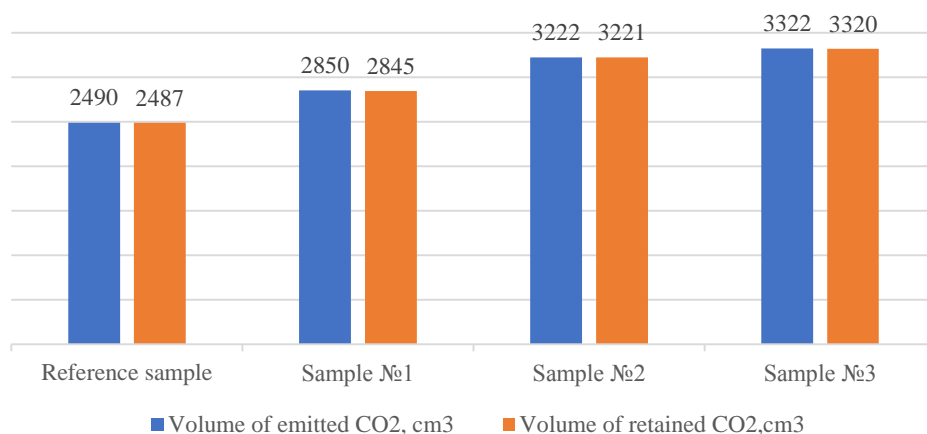


Fig. 3. Kinetics of gas formation

Conclusion. Consequently, based on the results obtained in the study, it can be argued that the addition of bulgur in the recipe of bread and bakery products significantly increases gas formation in the dough, due to the process of starch pasteurization, embedded in the technology of cooking groats. Especially relevant is the introduction, when processing flour with low gas-forming ability. The optimum dosage can be considered sample No. 2 with 15% of bulgur flour in the bread recipe. This research helped to optimize the evaluation and prediction of the quality of dough semi-finished products, to provide the intensity of fermentation of dough from a mixture of wheat flour and bulgur flour, determining the course of final proofing and quality of bread.

References

1. Lesnikova, N.A. Lavrova, L., Kuzmina, N.V. Sovremennoye ispol'zovaniye netraditsionnogo syr'ya dlya proizvodstva khleba i khlebobulochnykh izdeliy [Modern trends in the use of non-traditional raw materials in the production of bread and bakery products] // Materialy XIII Vseros. Naus.-prakt.konf. «Sovremennoye khlebopekarnoye proizvodstvo: perspektivy razvitiya»-Yekaterinburg: URGEU [Proceedings of XIII All-Russian. Naus.-Pract. Conf. "Modern bakery production: prospects for development"-Ekaterinburg: Ural State University of Economics], 2012. - 35-39pp [in Russian]
2. Kak prigotovit' Bulgur [How to cook bulgur] / Elektronnyy resurs [Electronic resource]: <https://sostavproduktov.ru/produkty/zlaki-i-bobovye/bulgur>. [in Russian]

3. Pol'za dlya zdorov'ya ot bulgura [Health benefits of bulgur] Elektronnyy resurs [Electronic resource]: <https://www.webmd.com/diet/health-benefits-bulgur> [in Russian]
4. Chernykh V.Ya., Bykova N.Yu. Mnogoparametricheskii metod tekhnologicheskogo kontrolya svoystv rzhanoj khlebopekarnoy muki [Multiparametric method of control of technological properties of rye baking flour] // [Bakery products]. 2015. №12. P. 44-49. [in Russian]
5. Rukovodstvo po prilozheniyam Rheofermentometre F3 – Frantsiya: Laboratoriya prilozheniy CHOPIN [Rheofermentometre F3 Application Manual - France: Application Lab CHOPIN], 2004. – 84 p. [in Russian]
6. Vinnitskaya V.F., Danilin S.I., Akishin D.V., Perfilova O.V., Komarov S.S. Rasshireniye assortimenta khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdeliy s funktsional'noy napravlennoy [Expansion of the range of bakery and flour confectionery products with a functional orientation] // Bulletin of MICHGAU. 2014. – No. 2. – P. 82-85. [in Russian]

Material received on 09.06.23.

А.Ж. Жанысбек¹, А.Б. Мынбаева¹, Н.В. Иванникова¹

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

БУЛГУР ҰНЫНЫҢ БИДАЙ ҚАМЫРЫНЫҢ САПАСЫНА ӘСЕРІ

Аңдатпа. Жұмыс – нан пісіру үшін перспективалы шикізат болып табылатын, құнды химиялық құрамы, жоғары тағамдық және биологиялық құндылығымен ерекшеленетін булгур ұнын пайдалануды зерттеуге арналған. Эксперименттік зерттеулер барысында булгур ұнын енгізу нан пісіретін ұн мен жартылай фабрикаттардың сапасын жақсартуға ықпал ететіндігі анықталды. Зерттеу барысында булгур ұнының бидай ұнынан жасалған қамырдың газ тұзу және газ ұстау қабілетіне әсерін ашу кезінде түзілетін көмірсу диоксиді қысымының өзгеру жылдамдығын бақылауға мүмкіндік беретін Реоферментометр F3 құрылғысы көмегімен анықталды.

Тірек сөздер: булгур ұны, нан-тоқаш өнімдері, тағамдық және биологиялық құндылығы, газ түзетін және газ ұстайтын қабілеті.

А.Ж. Жанысбек¹, А.Б. Мынбаева¹, Н.В. Иванникова¹

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

ВЛИЯНИЕ МУКИ ИЗ БУЛГУРА НА КАЧЕСТВО ПШЕНИЧНОГО ТЕСТА

Аннотация. Работа посвящена исследованию возможности использования перспективного для хлебопечения сырья – муки из булгура, обладающей ценным химическим составом, высокой пищевой и биологической ценностью. В ходе экспериментальных исследований установлено, что внесение муки из булгура способствует повышению качества хлебопекарной муки и полуфабрикатов. Проведены исследования влияния муки из булгура на показатели газообразующей и газодерживающей способности пшеничного теста с использованием прибора Реоферментометр F3, позволяющего контролировать скорость изменения давления образующего диоксида углерода при брожении.

Ключевые слова: мука из булгура, хлебобулочные изделия, пищевая и биологическая ценность, газообразующая и газодерживающая способность.

FTAMP 64.29.23

К.И. Баданов¹ – негізгі автор, ©
Р.Р. Баданова², И.К. Баданов³, К.Т. Маханбеталиева⁴,
Г.А. Касымова⁵, Г.О. Тулендиева⁶



¹Техн. ғылым. канд., профессор, ²Аға оқытушы, ³Докторант, ⁴PhD,
қауымд. профессор, ^{5,6}Аға оқытушылар

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-1603-0717>; ²<https://orcid.org/0000-0002-1170-923X>;
³<https://orcid.org/0000-0002-2517-5080>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-9437-696X>



^{1,2,4,5,6}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,



Тараз қ., Қазақстан Республикасы

³Сәтбаев Университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы



¹kenzebad@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/SPMO9915>

ЖҮН МАТАЛАРДЫ ЖУУ КЕЗІНДЕГІ МИЦЕЛЛАЛАР ҚҰРЫЛУЫНЫҢ КРИТИКАЛЫҚ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫНЫҢ ӨЗГЕРІСТЕРІ

Аңдатпа. Мақалада беттік белсенді заттар ерітінділерінің критикалық мицелла концентрациясына магниттік активтендірілген кран суының әсері зерттелді. Жүн маталарын жуу процесі үшін суды магниттік активтендіруді қолданудың орындылығы көрсетілген.

Тірек сөздер: ерітінділер, жуу, мицелла құрылуы, беттік керілу, сулану, активация.



Баданов, К.И. Жүн маталарды жуу кезіндегі мицеллалар құрылуының критикалық концентрациясының өзгерістері [Мәтін] / К.И. Баданов, Р.Р. Баданова, И.К. Баданов, К.Т. Маханбеталиева, Г.А. Касымова, Г.О. Тулендиева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №2(80). – Б.87-98.
<https://doi.org/10.55956/SPMO9915>

Кіріспе. Жуу процесі қолданылатын беттік белсенді заттың мицеллалардың критикалық концентрациясымен (МКК) байланысты. МКК неғұрлым төмен болса, беттік белсенді заттың жуу қабілеті соғұрлым жоғары болады. Жүннен жасалған материалдарды жуу кезінде әртүрлі беттік белсенді заттар қолданылады. Олар жүннің сулануын арттыра отырып, сулы ерітінділердің беттік керілуін азайтады. Сулы орталардың магниттік өңдеуі ББЗ ерітінділерінің беттік керілуіне әсер етеді.

Зерттеудің мақсаты ОП-10 ББЗ ерітінділерінің МКК-ға магниттік өңдірілген кран суының әсерін және магниттік өңдірілген сулы ортаны қолдану арқылы жүн материалдарын жуу процесін белсендіру мүмкіндігін зерттеу болды.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Анионды, ионды емес беттік белсенді заттардың ерітінділері және олардың қоспалары. Магниттік өңдеуді АМ-5 электромагниттік аппаратында магнит өрісінің күші $H=158$ кА/м және су ағынының жылдамдығы $v = 8,6$ м/с кезінде жүргізілді. ОП-10 ерітінділерінің

МКК-н ерітінділердің беттік керілуінің концентрацияға тәуелділігінен (τ , н/м) анықталды. Ерітінділердің беттік керілуі сталагмометрдің көмегімен тамшыларды санау арқылы анықталды. Жуу сапасы қалдық май мөлшерімен және тазартылған ластаушы заттардың жалпы мөлшерімен бағаланды. Бояу кинетикасы арқылы матаны жуу сапасын анықтау үшін жуылған матаның үлгілері қышқыл бояғыштарға арналған рецепт бойынша боялған (бояу ерітіндінің құрамы, % талшық салмағынан):

- бояғыш қышқылды жасыл антрахинонды Н2С	2
- аммоний сульфаты немесе ацетаты	3-6
- 30%-ды сірке қышқылы	2-3
- суландырғыш	0,5-1
- тегістеуші	1-2
- глаубер тұзы	10

Бояу ерітіндінің құрамы ($M_B=50$)

Әдебиетке шолу. [1] кітабында сұйық және қатты фазалар арасында болатын беттік құбылыстарды қарастырады. Текстиль жағдайында бұл материал мен ерітіндінің арасында. Текстиль материалдарының адсорбциялық, электрокинетикалық және термодинамикалық қасиеттерін зерттеу текстиль бұйымдарын сулау, жуу, өңдеу және бояу механизмдерін білуге әкеледі. Фазалардың беттік бөліну құбылыстары беттік бос энергияны, суланудың шеттік бұрышын, судың адсорбциясын, иондық беттік белсенді заттар мен бояғыштарды, гидрофильділікті, электрокинетикалық потенциалды және беттік меншікті зарядты пайдалана отырып зерттелді. Модификацияланған мақта маталарының беткі құбылыстарын жүйелі түрде зерттеу олардың ылғалды өңдеу және жуу процестеріндегі қасиеттерін болжауға негіз қалайды.

[2] мақалада жүн және жүн маталарды бояуда қолдануға арналған суды магнитті өңдеудің зерттеу нәтижелері берілген. Электролиттік өткізгіштік, беттік керілу, рН сияқты параметрлер өлшенді. Магниттік өрісте суды өңдеудің оңтайлы шарттары белгіленді. Магниттік өңдеудің параметрлері магнит өрісінің индукциясы 0,18 Тл дейін, судың резенке түтіктегі магнит өрісі арқылы өтуі және өңдеу уақыты 4-тен 5 с-қа дейін оңтайлы. Боялған маталар бояудың сіңуін арттырды және жуумен дымқыл үйкеліске түс тұрақтылығын айтарлықтай жақсартады. Магниттік өңделген суда жүн және жүн маталарды бояу бойынша жүргізілген тәжірибелердің нәтижелері оңтайлы технологиялық жағдайларда экономикалық тиімділік бояудың сапасын жақсарта отырып, бояу шығынын шамамен 15% азайтуға мүмкіндік беретінін көрсетеді.

Жүн маталарды жуу кезінде кинетикалық қисықтарды пайдалана отырып, қатты фазасы бар жүйелердегі процестердің масса алмасу және массалық өткізгіштік коэффициенттерін анықтаудың жаңа әдістері ұсынылған [3]. Масса өткізгіштік коэффициенттері бөлінген компоненттің массасына байланысты ішкі диффузияның кинетикалық режимін орындауды қажет етпейтін әдіспен анықталады, бұл тәжірибені айтарлықтай жеңілдетеді. Жүн матаны технологиялық ластанудан жуу кинетикасына талдау жүргізілді. Осы топтың маталарын жуу процесінің кинетикасын есептеуде қолдануға болатын масса алмасу және массалық өткізгіштік коэффициенттері анықталады.

Маталарды жууда қолданылатын беттік белсенді заттардың табиғаты маңызды рөл атқарады. [4] мақаласында анионды және ионды емес беттік белсенді заттардың әрекеті бөлек және әртүрлі қоспа қатынасында қарастырылады. Жуу ерітіндісіндегі матаның электрлік қос қабатының өзгеруі

сәйкес дзета- потенциалдарымен сипатталады. рН әсері 6-10 аралығында зерттелді. ББЗ-дың жалпы концентрациясы және жуу сұйықтығының тұрақты иондық концентрациясы анионды және иондық емес беттік белсенді заттардың әртүрлі қатынасына байланысты сақталды.

Жүн материалдарын жууға механикалық әсер де үлкен әсер етеді [5]. Жүн маталар үшін жуу әдісіне әсер ететін механикалық әсер ету компоненттерін өзгерту арқылы айтарлықтай аз шөгуді алуға болады. Мысалы, кір жуғыш машинадағы матаның қозғалысы. Бұған барабанды айналдырудың орнына тербету және жуу жүктемесінің жоғарылауы арқылы қол жеткізілді. Бұл су мен электр энергиясын жалпы тұтынуды азайтады.

Электрокинетикалық потенциал бояу, әрлеу және жуу сияқты дымқыл текстиль процестерінде маңызды рөл атқарады. Сондықтан оларды өлшеу әдістеріне көп көңіл бөлінеді. Мақта талшығының сулы ерітіндідегі дзета-потенциалы теріс және электрлік белгісі бірдей немесе қарама-қарсы беттік белсенді заттардың адсорбциясына әсер етеді.

[6] жұмыста мақта талшықтарының дзета-потенциалының екі катионды беттік белсенді заттардың адсорбциясына әсері зерттелді: рН 4, 7 және 9 жағдайындағы додецилүшметиламмоний хлориді және дистеарилдиметиламмоний хлориді. Мақта талшықтарында адсорбцияланған беттік белсенді заттың мөлшері екі фазалы титрлеу әдістерімен ерітіндідегі беттік белсенді заттың мөлшерімен сандық түрде анықталды. Электрокинетикалық потенциал ЭКА ағып жатқан ток әдісімен өлшенді. Дзета-потенциалы Гельмгольц-Смолуховский теңдеуі арқылы есептелді.

Жуу процесінде электрокинетикалық құбылыстарды зерттеуге көп көңіл бөлінеді.

[7] мақалада натрий додецилбензолсульфонатының ерітінділеріндегі мақта талшығының бетіндегі зарядтың температурасы мен әртүрлі құрылымдық заттардың концентрациясына байланысты өзгеруін қадағалау әрекеті жасалды. Температураның жоғарылауы мақта талшықтарының бетіндегі зарядтардың жоғарылауымен бірге жүретіні анықталды. Модификаторлары бар ерітінділердегі талшық бетіндегі зарядтардың байқалатын өзгерістері температураға байланысты қос электр қабатының қалыңдығының зарядына сәйкес келеді. Зерттеу нәтижелері карбоксиметил целлюлозаның мақта талшығының зарядын қажетті деңгейде тұрақтандыратынын көрсетеді, бұл температураға аз тәуелді.

Гидрофобты қосылыстардың судағы соллюбилизациясы әдетте беттік белсенді заттардың көмегімен жүзеге асырылады. [8] жұмысында бейорганикалық және амфифилді емес наноионды бор кластерлері қарастырылады. Авторлар оларды суда орташа еритін молекулалардың соллюбилизатор ретінде қарастырады, бірақ механизмі басқа барлық белгілі органикалық соллюбилизаторлардан өзгеше. Суда соллюбилизацияның тиімділігі фазалық диаграммаларды анықтау және оларды классикалық соллюбилизаторлармен салыстыру арқылы бағаланды. Қоспаның наноқұрылымы ультракүлгін спектроскопия, шағын бұрышты рентгенография және контрастты ығысу нейтрондарының шашырауы арқылы зерттелді. Авторлар пайдаланылған реагенттер орташа тізбекті спирттердің тиімді сулы соллюбилизаторлар ретінде әрекет ететінін айтады. Беттік-белсенді заттардан айырмашылығы, олар мономерлік күйде оның критикалық агрегация концентрациясынан әлдеқайда төмен концентрацияларда тиімді соллюбилизатор болып табылады. Бұл көптеген қолданбалы салаларда жаңа мүмкіндіктер ашады.

Су ерітіндісіндегі амфотерлік, аниондық және иондық емес беттік белсенді заттардан тұратын үштік қоспалар үшін мицелдену және молекулалық әрекеттесу табиғаты тензиометрия көмегімен зерттелді [9]. Үштік қоспадағы иондылықкестің жоғарылауымен МКК мәні алдымен төмендейді, содан кейін аздап артады. Термодинамикалық деректер энтропияның немесе энтальпияның үлесі мицеллалардың өздігінен түзілу процесінде маңызды рөл атқаратынын көрсетеді. Үштік қоспаларда ОП-10 мөлшерінің жоғарылауы энтальпияға тәуелді мицелла түзілу процесінен энтропияға қолайлы процеске көшуді тудырады. ОП-7 мол мөлшерін қосқанда мицелла түзілу процесіне негізгі үлес энтальпия арқылы қосылады. Бұл нәтижелер ББЗ үштік қоспасының молекулалық әрекеттесу сипатын, сондай-ақ иондық емес ББЗ қосу әсерін және оның гидрофильділігін түсінуге көмектеседі. Екі немесе одан да көп беттік белсенді заттарды араластырған кезде аралас жүйе ерітіндідегі бір беттік белсенді заты бар жүйемен салыстырғанда жақсартылған өнімділікті көрсетеді. Марков тізбегі моделі аралас мицеллалардың мицелла критикалық концентрациясын (МКК) талдай алады, әдетте «тұрақты ерітінді теориясы» деп аталатын қарапайым қоспа үлгісінің нәтижелеріне ұқсас нәтиже береді.

[10] жұмысында екі гипотеза тексерілді:

1) үштік жүйелер үшін Марков тізбегі моделін беттік белсенді заттардың ассоциация константасын жуықтау арқылы оңайлатуға болады;

2) Марков тізбегі үлгісіне ұқсас қарапайым қоспа моделі екілік аралас мицелланың бөлу коэффициентін сипаттай алатын қарапайым қоспа моделінің әрекеттесу параметрін түсіндіруге көмектеседі.

Тендеулер 1) үштік жүйелер үшін Марков тізбегі моделі және 2) қарапайым қоспа моделі үшін алынды. Модельдер тәжірибелік деректермен салыстырылды және алынған тендеулер МКК және тарату коэффициенті деректерін жақсы сипаттады. Ионды сұйық беттік белсенді заттар икемді теңшеу және жоғары физика-химиялық қасиеттеріне байланысты дәстүрлі амфифилдерді алмастыру ретінде өсу перспективасын көрсетеді. Алайда, иондық сұйық беттік белсенді заттардың беттік қасиеттеріне катиондық құрылым мен аниондық түрдің әсері әлі де түсініксіз.

[11] жұмысында иондық сұйықтықтар үшін төрт беттік белсенді заттарды жасап, синтездеді. Олардың мицеллярсыз энергиясы, беттік керілуді азайту тиімділігі және адсорбция тиімділігі сияқты беттік қасиеттері, сонымен қатар анион мен катион түрі мен құрылымының сулы ерітіндідегі мицеллярлық физика-химиялық қасиеттеріне әсері қарастырылды. Мицелланың критикалық концентрациясы электростатикалық және гидрофобты әсерлердің қосындысымен анықталатыны көрсетілген. Тетрафторбораттың иондық сұйықтығы жоғарырақ фазааралық белсенділікке ие және оның сулы ерітіндісінің беттік керілу деңгейі төмен, бұл оны қажетті беттік белсенді затқа айналдырады. Иондық сұйықтықтардың барлық төрт түрі өздігінен мицелла түзілу процесін көрсетеді. Беттік электростатикалық потенциал коллоидты бөлшектердің негізгі сипаттамасы болып табылады. Дзета-потенциалы адсорбцияланған реагенттердің қасиеттеріне әсер етіп, химиялық реакциялардың жүруін реттейді. Мицеллярлық беттік-белсенді заттардың ерітінділеріндегі дзета-потенциалын бағалаудың ең танымал әдістерінің бірі молекулалық зондтарды қолдану болып табылады.

[12] жұмыста дзета-потенциалының мәні зерттелетін коллоидтық ерітінді мен заряды жоқ бөлшектері бар басқа коллоидтық ерітінді арасындағы айқын қышқылдық константасының зонд мәндерінің айырмашылығынан

есептеледі. Әдістің жүзеге асуы көрсетілген. Әдіс беттік белсенді зат мицеллаларында қолданылды. Әдіс беттік белсенді зат түріне байланысты дзета-потенциалының тәжірибелік мәндерін сандық дәлдікпен болжауға мүмкіндік беретіні көрсетілген.

Молекулярлық зондтар ретінде қышқылдық-негіздік индикаторларды қолдану мицеллярлы беттік белсенді заттардың ерітінділері сияқты гидрофильді коллоидтардағы беттік электростатикалық потенциалды анықтаудың ең танымал әдістерінің бірі болып табылады [13]. Индикатордың көрінетін қышқылдық константасының индикаторы зерттелетін коллоидтық ерітіндіде және ионды емес беттік белсенді зат ерітіндісінде өлшенеді. Олардың арасындағы айырмашылық дзета-потенциалына пропорционалды. Бұл тәсілдің кеңінен қолданылуына қарамастан, негізгі мәселе шешілмей отыр. Дзета-потенциал мәндері бірдей жүйе үшін әртүрлі. Жалпы қабылданған көзқарас бірнеше факторлардың әсерін мойындайды. Оларға иондық емес беттік белсенді затты таңдау, зондтың локализациясы және мицеллярлық псевдофазаның гидратация дәрежесі жатады. Дегенмен, бұл олардың ықпалын сандық бағалауға және қай көрсеткіштің ең дұрыс мән беретінін шешуге мүмкіндік бермейді. Бұл факторлардың рөлі зерттелді. Бұл жағдайда молекулалық динамикалық модельдеу бес зонд және екі беттік белсенді заттар үшін қолданылды. Штерн қабатындағы зондтың ылғалдануы ұқсастық диапазонының шамамен жартысына жауап беретіні анықталды. Зондтың локализациясы маңызды болып саналады, бірақ Штерн қабатының құрылымы дұрыс емес болғандықтан оның санын анықтау қиын. Зерттелетін жинағы арасында ең нақты көрсеткіштер анықталды. Индикаторлық әдістің тиімділігін арттыру әдісі ретінде дзета-потенциалын өлшеу бойынша тәжірибелерді молекулалық динамикалық модельдеумен толықтыру ұсынылады. Модельдеу ең қолайлы зондты және иондық емес беттік белсенді затты таңдауға көмектеседі.

[14] жұмыс ксантан сағыз мицеллаларының, натрий додецилсульфатының және β -циклодекстрин кешенінің критикалық концентрациясын зерттеуге арналған. Қоспадағы β -циклодекстриннің әртүрлі құрамдарындағы кешен мицеллаларының критикалық концентрациясын анықтау үшін өткізгіштік пен беттік керілу өлшенді. Күрделі қоспаның өздігінен жиналуы ерітінділердегі мицеллалардың критикалық концентрациясының төмендеуін көрсететіні анықталды.

Зерттеу нәтижелері және ғылыми нәтижелерді талқылау. Салыстыру үшін ОП-10 ерітінділері дистилденген, жәй ағынды қран суында және магнитті активтендірілген қран суында дайындалды. Бұл жағдайда жәй ағынды қран суы ретінде магнит өрісімен өңделмеген ағынды судың бірдей партиясы пайдаланылды.

Магниттік белсендіру АМ-5 электромагниттік аппаратында магнит өрісінің күші $H=158$ кА/м және су ағынының жылдамдығы $v = 8,6$ м/с кезінде жүргізілді [15].

ОП-10 ерітінділерінің мицелла критикалық концентрациясы (МКК) ерітінділердің беттік керілуінің концентрацияға тәуелділігінен (τ , н/м) анықталды.

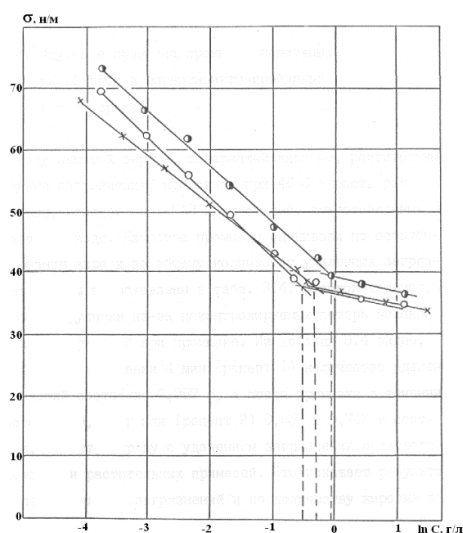
Ерітінділердің беттік керілуі сталагмометрдің көмегімен тамшыларды санау арқылы анықталды. Дистилденген судағы беттік белсенді заттардың (ББЗ) ерітінділерінің беттік керілуі мына формула бойынша есептелді [16]:

$$\delta_x = \frac{\delta_{H_2O} \cdot n_{H_2O} \cdot d_x}{n_x \cdot d_{H_2O}} \quad (1)$$

мұндағы σ_{H_2O} , d_{H_2O} - тәжірибе температурасындағы дистилденген судың кестелік мәліметтері. Модификацияланған судағы беттік белсенді зат ерітінділерінің σ_x мәндері мына формуламен есептелді:

$$\sigma_{x_{\text{модиф}}} = \frac{\sigma_{H_2O_{\text{модиф}}} \cdot n_{H_2O} \cdot d_{x_{\text{модиф}}}}{n_x \cdot d_{H_2O_{\text{модиф}}}} \quad (2)$$

Модификацияланған су магниттік белсендірілген суды және магнит өрісі жоқ бірдей гидродинамикалық жағдайда өңделген суды білдіреді. Модификацияланған судың беттік керілуі ($\sigma_{H_2O_{\text{модиф}}}$) формула 1 арқылы есептелді. Модификацияланған судың тығыздығы ($d_{H_2O_{\text{модиф}}}$) пикнометриялық жолмен анықталды. Алынған деректер 1 суретте көрсетілген.



● - дистилденген су; x - өңделмеген кран суы; o - магнитті активтендірілген кран суы;

Сурет 1. ОП-10 ерітінділерінің беттік керілуінің концентрацияға тәуелділігі

Суреттен магнитті активтендірілген кран суындағы МКК өңделмеген кран суы мен дистилденген суға қарағанда аз екендігі шығады. Нақты айтқанда магниттік активтендірілген кран суындағы МКК - 0,52 г/л, өңделмеген суда - 0,64 г/л, дистилденген суда - 0,95 г/л. Алынған деректер магниттік белсендірілген суда мицелла құрылуының жоғарылауын, демек, жүн материалдарын майлы ластаушы заттардан тазарту кезінде жуу ерітінділерінің тиімділігін арттыру мүмкін екенін көрсетеді.

Құрамында майлы, өсімдік және минералды қоспалары бар жуылмаған жүнді шаю 40°C температурада анионды, ионды емес беттік белсенді заттардың және олардың қоспаларының ағынды суда дайындалған

ерітінділерінде жүргізілді. Жуу сапасы қалдық май мөлшерімен және тазартылған ластаушы заттардың жалпы мөлшерімен бағаланды. Майлы заттардың қалдық салмағы мына формуламен анықталады [17]:

$$Y_1 = \frac{A - B}{A} \cdot 100\% \quad (3)$$

мұндағы Y_1 – майлы заттардың қалдық мөлшері, %;

A және B үлгінің сәйкесінше экстракцияға дейінгі және кейінгі массасы, г.

Экстракция стандартты процедураға сәйкес Сокслет аппаратында жүргізілді. Кетірілген ластаушы заттардың мөлшері мына формуламен анықталады:

$$Y_2 = A - B \quad (4)$$

мұндағы A және B – сәйкесінше жууға дейінгі және кейінгі үлгінің массалары, г.

Кесте 1

Майдың қалдық құрамы бойынша және жойылған ластаушы заттардың жалпы саны бойынша шаю сапасы

Беттік белсенді заттың атауы	Ерітінді концентрациясы, г/л	Жуу уақыты, мин	Жойылған ластаушы заттардың көлемі, г	Майлы заттардың қалдық көлемі, г	
ОП-10	2,0	1	0,7007	0,0792	
		2	0,8243	0,0806	
		4	0,8574	0,0775	
		8	0,8422	0,0731	
		16	0,8442	0,0782	
		32	0,8384	0,0708	
НБ ылғалдандыру агенті	2,0	1	0,6988	0,1721	
		2	0,7961	0,1414	
		4	0,8517	0,1018	
		8	0,7427	-	
		16	0,8738	-	
		32	0,8705	-	
ОП-10 + НБ ылғалдандырғыш (1:1) қоспасы	1,0	1,0	1	0,8348	0,0875
	1,0		2	0,8191	0,0734
			4	0,9071	0,0650
			8	0,9277	0,0450
			16	0,8979	0,0253
			32	0,9050	0,0492

4 минут бойы жуу кезінде (1-рецепт) ластаушы заттардың жойылған мөлшері 0,857 г, ал 8 минут жуғаннан кейін 0,842 г немесе (2-рецепт) сәйкесінше 0,852 және 0,742 г құрады, яғни ластаушы заттардың жойылуымен бірге талшық пен өсімдік қоспаларының жоғалуы байқалады. Бұл ластаушы

заттардың жойылу дәрежесі және жуылған талшықта қалған майлы заттардың мөлшері бойынша нәтижелерді бұрмалайды. Сондықтан одан әрі зерттеу үшін жұмыста меринос жүнінен жасалған тарақ таспа және таза жүн мата пайдаланылды. Магниттік активтендірілген суды жуу процесінде пайдаланудың мақсаттылығы магнитті белсендірілген және өңделмеген суда жуылған жүн үлгілерін бояу арқылы анықталды. Бояу кинетикасы арқылы матаның жуу сапасын анықтау үшін жуылған матаның үлгілері келесі рецепт бойынша боялған [18]:

Бояу рецепті (матаның салмағының %):

- бояғыш H2C антрахинонды қышқылды жасыл - 2,0;
- натрий сульфаты - 10,0;
- 30% сірке қышқылы - 33;
- ванна модулі - 100;
- бояу температурасы - 80°C.

Матамен адсорбцияланған бояу мөлшері 10, 20, 40, 80, 160 және 320 минуттан кейін анықталды. Үлгілер жуылады және тұрақты салмаққа дейін ауада кептірілді.

Сорбцияланған бояғыштың мөлшері салмағы 0,1 г түсті үлгілері 60°C температурада 30 мл 3% натрий гидроксиді ерітіндісінде ерітіумен дайындалған сілтілі ерітінділердің оптикалық тығыздығы бойынша бағаланды. Бояғыш ерітінділерін сулы ортаны магниттік өңдеуден 20 минуттан кейін дайындалды. Бастапқы бояу температурасы 40°C, ерітіндінің температурасы 15 минут ішінде 60-65°C дейін көтеріліп, 30 минут бойы боялған, содан кейін үлгілер суық сумен жуылған. Магниттік активтендірілген және бастапқы өңделмеген сулы ортадағы бояғыштардың сорбциясы КФК-2 аспабының көмегімен ерітіндінің оптикалық тығыздығы бойынша бағаланды. Бояғыштың салмағы үлгі массасынан 1%, ваннаның модулі 100, үлгілердің салмағы 1 г.

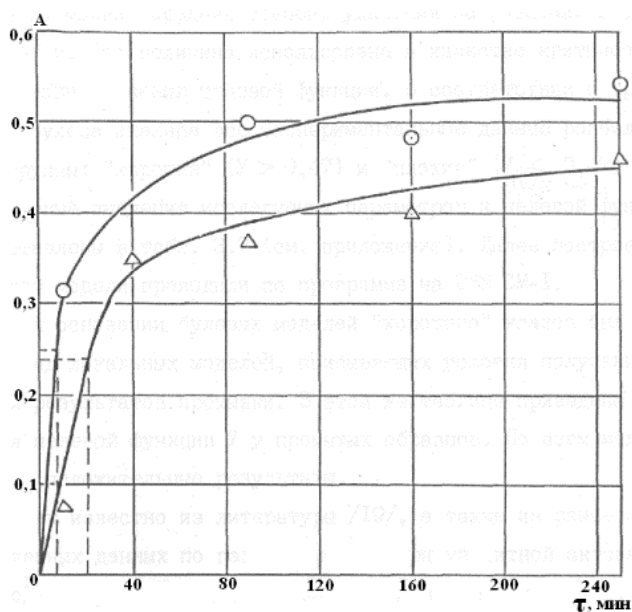
Эксперимент қатесі 2% құрады. 3% натрий гидроксиді ерітіндісінде еріту арқылы боялған талшықтан дайындалған ерітінділердің оптикалық тығыздығының мәндері 2 кестеде келтірілген.

Кесте 2

Боялған талшықтан жасалған ерітінділердің оптикалық тығыздығының бояу уақытысынан тәуелділігі

Бояу уақыты, мин	10	40	90	160	250
Бояу шарттары					
Өңделмеген бастапқы ағынды қран судағы	0,075	0,310	0,370	0,400	0,480
Магнитті өңделген ағынды қран судағы	0,219	0,350	0,500	0,480	0,540

Алынған мәліметтер негізінде боялған талшық ерітінділерінің оптикалық тығыздығының бояу ұзақтығына тәуелділігі тұрғызылды.



○ - магниттік өңделген су; △ - бастапқы өңделмеген су

Сурет 2. Боялған талшықтың сілтілі ерітінділерінің оптикалық тығыздығының (A) бояу ұзақтығына (τ) тәуелділігі

Магниттік активтендірілген және өңделмеген бастапқы кран суында дайындалған бояу ерітіндісінен жүн талшығына бояғыштың диффузиясының айқын коэффициенттері мына формула бойынша есептелді:

$$D = \frac{0,063 \cdot r^2}{\tau / 2} \quad (5)$$

Магниттік активтендірілген су жағдайында қышқыл бояуды жүн талшығымен сорбциялау жылдамырақ болады. Бұл бояғыштың талшыққа диффузиялық коэффициенттерінің мәндерімен де расталады. Магниттік активтендірілген су үшін $D_{\text{mag}} = 2,70 \cdot 10^{-10} \text{ см}^2/\text{с}$, ал өңделмеген бастапқы кран суы үшін $D_{\text{исх}} = 1,89 \cdot 10^{-10} \text{ см}^2/\text{с}$, яғни магниттік активтендірілген судан бояғыштың талшыққа диффузия коэффициенті өңделмеген суға қарағанда 1,4 есе үлкенірек.

Қорытынды. Жүргізілген тәжірибе жүн материалдарын жуу процесінде суды магниттік активтендіруді қолданудың орындылығын көрсетті. Технологиялық процестерді белсендірудің физикалық әдістері мұқият назар аударуға лайық. Текстиль материалдарын жуу процестерін белсендірудің заманауи әдістерінің ішінде әлсіз магнит өрістерімен белсендірілген сулы орталарды қолдануға назар аудару қажет етеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Ehrmann, A., Blachowicz, T. Relaxation processes in fabrics knitted from pure and regenerated cellulose (Book Chapter). Cellulose and Cellulose Derivatives: Synthesis, Modification and Applications, 2015. – 165 p.

2. Czaplicki Z., Matyjas-Zgondek E., Strzelecki S. Dyeing of Wool and Woolen Fabrics in Magnetically Treated Water // Journal of Natural Fibers, 2021. No. 18(12). P. 2055-2062.
3. Rudobashta S.P., Kosheleva M.K. The determination of mass transfer and mass conductivity coefficients from the kinetic curves // Journal of Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti, 2015. Vol. 360, No. 6. P. 175-180.
4. Fitté F.J.C. Soil deposition and the electrokinetic behaviour of shrink-resist wool fabrics during washing with surfactant mixtures at different pH levels // Journal of the Textile Institute, 1992. Vol. 83, No.1. P. 69-77.
5. Hloch H.G., Kruessmann H. Optimizing the mechanical action of washing processes. [Zur optimierung der waschmechanik] // Journal of Tenside, Surfactants, Detergents, 1987. No.24(6). P. 350-353.
6. Grancaric A.M., Pusic T., Soljagic I., Ribitsch V. Influence of electrokinetic potential on adsorption of cationic surfactant.// Journal of Textile Chemist and Colorist, 1997. No.29(12). P. 33-35
7. Rybicki E. Electrokinetic phenomena in the washing process // Journal of Tenside Detergents, 1985. No. 22(4). P. 174-177.
8. Chazapi I., Diat O., Bauduin P. Aqueous solubilization of hydrophobic compounds by inorganic nano-ions: An unconventional mechanism // Journal of Colloid and Interface Science, 2023. No. 638. P. 561-568.
9. Zhang Q.H., Sheng R., Ren Z.H., Wu X.M., Wang T.B. Interaction and micellar behavior of ternary mixture of amphoteric amino sulfonate surfactant with traditional anionic and nonionic surfactants: Effect of hydrophilicity // Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2023. No. 120. P. 487-494.
10. Suzuki N., Taura D., Komichi Y. Critical micelle concentration and partition coefficient of mixed micelles: Analysis of ternary systems based on Markov chain model and simple mixture mode // Journal of Molecular Liquids, 2023. No. 376. P. 121-383.
11. Zuo Y., Lv J., Wei N., Chen X., Tong J. Effect of anions and cations on the self-assembly of ionic liquid surfactants in aqueous solution // Journal of Molecular Liquids, 2023. No 375. P.121-342.
12. Farafonov V.S., Lebed A.V., Nerukh D.A., Mchedlov-Petrossyan N.O. Estimation of Nanoparticle's Surface Electrostatic Potential in Solution Using Acid-Base Molecular Probes I: In Silico Implementation for Surfactant Micelles // Journal of Physical Chemistry B, 127(4), 2023. P. 1022-1030.
13. Farafonov V.S., Lebed A.V., Nerukh D.A., Mchedlov-Petrossyan N.O. Estimation of Nanoparticle's Surface Electrostatic Potential in Solution Using Acid-Base Molecular Probes II: Insight from Atomistic Simulations of Micelles // Journal of Physical Chemistry B 127(4), 2023. P. 1031-1038.
14. Kodavaty, J., Singh, M., Bharti, A. Investigation of critical micelles concentration of saccharide-surfactant-polymer complex. Materials Today: Proceedings, 72, 2023. P. 511-513.
15. Баданов, К.И. Использование электромагнитных полей невысокой напряженности для промывки шерстяных материалов. Разработка новых технологических процессов, оборудования и материалов для текстильной промышленности [Текст] // Межвузовский сборник научных трудов. – М.: Издательство МТИ, 1989. – С.37-41.
16. Баданов, К.И. Способы отделки текстильных материалов, снижающий сбросы в сточные воды [Текст] // Проблемы текстиля. Научно-технический журнал. – 2010. – №3. – С.18-22.
17. Баданов, К.И. Активация химико-текстильных процессов отделочного производства [Текст]: монография / К.И. Баданов. – Тараз.: ТИГУ, 2014. - 224 с.
18. Баданов, К.И. Модельное устройство для активации диффузионно-сорбционных процессов крашения шерстяного волокна [Текст] / К.И. Баданов,

А.К. Баданова, Р.Р. Баданова, А.В. Тишков // Вестник Алматинского технологического университета. – 2017. – № 1 (114). – С.32-38.

Материал редакцияға 20.03.23 түсті.

**К.И. Баданов¹, Р.Р. Баданова¹, И.К. Баданов², К.Т. Маханбеталиева¹,
Г.А. Касымова¹, Г.О. Тулендиева¹**

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

²Сатпаев Университет, г. Алматы, Казахстан

ИЗМЕНЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ МИЦЕЛЛОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРОМЫВКЕ ШЕРСТЯНЫХ ТКАНЕЙ

Аннотация. В статье исследовано влияние магнитноактивированной водопроводной воды на критическую концентрацию мицеллообразования растворов поверхностно-активных веществ. Показана целесообразность использования магнитной активации воды для процесса промывки шерстяных тканей.

Ключевые слова: растворы, промывка, мицеллообразование, поверхностное натяжение, смачиваемость, активация.

**K.I. Badanov¹, R.R. Badanova¹, I.K. Badanov², K.T. Makhanbetaliyeva¹,
G.A. Kasymova¹, G.O. Tulendieva¹**

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

²Satpayev University, Almaty, Kazakhstan

CHANGE IN THE CRITICAL CONCENTRATION OF MICELLE FORMATION DURING WASHING OF WOOLEN FABRICS

Abstract. The influence of magnetically activated tap water on the critical concentration of micelle formation of solutions of surfactants, in particular OP-10, is investigated. The expediency of using magnetic activation of water for the process of washing woolen materials is shown.

Keywords: solutions, washing, micelle formation, surface tension, wettability, activation.

References

1. Ehrmann, A., Blachowicz, T. Relaxation processes in fabrics knitted from pure and regenerated cellulose (Book Chapter). Cellulose and Cellulose Derivatives: Synthesis, Modification and Applications, 2015.- 165 p.
2. Czaplicki Z., Matyjas-Zgondek E., Strzelecki S. Dyeing of Wool and Woolen Fabrics in Magnetically Treated Water // Journal of Natural Fibers. 2021. No. 18(12). P. 2055-2062.
3. Rudobashta S.P., Kosheleva M.K. The determination of mass transfer and mass conductivity coefficients from the kinetic curves // Journal of Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti, 2015. Vol. 360, No. 6. P. 175-180.
4. Fitté F.J.C. Soil deposition and the electrokinetic behaviour of shrink-resist wool fabrics during washing with surfactant mixtures at different pH levels // Journal of the Textile Institute, 1992. Vol. 83, No.1. P. 69-77.

5. Hloch H.G., Kruessmann H. Optimizing the mechanical action of washing processes. [Zur optimierung der waschmechanik] // Journal of Tenside, Surfactants, Detergents, 1987. No.24(6). P. 350-353.
6. Grancaric A.M., Pusic T., Soljacic I., Ribitsch V. Influence of electrokinetic potential on adsorption of cationic surfactant // Journal of Textile Chemist and Colorist, 1997. No.29(12). P. 33-35.
7. Rybicki E. Electrokinetic phenomena in the washing process.// Journal of Tenside Detergents,1985. No. 22(4). P. 174-177.
8. Chazapi I., Diat O., Bauduin P. Aqueous solubilization of hydrophobic compounds by inorganic nano-ions: An unconventional mechanism // Journal of Colloid and Interface Science,2023. No. 638. P. 561-568.
9. Zhang Q.H., Sheng R., Ren Z.H., Wu X.M., Wang T.B. Interaction and micellar behavior of ternary mixture of amphoteric amino sulfonate surfactant with traditional anionic and nonionic surfactants: Effect of hydrophilicity // Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2023. No. 120. P. 487-494.
10. Suzuki N., Taura D., Komichi Y. Critical micelle concentration and partition coefficient of mixed micelles: Analysis of ternary systems based on Markov chain model and simple mixture mode // Journal of Molecular Liquids, 2023. No. 376. P.
11. Zuo Y., Lv J., Wei N., Chen X., Tong J. Effect of anions and cations on the self-assembly of ionic liquid surfactants in aqueous solution // Journal of Molecular Liquids, 375,121-342, 2023.
12. Farafonov, V.S., Lebed, A.V., Nerukh, D.A., Mchedlov-Petrossyan, N.O. Estimation of Nanoparticle's Surface Electrostatic Potential in Solution Using Acid-Base Molecular Probes I: In Silico Implementation for Surfactant Micelles Journal of Physical Chemistry B, 127(4), 2023. p. 1022-1030.
13. Farafonov, V.S., Lebed, A.V., Nerukh, D.A., Mchedlov-Petrossyan, N.O. Estimation of Nanoparticle's Surface Electrostatic Potential in Solution Using Acid-Base Molecular Probes II: Insight from Atomistic Simulations of Micelles// Journal of Physical Chemistry B 127(4), 2023. p. 1031-1038.
14. Kodavaty, J., Singh, M., Bharti, A. Investigation of critical micelles concentration of saccharide-surfactant-polymer complex. Materials Today: Proceedings, 72, 2023. p. 511-513.
15. Badanov, K.I. Ispol'zovanie elektromagnitnyh polej nevysokej napryazhennosti dlya promyvki sherstyanyh materialov. Razrabotka novyh tekhnologicheskikh processov, oborudovaniya i materialov dlya tekstil'noj promyshlennosti [The use of electromagnetic fields of low intensity for washing woolen materials. Development of new technological processes, equipment and materials for the textile industry] // Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov [Intercollegiate collection of scientific papers]. – Moscow: Izdatel'stvo MTI, 1989. P.37-41. [in Russian].
16. Badanov, K.I. Sposoby otdelki tekstil'nyh materialov, snizhayushchij sbrosy v stochnye vody. [Methods of finishing textile materials, reducing discharges into wastewater] // Problemy tekstilya. Nauchno-tekhnicheskij zhurnal [Problems of textiles. Scientific and Technical journal] – 2010. No.3. – P.18-22. [in Russian].
17. Badanov, K.I. Aktivaciya himiko-tekstil'nyh processov otdelochnogo proizvodstva [Activation of chemical-textile processes of finishing production] / monografiya [monograph] / – Taraz: TIGU, 2014.– 224 p. [in Russian].
18. Badanov, K.I., Badanova A.K., Badanova R.R, Tishkov A.V. Model'noe ustrojstvo dlya aktivacii diffuzionno-sorbcionnyh processov krasheniya sherstyanygo volokna [Model device for activation of diffusion-sorption processes of dyeing wool fiber] // Bulletin of the Almaty Technological University [Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta]. - 2017. – No. 1 (114). – P.32-38. [in Russian].

МРНТИ 64.33.17

Ч.Т. Кочкорбаева¹ – основной автор, | ©
С.Ш. Ташпулатов²



¹Соискатель, ²Д-р техн. наук, профессор

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0002-3001-3219>; ²<https://orcid.org/0000-0001-5483-2644>



¹Кыргызско-Узбекский Международный университет им. Б. Сыдыкова,
Ош, Республика Кыргызстан



²Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

@

¹chk_1181@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/QXAO3693>

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОМПЛЕКТОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЕЙ

Аннотация. В статье рассмотрены основные требования к специальной одежде монтажников с целью улучшения гигиенических и эргономических требований к ним. С учетом выявленных недостатков спецодежды разработаны два комплекта спецодежды для строителей.

Ключевые слова: спецодежда для строителей, монтажники, эргономические требования.



Кочкорбаева, Ч.Т. Исследование и разработка новых комплектов для строителей [Текст] / Ч.Т. Кочкорбаева, С.Ш. Ташпулатов // Механика и технологии / Научный журнал. – 2023. – №2(80). – С.99-107. <https://doi.org/10.55956/QXAO3693>

Введение. В наш век стремительного развития строительной отрасли, возникла острая необходимость в разработках спецодежды, предназначенной непосредственно для работников этой отрасли, разработка спецодежды не только для строителей в общем, но и непосредственно по отдельным специальностям.

Предлагаемая в настоящее время на потребительском рынке спецодежда не всегда соответствует конкретному уровню комплекса предъявляемых требований, не всегда обеспечивает реализацию специфики потребностей в современной специальной одежде для, зачастую сугубо уникальных условий производственной среды [1].

Целью данной работы, является установление современных требований к специальной одежде для строителей. Работа проводилась в три этапа:

а) изучение условий труда строителей, выявление опасных и вредных факторов на строительных площадках, влияющих на здоровье и безопасность рабочих;

б) выявление потребительских требований строителей к конструкции, внешнему виду и материалам новой спецодежды, путем проведения социопроса и анализа полученных сведений;

в) разработка новых комплектов спецодежды, с учетом выявленных недостатков в крое и их устранение, путем введения необходимых изменений в конструкции и технологии обработки изделий.

Условия и методы исследования. Проведен анкетный опрос среди работников строительных организаций, где были изучены условия труда строителей, определены отрицательные факторы окружающей среды, влияющих на здоровье работников и безопасность условия труда, определены потребительские требования строителей к конструкции, внешнему виду, материалам и пакетам готовой спецодежды. Проведен анализ и в результате выявлено несоответствие выпускаемой спецодежды требованиям потребителей условиям труда на строительных площадках [2].

Результаты анкетного опроса работников крупных строительных компаний Кыргызстана, России, выявили нарекания со стороны строителей, не только к качеству тканей на прочность и истирание, воздухопроницаемость, но есть и пожелания, относительно кроя спецодежды. В Кыргызстане, как и в некоторых других Республиках постсоветского пространства, в швейной промышленности в основном используются ткани китайского производства. Это влечет за собой не только доступные цены, для рядового работника, но и ряд отрицательных аспектов: не всегда сертифицированный товар; в сопутствующих документах состав сырья, условия эксплуатации не всегда соответствуют действительности; ткани, предлагаемые для производства спецодежды не всегда соответствуют жаркому климату нашей Республики.

Анализ результатов опроса позволил сделать следующие выводы:

- спецодежда, используемая в настоящее время, не отвечает в полной мере требованиям современного времени, одежда быстро изнашивается и приходит в негодность, соответственно не выдерживает эксплуатационный период и изнашивается значительно быстрее;

- материалы, применяемые для пошива спецодежды не всегда рассчитаны на жаркий и сухой климат Средней Азии, одежда быстро выцветает, не выдерживает частых стирок, плохо пропускает воздух и влагу, что значительно влияет на самочувствие строителей, в жаркий период;

- особое внимание следует уделить не только светоотражающим элементам, необходимых вечерней смене, но и цветовому решению спецодежды, рабочие должны четко выделяться на фоне строительных площадок и механизированного оборудования;

- относительно конструкции, нужно отметить, учитывая особенность выполняемой работы, карманы не всегда имеются в нужном количестве, все карманы обязательно должны быть на удобной застежке, широкий низ брюк, мешает при работе на строительной площадке [3].

Исследования, проведенные по изучению современного ассортимента спецодежды, предлагаемой на нынешний день на рынке товаров, позволило сформировать исходные данные, для проектирования новых комплектов специальной одежды, с учетом выявленных недостатков и устранения их, применив комплексный подход на основе системы «Человек-одежда-среда».

Анализ, проведенного исследования, путем анкетирования и интервьюирования строителей строительных компаний Кыргызстана и России, а также изучение строительных специальностей, показал, что каждая из них требует свою определенную специальную одежду, с учетом особенностей условий труда и выполняемой работы. С полученными результатами опроса, можно ознакомиться по таблице 1.

Таблица 1
Комплекты спецодежды для строительных специальностей

№	Специальность	Необходимый комплект специальной одежды	Дополнительные изменения или дополнения
1	Подсобные рабочие	Куртка с брюками, комбинезон (для летних и зимних сезонов), полукомбинезон, жилет а также средства защиты-перчатки, каска, обувь, респиратор	Дополнений нет
2	Монтажник-высотник	Куртка, комбинезон, каска и рукавицы, страховочный пояс, крепежные карабины и страховочные тросы.	Увеличить свободу движения в брюках, по линии бедер, возможно в стиле брюк «галифе», заузить низ брюк
3	Специалист по фасадам	Комплект одежды, которая включает в себя светоотражающие элементы, а также респиратор, перчатки, обувь с толстой подошвой.	Дополнений нет
4	Монтажник-строитель	Комбинезон и куртка с светоотражающими элементами, жилет с большим количеством карманов для инструментов, страховочный пояс, крепежные карабины и страховочные тросы. Также он должен иметь специализированную обувь	Увеличить свободу движения в брюках, по линии бедер, возможно в стиле брюк «галифе», заузить низ брюк
5	Плотник	Брюки и куртка, специальный жилет с большим количеством карманов и застежек, для различных измерительных инструментов, используемые в процессе работы	Дополнений нет
6	Маляр	В комплект одежды входит респиратор, головной убор. Ткань должна быть водоотталкивающей, обязательной комплектацией предусматривается использование респиратора и очков, защищающие глаза от попадания лакокрасочных материалов	Дополнений нет
7	Каменщик	Комплект верхней одежды в виде комбинезона с накладными усилителями, перчатки, обувь с толстой подошвой, защитная каска	Дополнений нет
8	Электрик	Одежда хлопчатобумажная, специальные перчатки, обувь. В комплект должны входить прорезиненные перчатки и бахилы, которые не пропускают электрический ток	Дополнений нет
9	Сварщик	Костюм обязательно должен защищать от возгорания во время попадания искр. Материал всего комплекта должен быть из огнеупорной ткани	Дополнений нет
10	Кровельщик	Куртка с брюками, комбинезон (для летних и зимних сезонов), полукомбинезон, жилет, а также средства защиты- перчатки, каска, очки. Материал комплекта со специальной пропиткой защищающие от солнечных лучей и осадков	Увеличить свободу движения в брюках, по линии бедер, возможно в стиле брюк «галифе», заузить низ брюк

В изучении проблемы высокого травматизма на строительных объектах, выявлена немаловажная роль введение дополнительных деталей,

дополнительных конструктивных решений в крое спецодежды, использование которых позволят наиболее полно соответствовать эргономическим требованиям к одежде строителей. Более тщательное изучение работы монтажников показало, что высокий риск, при работе на большой высоте, требует не только высокий профессионализм от самих рабочих, но и малейшие неудобства в одежде, недостаток свободы движения, могут привести к весьма трагическим последствиям.

Результаты исследований и обсуждение научных результатов. Разработаны и изготовлены два комплекта специальной одежды, рекомендуемых для работников строительных специальностей:

1. Комплект специальной одежды состоит из брюк и куртки, при этом отличается тем, что брюки в нижней части зауживаются с помощью клапана на липучках, который позволяет регулировать ширину низа брюк по мере необходимости, а также передняя часть штанов брюк, снабжены усиленными накладками, обеспечивающие защиту от механических повреждений, которые расположены в областях наиболее подверженных износу и с целью защиты от травм и нетоксичной пыли (на эту модель получен патент Республики Узбекистан на промышленный образец: № SAP 02379 от 23.06.2022 г.) (рис. 1).

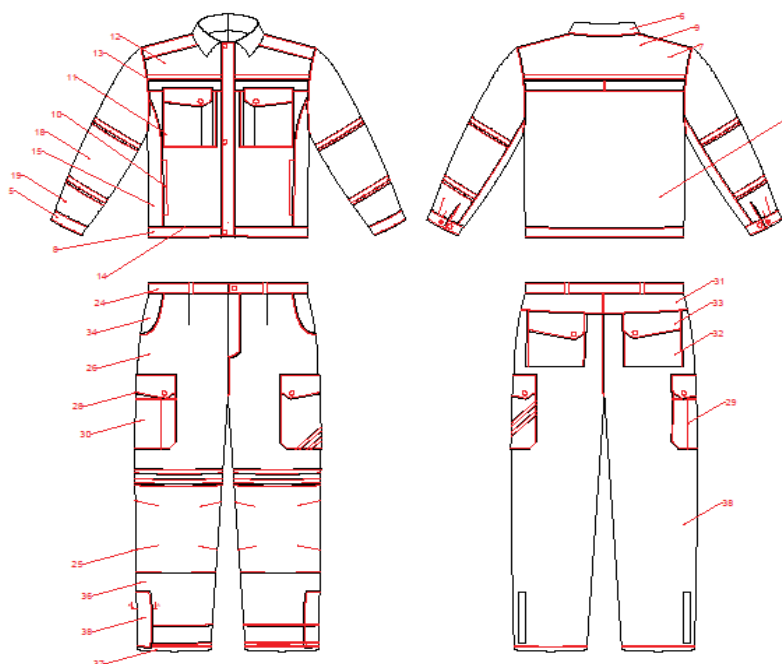


Рис. 1. Комплект спецодежды с брюками. Ширина брюк регулируется с помощью клапана и липучек

2. Комплект состоит из куртки и полукombineзона, отличается способом регулирования ширины низа штанов, с помощью тесьмы «молния» по низу бокового шва, со вставкой. Комплект снабжен усиленными накладками в областях наиболее подверженных износу и с целью защиты от травм (рис. 2).

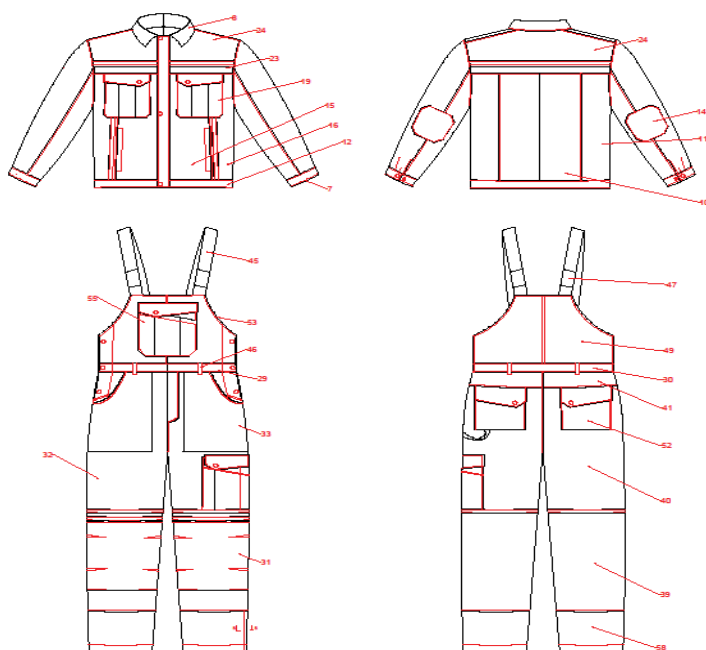


Рис. 2. Комплект спецодежды с полукombineзоном. Ширина брюк регулируется с помощью тесьмы «молния» со вставкой

Схема технологии обработки узлов деталей, позволяющих регулировать низ брюк, хорошо показана на рисунке 3, срезы А-А и Б-Б, на двух комплектах.

Пример 1. Согласно первому варианту, комплект спецодежды состоит из куртки и брюк, при этом низ штанин брюк зауживается с помощью клапана 38, расположенного вдоль бокового шва, на липучках (срез А-А), позволяющий регулировать ширину низа брюк по мере необходимости. Клапан и липучки органично вписываются в эстетический вид изделия, липучки установлены на клапане, с лицевой стороны, одна полоска на передней половине брюк, при использовании которой брюки имеют свой первоначальный вид, при использовании липучки на задней половине брюк, брюки зауживаются от 6 см до 10 см (от общего объема), а также передняя часть штанин брюк, снабжены усиленными накладками, из ткани более прочной структуры, черного цвета, обеспечивающие защиту от механических повреждений, которые расположены в областях наиболее подверженных износу, а также с целью защиты от травм [5].

Костюм выполнен из бежевого цвета, с защитными накладками черного цвета и функциональными элементами. В куртке, спереди и сзади, возможны идентификационные элементы номер, на полочке, спинке, рукавах, карманах (замок «молния») и брюках полосками из световозвращающего материала. Куртка и брюки усилены накладками, из ткани черного цвета, обеспечивающие защиту от механических повреждений, ткань смесовая (50% хлопок, 50% полиэстер, плотность 220 г/м²)

Куртка укороченная, с центральной застежкой «молния» под планкой, на 3 металлических кнопках, с защитными накладками в области плеча, на рукавах в области локтя, по среднему шву, переходящая на манжеты. Нагрудные карманы с двух сторон снабжены фигурными клапанами на кнопке 11, также здесь же, имеется второй карман с боковым входом со стороны борта, на замке «молния» со светоотражающим эффектом. Линии

притачивания кокетки на полочке и спинке оторочены световозвращающей лентой. По низу куртки – притачной пояс. Воротник отложной, швы втачивания воротника защищены тесьмой из хлопка, красного цвета

Брюки на притачном поясе 24, по бокам на резинке, с потайной застежкой в переднем шве на замке «молния» (гульфик). Задние половинки брюк на кокетке 31. На передних половинках брюк расположены карманы с отрезным бочком, а также сзади и по бокам брюк, накладные карманы, вход в карманы закрыты фигурными клапанами на кнопке 28, правый боковой накладной карман, двойной 30. Передние половинки брюк, над защитными накладками отделаны двумя полосками световозвращающего материала. Низ брюк зауживается клапаном 38 на липучки, по мере необходимости. Клапан органично вписывается в общую картину модели. Низ брюк обработан краевым швом в подгибку с закрытым срезом.

Пример 2. Согласно второму варианту, комплект спецодежды состоит из куртки и полукомбинезона, при этом низ штанин полукомбинезона зауживается по низу, с помощью светоотражающей тесьмы «молния» со вставкой изнутри (Срез Б-Б). Полукомбинезон и куртка усилены накладками, из ткани красного и черного цвета, обеспечивающие защиту от механических повреждений, ткань смесовая (50% хлопок, 50% полиэстер, плотность 220 г/м²)

Куртка укороченная, с центральной застежкой «молния» под планкой, на 3х металлических кнопках, с защитными накладками в области плеча 24, на рукавах в области локтя 14, по среднему шву, переходящая на манжеты 7. Накладные нагрудные карманы, вход в карман закрывается фигурными клапанами, на одной кнопке. На нагрудные многофункциональные передние двойные карманы со стропой: на левый карман 19 настроена стропа, с тремя отделами, для линейки, для ножа, инструментов; правый карман с двумя отделами, для ножа и второй отдел для телефона. Боковые нижние карманы с «листочкой», отненены светоотражающей лентой. Рукав куртки втачной, двухшовный, усилен фигурным налокотником, на манжете. Линии притачивания кокетки на полочке и спинке оторочены световозвращающей лентой. По низу куртки - притачной пояс 12 из защитной красной ткани. Воротник отложной, швы втачивания воротника защищены неширокой тесьмой из хлопка, красного цвета.

Полукомбинезон прямой с притачным поясом с потайной застежкой в переднем шве на замке «молния» (гульфик), а также с застежкой в боковых швах на пуговицах. Верхний срез брюк полукомбинезона обработан притачным поясом, в верхний срез которого втачан фронтальный нагрудник. На нагруднике выполнен двойной накладной карман с горизонтальным входом, вход в карман закрывает фигурный клапан, на одной кнопке. На многофункциональный двойной карман на нагруднике 55, настроена стропа в виде патронташа, с тремя отделами, для линейки, для ножа, инструментов. Полукомбинезон имеет бретели 45, из эластичной тесьмы, для удобства посадки на фигуре, спереди прикрепленные на эластичную вставку по типу подтяжек для регулирования длины, к верхней части нагрудника 53, а сзади втачаны в надставку 49, со стороны задних половинок. На передних половинках брюк полукомбинезона выполнены накладные карманы 33 с боковым входом, боковые срезы карманов втачаны в боковой шов брюк полукомбинезона. Чуть выше уровне колена, с правой стороны, с боку, расположен двойной карман из защитной красной ткани, с настроенной стропой в виде патронташа, с тремя отделами, для инструментов, вход в карман также закрыт фигурным клапаном. На правой задней половинке

выполнен накладной карман, накладками красного цвета. На уровне колена, защита от механических повреждений, обеспечена двойной усиленной накладкой 31. Низ брюк обработан краевым швом в подгибку с закрытым срезом.

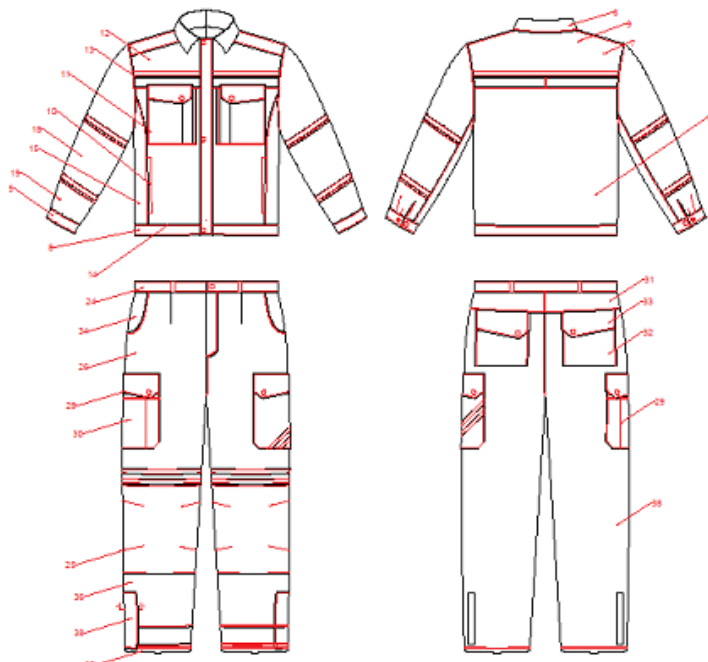


Рис. 3. Обработки клапана на липучках срез А-А; Обработка тесьмы «молния» со вставкой срез Б-Б.

Заключение. Таким образом, основании проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. В результате проведенного анализа, данных опроса работников строительной отрасли, выявлены несоответствия выпускаемой продукции швейными предприятиями требованиям специальной одежды для строителей, необходимость разработки спецодежды и для узких специалистов, в данном случае монтажников, учитывая специфическую особенность и сложность выполняемой ими работы.

2. Разработаны и рекомендованы в производство, два комплекта специальной одежды, с учетом необходимых изменений и дополнений в конструкции и технологии обработки изделий.

3. Путем использования некоторых деталей, мы получили возможность уменьшить ширину низа штанов и регулировать их по мере необходимости.

Список литературы

1. Расулова, М.К. Разработка технологии изготовления спецодежды с улучшенными эксплуатационными свойствами [Текст]: монография / М.К. Расулова, С.Ш. Ташпулатов, И.В.Черунова. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2020. – 191 с.
2. Покровский, В.И. Современные проблемы экологии и профессионально обусловленных заболеваний [Текст] // Медицина труда и промышленная экология. – 2003. – №1. – С. 2-6.

3. Кочкорбаева, Ч.Т. К разработке специальной одежды для строителей [Текст] / С.Ш. Ташпулатов, И.В. Черунова, Л.Ф. Немирова // Наука. Образование. Техника. – 2020. – №1. – С. 22-27.
4. Кочкорбаева, Ч.Т. Лабораторные исследования топологии износа специальной одежды и разработка способов повышения их износостойкости [Текст] / Ч.Т. Кочкорбаева, С.Ш. Ташпулатов, И.В. Черунова, Л.Ф. Немирова // Наука. Образование. Техника. – 2019. – №2 (65). – С. 92-97.
5. Ташпулатов, С.Ш. Комплект специальной одежды для работников строительной отрасли [Текст] / С.Ш. Ташпулатов, Ч.Т. Кочкорбаева [и др.] // Инновационный патент Республики Узбекистан на промышленный образец: №SAP 02379 от 23.06.2022 г.

Материал поступил в редакцию 22.05.23.

Ч.Т. Кочкорбаева¹, С.Ш. Ташпулатов²

¹Б. Сыдыков атындағы Қырғыз-Өзбек халықаралық университеті, Ош, Қырғызстан,
²Ташкент тоқыма және жеңіл өнеркәсіп институты, Ташкент, Өзбекстан

АРНАЙЫ КИИМГЕ ҚОЙЫЛАТЫН ЭРГОНОМИКАЛЫҚ ТАЛАПТАРДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫСШЫЛАРҒА АРНАЛҒАН ЖАҢА ЖИЫНТЫҚТАРДЫ ӨЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Мақалада құрылысшыларға арналған арнайы киімге қойылатын негізгі талаптар, атап айтқанда монтажшы жұмысшыларға арналған киімдер қарастырылған. Арнайы киімге қойылатын гигиеналық және эргономикалық талаптарды жақсарту мақсатында зерттеулер жүргізілген. Анықталған кемшіліктерді ескере отырып, құрылысшылардың арнайы киімдерінің екі жиынтығы ұсынылды.

Тірек сөздер: құрылысшыларға арналған арнайы киім, монтажшылар, эргономикалық талаптар.

Ch.T. Kochkorbaeva¹, S.Sh. Tashpulatov²

¹Kyrgyz-Uzbek International University named after B. Sydykov, Osh, Kyrgyzstan,
²Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan

RESEARCH OF ERGONOMIC REQUIREMENTS FOR SPECIAL CLOTHING AND DEVELOPMENT OF NEW KITS FOR BUILDERS

Abstract. The subject of the study is special clothing for builders. Studies have been conducted to consider the basic requirements for special clothing, namely clothing for installers, in order to improve the hygienic and ergonomic requirements for workwear. Taking into account the identified shortcomings, two sets of builders' workwear have been developed.

Keywords: workwear for builders, installers, ergonomic requirements.




References

1. Rasulova, M.K., Tashpulatov, S.Sh., Cherunova, I.V. Razrabotka tekhnologii izgotovleniya spetsodezhdy s uluchshennymi ekspluatatsionnymi svoystvami [Development of manufacturing technology for workwear with improved performance properties monograph]. – Kursk: Universitetskaya kniga [university book], 2020. – 191 p. [in Russian].
2. Pokrovsky V.I. Sovremennyye problemy ekologii i professional'no obuslovlennykh zabolevaniy [Modern problems of ecology and professionally caused diseases] //

- Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya [Occupational Medicine and Industrial Ecology], 2003. No. 1. P. 2-6. [in Russian].
3. Kochkorbaeva Ch.T., Tashpulatov S.Sh., Cherunova I.V., Nemirova L.F. K razrabotke spetsial'noy odezhdy dlya stroiteley [To the development of special clothing for builders] // Nauka. Obrazovaniye. Tekhnika [Science. Education. Technique], – Osh: KUU, 2020. No. 1, P. 22-27. [in Russian].
 4. Kochkorbaeva Ch.T., Tashpulatov S.Sh., Cherunova I.V., Nemirova L.F. Laboratornyye issledovaniya topologii iznosa spetsial'noy odezhdy i razrabotka sposobov povysheniya ikh iznosostoykosti [Laboratory studies of the topology of wear of special clothing and the development of ways to improve their wear resistance] // Nauka. Obrazovaniye. Tekhnika [Science. Education. Technique]. – Osh: KUU, 2019. No. 2 (65). P. 92-97. [in Russian].
 5. Tashpulatov, S.Sh., Kochkorbaeva, Ch.T. and others Komplekt spetsial'noy odezhdy dlya rabotnikov stroitel'noy otrasli [A set of special clothing for workers in the construction industry] // Innovatsionnyy patent Respubliki Uzbekistan na promyshlenny obrazets [Innovative patent of the Republic of Uzbekistan for an industrial design]: No. SAP 02379 dated 06/23/2022. [in Russian].

IRSTI 67.09.55

Zh.S. Rakhmanova¹ – main author, | ©
E.E. Sarybayeva²

 ¹Candidate of Technical Sciences, ²Master of engineering and technology
ORCID ¹<https://orcid.org/0000-0001-8827-8530>; ²<https://orcid.org/0000-0002-5814-9874>
 ^{1,2}Taraz Regional University named after M.Kh.Dulaty
 Taraz, Kazakhstan
@ ¹elvira-ermek@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/QXAI2073>

THE METHOD OF OBTAINING PATTERNED PLUSH KNITWEAR

Abstract. The paper presents new ways of pattern formation in the development of plush knitwear on two-contour machines. The purpose of the research work is to improve the technology for the production of knitted fabrics.

As a result of the experimental work, the technological capabilities of the modern LIBRA 3.130 flat knitting machine were studied and new types of combined knitwear based on plush weave were obtained. It has been found that air permeability coefficients can be reduced by up to 30% (46.3–66.9 cm³/cm²·sec) for combined plush knitwear by reducing the length of the thread in the loop.

Based on the analysis of the parameters of the produced fabrics of plush knitwear, it was found that a decrease in the surface density of plush knitwear can be achieved in various ways. The most effective are the ways in which the decrease in the surface density of knitwear is achieved by changing the base weave and combining weaves. The use of these methods makes it possible to reduce the surface density of knitwear by 1.5–2 times, and the bulk density by 15–20% compared to full plush. At the same time, knitwear retains its marketable appearance and high quality indicators.

Keywords: knitted fabrics, structure, combined interlooping, plush knitwear, volume density.



Rakhmanova Zh.S., Sarybayeva E.E. The method of obtaining patterned plush knitwear // Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2023. – No.2(80). – P.108-116. <https://doi.org/10.55956/QXAI2073>

Introduction. The demand for knitwear is increasing by consumers due to several special properties. The design of knitwear is a long process due to many important characteristics with other types of design and technology.

The efficiency of modern textile production depends on the degree of satisfaction of the population's need for fashionable clothes by reducing the cost of raw materials used per unit of production. The purpose of the proposed research work is to study the influence of new structures of cross-knit knitwear on the technological parameters and physical-mechanical properties of the sheet, to improve the technology of knitwear production.

Clothing is considered the environment close to the human body, made of various materials such as knitwear, fabric and non-woven. Among them, knitted knitwear is a type of knitwear obtained by weaving threads horizontally. These types

of sheets are gaining popularity among consumers day by day because of their excellent mechanical properties and high comfort. However, these properties of the sheet are highly dependent on the type of fibers used to make knitted knitwear and the structure of the fabric [1-3].

The properties of flexible knitwear sheets often depend on the types of knitwear structure used for weaving [4,5].

Other researchers studied three types of knitted sheets made of 100% cotton fibers [6]. They found that press loop knitted knitwear increased surface density, width, pilling resistance, and width shrinkage while reducing lengthwise shrinkage and twist.

Although both the fabric structure and the composition of the fibers affect the properties of knitwear, comparative studies of fabrics made of 100% natural, regenerated and synthetic fibers according to the structure of the knitted fabric are still insufficient. Therefore, in this study, the influence of knitwear structure on technological parameters and physical-mechanical properties of knitwear was investigated. In this study, 4 versions of knitted goods of interlaced knits, which differ in structure in the repetition of knitting, were woven on a modern horizontal knitting machine LIBRA 3.130. Machine parameters affecting textile properties were kept constant for the production of each sample in this study to free the outcome from variables other than structure. This study aims to determine how different knitwear structures affect breaking lengths, breaking load, air permeability, shrinkage, and reversible and irreversible deformation of knitwear.

Conditions and methods of research. In order to expand the assortment of knitted fabrics, improve the quality indicators of plush knitwear and maximize the technological capabilities of the modern LIBRA 3.130 horizontal knitting machine, 6 versions of plush knitted knitwear were developed and produced, using cotton yarn with a linear density of 20 tex as raw material.

On two-contour machines, as well as single-contour ones, changing the length of plush broaches is achieved in various ways [7]. In work for this purpose, it is proposed to use a special-shaped platinum 1 on a two-contour circular knitting machine, containing a lower protrusion 2, and an upper protrusion 3 for cooking plush threads (Fig.1).

Platinas are installed in the cylinder, and knitting needles are installed in the grooves of the disk. Each platinum has a heel 4, which interacts with a movable and obliquely fixed wheel 5. With the help of platinum 1, plush broaches of smaller length are formed, and the lower protrusion 2 to obtain longer plush broaches.

Figure 1 shows the relative position of the plates, the wheel and the wedge in relation to the horizontal plane AA.

Wedge 6 serves to lift the heels of 4 platines. The sampling wheel 5 acts on the platinum in accordance with the specified pattern.

For example, platinum I and IV are raised to form broaches of shorter length, and platinum II and III - plush broaches of longer length. Platinum V and VI plush broaches do not form. This happens when the sampling wheel does not have a cracker in the groove. In this case, a platted loop is formed from two threads. The lifting height of the plates depends on the width of the working area of the cracker. Using this method, you can get various drawings on the canvas.

We propose a method for changing the length of plush broaches on two-contour machines, where a tongue needle is used as an additional element. According to this development, the change in the length of plush broaches is achieved by changing the number of needles forming plush broaches.

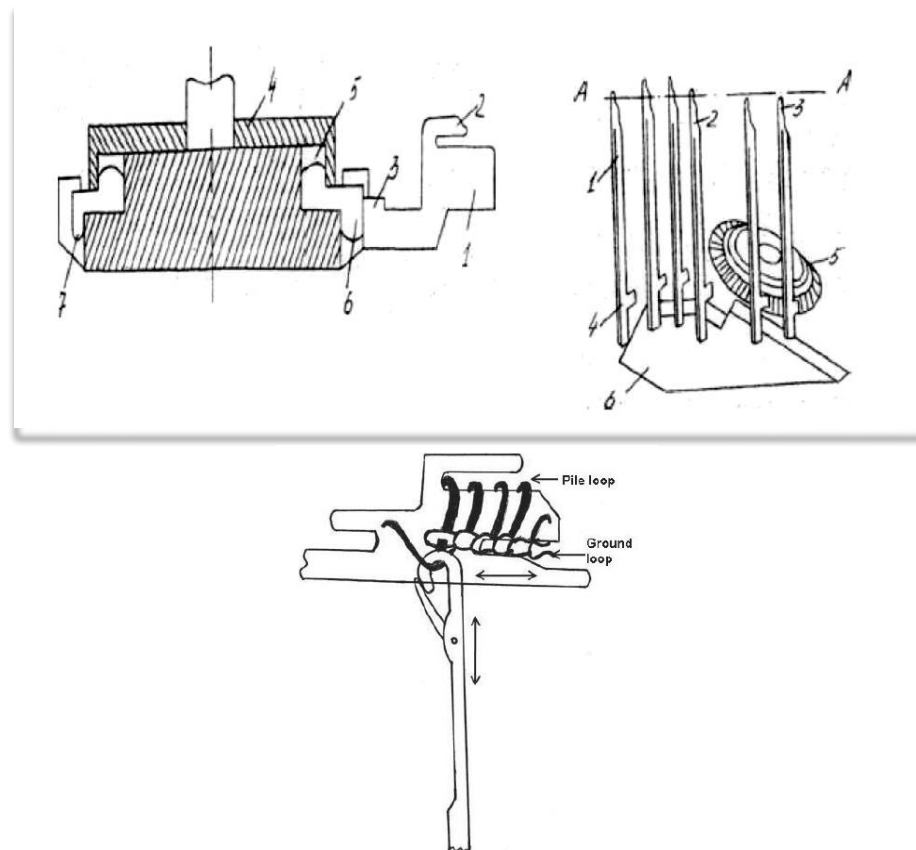


Fig. 1. Shapes of plates used on a two-contour circular knitting machine to produce embossed plush knitwear

Usually, for the production of plush knitwear on a multi-system two-contour circular knitting machine, in its first loop-forming system, a plush thread is laid on all the needles of both needles, plush sketches are pulled by the needles of one needle holder and in the same system ground loops are formed by the needles of another needle holder, after which plush broaches are dropped from the needles.

In this case, a smooth jersey is obtained, since the number of plush loops is the same as the number of ground loops. Based on this method, a method for producing plush knitwear with different lengths of plush broaches was developed. It consists in changing the number of needles involved in obtaining plush broaches: one, two or more needles can participate in the formation of a plush broach. By increasing the number of needles involved in the formation of one plush broach, you can increase the length of the thread in this broach. The proposed method was used by the author for knitting patterned plush knitwear.

Figure 2, shows a graphic record of laying threads on needles when knitting patterned plush knitwear, and Figure 2, shows a conditional image of the knitwear obtained after finishing.

In the first system, the plush thread *b* is laid on the needles of the I cylinder according to the rapport of the drawing and every third needle of the 2 disk. The ground thread is also laid on every third needle of the disc. Needles that are not involved in the knitting process are turned off from work. Due to this, in the first system, platted loops are knitted from plush thread *b* ground thread *a* and with needles of the I cylinder, plush broaches 3 and 4 of different lengths are formed

during culling. In the second system, the plush broaches are reset. It is recommended to use low-shrink threads as plush threads, and high-shrink threads as ground threads.

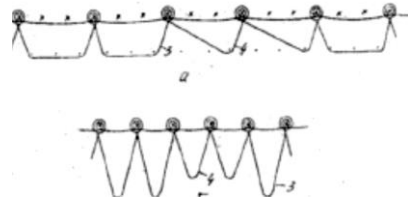


Fig. 2. Laying of threads when knitting embossed plush knitwear

After removing the knitwear from the machine, it is trimmed to shrink the ground threads. As a result, plush broaches 3, in the formation of which three needles participated, are obtained longer than plush broaches 4, in the formation of which one needle participated. By selecting the needles of the cylinder with pattern-forming mechanisms, it is possible to obtain various relief drawings on the canvas. Plush broaches of different lengths can also be obtained by changing the sequence of laying the plush thread on the cylinder needles (additional elements) and using a high-shrink thread as a ground thread, and a low-shrink thread as a plush thread. To do this, in the first system, the plush thread 6 is laid on the needles of the I cylinder according to the rapport of the drawing and on every third needle of the disk 2.

The ground thread and is also laid on every third needle of 2 discs.

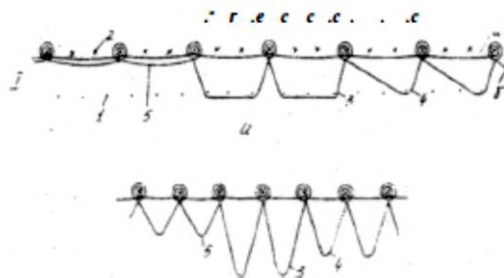


Fig. 3. Changing the length of plush broaches by changing the number of additional elements

In this case, the plush thread is formed in one case with three cylinder needles to form one plush broach, in the second case with one needle, and in the third it is not cultured with cylinder needles, forming platted loops with ground thread a (Fig.3, a).

After finishing, plush broaches of three types 3, 4, 5 appear on the surface of the canvas, differing from each other in length (Fig. 3b). Plush broaches of various lengths are obtained by changing the number of needles forming these broaches and by shrinking the ground thread. Selecting the needles of the cylinder with the help of a pattern-forming mechanism according to the rapport of the drawing, it is possible to create various patterned effects on the canvas.

By changing the colors of the plush thread, you can get colored relief drawings. To do this, in the first loop-forming system, together with the pound thread

a, for example, a white plush thread A is refilled, and in this system, plush broaches of small and medium length are formed from this plush thread (Fig.4).

In the second system, together with the ground thread, a black plush thread is filled in, and in this system, small and large broaches are formed from this plush thread. In the third system, the plush broaches are reset from the cylinder needles. After finishing, plush broaches of 1,2,3 of various lengths and colors appear on the surface of the canvas (Fig.4). The length of the plush broaches 1 and 2 is sufficient to completely close the plush stretches 3 of small length.

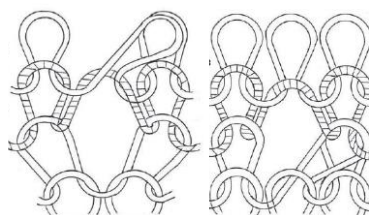


Fig. 4. Laying of threads when knitting colored embossed plush knitwear

But the formation of plush broaches of small length on the surface of the canvas instead of platted loops, which were formed during the development of ordinary two-tone plush knitwear, increases the density of plush broaches in knitwear, as a result of which its heat-protective properties increase.

The length of the plush broaches on two-contour machines, where a tongue needle is used as an additional element, can also be changed by changing the depth of the plush thread with these needles. To do this, in the first needle system of the I cylinder, the plush thread by plush broaches 2 is cultured to a lesser depth, and in the second needle system of the I cylinder, the plush thread by plush broaches 2 is cultured to a greater depth (Fig. 5).

As a result, the canvas will have enlarged plush broaches of different lengths and heights. By applying pattern-forming mechanisms on the machine, it is possible to expand the patterned capabilities of this method.

Changing the length of plush broaches on one- and two-contour machines can also be achieved by using non-shrinkable threads or threads of different thicknesses as plush. For example:5, filling the first system with a low-shrink thread or a thread of greater thickness (in the quality of plush) and the second system with a high-shrink thread or a thread of lesser thickness, you can get a relief pattern on the canvas.

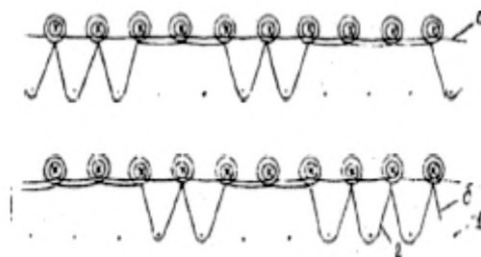


Fig. 5. Changing the length of the plush broaches by changing the depth of the cooking of the plush lit and additional elements

Thus, a method has been developed for obtaining a pattern on two-contour knitting machines in the production of plush knitwear.

Research results. In order to compare the physical and mechanical properties of the new structures of knitted knitwear based on plush weave from cotton yarn, experimental samples of knitwear sheets were developed on a modern horizontal knitting machine LIBRA 3.130. The physical and mechanical properties of the prepared samples were studied according to the standard. The obtained results are shown in Table 1.

Table 1

Physical and mechanical properties

Options	Linear thread density, Tex		Loop step, A (mm)	Height of the loop row, V (mm)	Horizontal density, Pg	Vertical density, Rv	Thread length in loop, mm	
	ground thread	plush thread					Plush, L1	Ground, L2
I	20×3	20×3	1,19	0,83	42	60	3,6	5,2
II	20×3	20×3	1,66	1,25	30	40	9,4	5,5
III	20×3	20×3	1,66	1,11	30	45	9,14	5,6
IV	20×3	20×3	1,66	1,25	30	40	9,3	5,7

If the bulk density of the IV variant of the lined knitwear with a surface density of $M_s = 390 \text{ g/m}^2$ and a thickness of $T = 1.25 \text{ mm}$ is 312 mg/cm^3 , then the bulk density of the basic lined knitwear (option – I) with a surface density of $M_s = 318 \text{ g/m}^2$ and thickness $T = 0.89 \text{ mm}$ is equal to 357 mg/cm^3 , the absolute volumetric relief, compared to the basic one, is:

$$\Delta\delta = \delta_B - \delta = 357 - 312 = 45 \text{ mg/cm}^3;$$

The relative relief is:

$$\theta\Delta = \left(1 - \frac{\delta}{\delta_A}\right) 100 = \left(1 - \frac{312}{357}\right) \times 100 = 13\%.$$

Discussion of scientific results. The air permeability of the plush knitted fabric of the lined interweaving is significantly less than the basic interweaving. Among the samples of the plush knitted fabric of the lined interweaving, variant III has the lowest air permeability[8].

The air permeability of this variant is $46.3 \text{ cm}^3/\text{cm} \cdot \text{sec}$, which is less than 33.1% compared to the basic weave. Changing the filling leads to a change in the physical and mechanical properties of the plush knitted fabric of the lined weave.

The air permeability of experimental samples of plush knitwear of lined weaving varies from 46.3 to $66.9 \text{ cm}^3/\text{cm} \cdot \text{sec}$.

The influence of various factors on the resistance of knitwear to abrasion was studied in a number of works. For example, the influence of the knitting density of knitwear on its resistance to abrasion was investigated and it was concluded that with

an increase in the density of knitting, the resistance to abrasion of knitwear increases. At the same time, it is noted that the influence of the density of knitting on the resistance of knitwear to abrasion is small and the latter depends to a greater extent on the resistance to abrasion of the thread itself than on the density of knitting.

Conclusion. Regularities of the influence of elements of the structure of knitwear on the parameters and physical and mechanical properties of the fabric of knitwear are established.

In order to evaluate the reduction of the material capacity of knitted products, that is, to simplify its structure, the indicator of the volume density of knitwear in space was used. At the same time, the degree of lightness of knitwear is evaluated by absolute and relative volume density.

As a result of experimental work, the technological capabilities of the modern horizontal knitting machine LIBRA 3.130 were studied, and new types of knitted knitwear were obtained on the basis of plush braids. The laws of influence of knitwear structure elements on the parameters and physical-mechanical properties of knitwear sheets have been established. By comparing the bulk density of knitted knitwear of different structures, it can be seen that the presence of elastic layers and derivative layers in the structure of plush knitwear not only reduces stretch and increases shape stability, but also reduces the bulk density of knitwear in some cases.

The regularities of the influence of the elements of the knitwear structure on the parameters and physical and mechanical properties of the knitted fabric are established.

It has been found that air permeability coefficients can be reduced by up to 30% ($46.3-66.9 \text{ cm}^3/\text{cm}^2\cdot\text{sec}$) for combined plush knitwear by reducing the length of the thread in the loop.

Based on the analysis of the parameters of the produced fabrics of plush knitwear, it was found that a decrease in the surface density of plush knitwear can be achieved in various ways. The most effective are the ways in which the decrease in the surface density of knitwear is achieved by changing the base weave and combining weaves. The use of these methods makes it possible to reduce the surface density of knitwear by 1.5-2 times, and the bulk density by 15-20% compared to full plush. At the same time, knitwear retains its marketable appearance and high quality indicators. On the basis of a comprehensive comparison, optimal options for new models of knitwear structures with improved physical, mechanical and consumer properties were proposed.

The results of the research allow to expand the assortment of knitted products, to reduce the cost of raw materials per product unit, as well as to improve the quality and consumer properties of the produced assortment, to choose high-quality models and technologies for them.

References

1. Kalkanci, M. Investigation into fabric spirality in various knitted fabrics and its effect on efficiency in apparel manufacturing. *Fibres Text. East. Eur.* 2019. 27 (1), P.59-66.
2. Hoque, M.S., Chakraborty, S., Hossain, M.F., Alam, M.M., Knit fabric scouring with soapnut: a sustainable approach towards textile pre-treatment. *Am. J. Environ. Protect.* 2018. 7 (1), P. 19-22.
3. Farha, F.I., Farhana Iqbal, S.M., Arif Mahmud, M., Compositional and structural influence on some weft-knitted fabrics comprised of cotton and lyocell yarn. In: *Journal of the Institution of Engineers (India)*: 2019. Series E 100, P. 11-19
4. Choudhary, A.K., Ramratan, The influence of yarn and knit structure on moisture management properties of sportswear fabric. *J. Inst. Eng.:* 2020. Series E 101 (1), 77-90.

5. Sathish Babu, B., Senthil Kumar, P., Senthil Kumar, M., Effect of yarn type on moisture transfer characteristics of double-face knitted fabrics for active sportswear. 2020. J. Ind. Textil. 49 (8), 1078-1099.
6. Asif, A., Rahman, M., Farha, F.I., 2015. Effect of knitted structure on the properties of knitted fabric. Int. J. Sci. Res.
7. Spencer, D.J., Knitting Technology: A Comprehensive Handbook And Practical Guide (Third). Woodhead Publishing, 2001.
8. Sarybayeva E.E. M.U.Kuramysova, L.V.Shkunova Methods of obtaining lined knitwear // News of higher educational institutions. Technology of the textile industry. – 2017. – No.5 (371). – P. 132-135.

Material received 24.05.23.

Ж.С. Рахманова¹, Э.Е. Сарыбаева¹

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

СУРЕТТІ ПЛЮШ ТРИКОТАЖ АЛУ ӘДІСІ

Аңдатпа. Берілген мақалада екі фонтуралы машинада плюш өрімінің негізінде қиыстырылған өрімді трикотаж құрылымын өндіру әдістері қарастырылды. Зерттеу жұмысының мақсаты - трикотаж бұйымдарын өндіру технологиясын жетілдіру.

Эксперименталдық жұмыс нәтижесінде қазіргі заманғы LIBRA 3.130 көлденең тоқу машинасының технологиялық мүмкіндіктері зерттеліп, плюш өрімдерінің негізінде қиыстырылған өрімді трикотаждың жаңа түрлері алынды. Трикотаж құрылымы элементтерінің трикотаж жаймаларының параметрлері мен физикалық-механикалық қасиеттеріне әсер ету заңдылықтары орнатылған. Қиыстырылған өрімді трикотаж үшін ілмектегі жіптің ұзындығын қысқарту арқылы ауа өткізгіштік коэффициенттерін 30% (46,3-66,9 см³/см² сек) дейін төмендетуге болатыны анықталды.

Плюш өрімі негізінде тоқылған қиыстырылған трикотаждың беттік тығыздығының төмендеуіне ілмек бағандарын өткізіп жіберу арқылы да қол жеткізуге болатыны анықталды. Трикотаждың беттік тығыздығының төмендеуіне негізгі тоқуды өзгерту және өрімді қиыстыру арқылы қол жеткізілетін әдістер ең тиімді болып табылады. Бұл әдістерді қолдану толық плюспен салыстырғанда трикотаждың бетінің тығыздығын 1,5-2 есе, ал көлемді тығыздығын 15-20% азайтуға мүмкіндік береді. Бұл ретте трикотаж өзінің тауарлық түрін және жоғары сапа көрсеткіштерін сақтайды.

Тірек сөздер: трикотаж жаймалары, құрылымы, қиыстырылған өрімдер, плюш трикотаж, көлемдік тығыздық.

Ж.С. Рахманова¹, Э.Е. Сарыбаева¹

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

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ РИСУНЧАТОГО ПЛЮШЕВОГО ТРИКОТАЖА

Аннотация. В работе приводятся новые способы образования рисунка при выработке плюшевого трикотажа на двухфонтурных машинах. Целью исследовательской работы является совершенствование технологии выработки трикотажных полотен.

В результате проведенных экспериментальных работ исследованы технологические возможности современной плосковязальной машины LIBRA 3.130 и получены новые виды комбинированного трикотажа на базе плюшевого переплетения.

Установлены закономерности влияния элементов структуры трикотажа на параметры и физико-механические свойства полотна трикотажа. Установлено, что коэффициенты воздухопроницаемости можно снизить до 30% (46,3-66,9 см³/см²·сек) для комбинированного плюшевого трикотажа за счет уменьшения длины нити в петле.

На основании проведенного анализа параметров, выработанных полотен плюшевого трикотажа, установлено, что уменьшение поверхностной плотности плюшевого трикотажа можно достичь различными способами. Наиболее эффективным являются способы, по которым уменьшение поверхностной плотности трикотажа достигается путем изменения базового переплетения и комбинированием переплетений. Использование этих способов позволяет уменьшить поверхностную плотность трикотажа в 1,5-2 раза, а объемную плотность на 15-20% по сравнению с полным плюшем. Трикотаж при этом сохраняет товарный вид и высокие показатели качества.

Ключевые слова: трикотажные полотна, структура, комбинированное переплетение, плюшевый трикотаж, объемная плотность.

МРНТИ 64.33.71

Б.И. Умралиева¹ – основной автор, | ©
Ж.Б. Байжанова²



¹Канд. техн. наук, доцент, ²Канд. техн. наук

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0002-3936-7497>; ²<https://orcid.org/0000-0002-9160-9633>



^{1,2}Казахский университет технологии и бизнеса



г. Астана, Республика Казахстан



¹illaridan_bela@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/OGPT5279>

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ АССОРТИМЕНТНОЙ МАТРИЦЫ ДЛЯ ШВЕЙНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. В статье рассмотрен один из важнейших инструментов выхода на рынок народных товаров ассортиментной матрицы предприятия. На примере конкретного швейного предприятия, рассмотрен процесс создания ассортиментной матрицы в виде капсул.

Ключевые слова: ассортиментная матрица, капсула, базовый гардероб, целевая аудитория, стиль casual, джинсовая мода, 3d примерка.



Умралиева, Б.И. Современные подходы к формированию конкурентоспособной ассортиментной матрицы для швейного предприятия [Текст] / Б.И. Умралиева, Ж.Б. Байжанова // Механика и технологии / Научный журнал. – 2023. – №2(80). – С.117-124. <https://doi.org/10.55956/OGPT5279>

Введение. По мере интеграции в мировое экономическое пространство наиболее остро ощущается общая проблема подавляющего большинства швейных предприятий Республики Казахстан, а именно низкая конкурентоспособность выпускаемой продукции по сравнению с аналогичными производителями в других странах.

В программном документе Правительства Республики Казахстан «Программа развития внутристрановой ценности и экспортоориентированных производств» на 2022-2026 годы, была поставлена основная цель, направленная на расширение номенклатуры промышленных товаров, востребованных на внутреннем и внешнем рынках, путем развития базовых условий...» [1].

В сложившихся условиях на современном рынке одежды, большую долю которого занимает импорт, возможностью для выживания отечественного производителя является:

- переоценка системы функционирования и совершенствования методов стратегического управления предприятий;
- привлечение и удержание клиентов;
- сделать предложение для клиента интересным и интригующим, чтобы он купил продукт.

Одним из решений вышеназванных проблем предприятия на современном этапе является *рациональная ассортиментная матрица* [2-3].

Рациональная ассортиментная матрица предприятия разрабатывается на перспективу и предусматривает решение следующих принципиальных задач:

- оптимизацию структуры предлагаемых товаров вообще и с точки зрения принадлежности их к различным стадиям жизненного цикла;
- разработку и внедрение на рынок новых товаров;
- обеспечение качества и конкурентоспособности товаров;
- принятие решений, связанных с рыночной атрибутикой товаров.

Ассортиментная матрица – не что иное, как список конкретных позиций, которые сгруппированы по параметрам, определенным условиями разработанного заранее алгоритма. К таковым можно отнести самые разнообразные характеристики продукта, например материал, цветовую гамму, размер и т.д.

Анализ ассортиментных матриц прошедших периодов даст ответы на многие вопросы:

- сезонность;
- номенклатура;
- количество;
- себестоимость;
- планируемая цена с учетом скидок.

Условия и методы исследования. Целью проведенного исследования являлась поддержка предприятия и успешное расширение швейного производства на территории области с низким порогом производительности, методом разработки ассортиментной матрицы по заказу ТОО «А.V. Group». На сегодняшний день при выборе ассортиментной матрицы, комплексным решением для предприятий легкой промышленности является капсула [4]. Капсульный гардероб – это коллекция комплектов из нескольких основных актуальных предметов одежды, не выходящих из моды [5]. По данным социально-маркетингового анализа, покупатели предпочитают приобретать вещи комплексно и не смотря на следование модным тенденциям, руководствуются в первую очередь необходимостью, сформированной под влиянием распространенных жизненных ситуаций.

ТОО «А.V. Group» стабильно развивающаяся компания в области легкой промышленности и расположена в г. Сарань Карагандинской области. Основным ассортиментом предприятия является спецодежда и форменная одежда, заказы на которые предприятие получает через участие в государственных закупках и тендерах. Такая организация производственного процесса не позволяет сформировать стратегический производственный план и сложности возникают с текущим производственным планом, так как стабильность работы зависит от таких факторов как: поставщики сырья, качественная работа логистических компаний и многих других.

Компания основана в 2014 году, и за 7 лет зарекомендовала себя надёжным партнёром. Предприятие оснащено современным оборудованием, при производстве используется качественное сырьё, сотрудничество проходит только с проверенными и надёжными партнёрами. Квалифицированный персонал своевременно проходит обучение новым навыкам и повышение профессиональных знаний.

Товары лёгкой промышленности изготавливаются с соблюдением всех норм и стандартов. Доля производства легкой промышленности в Карагандинской области составляет 6,9 млрд. тенге и занимает 8-е место по

количеству производства в регионах, а для закрытия порога экономической безопасности, каждая область должна производить минимум на 7,9 млрд. тенге [6].

Анализ конкуренции. На данный момент в Карагандинской области насчитывается 14 швейных фабрик, 9 из них находятся в городе Караганда и 5 за ее пределами.

Город Караганда насчитывает более 1000 магазинов одежды, основываясь на опросе инсайдеров, среди самых популярных магазинов для населения: 4 сезона, Ostin, Defacto, Koton и Gloria Jean's. Потребителям удобно пойти в место скопления магазинов, чтобы была возможность в короткие сроки рассмотреть множество вариантов, следовательно в городе Караганда лучшим расположением для точки продаж будет торгово-развлекательный центр «Таир».

Результаты исследований и обсуждение научных результатов. Для построения аватара клиента и анализа его предпочтений был проведен опрос целевой аудитории.

В ходе исследования было опрошено 106 резидентов в течении февраля 2022 года с использованием google-формы. Из них 75,5% женщин и 25,5% мужчин. Возрастная группа респондентов от 21 года до 30 лет.

География исследования – г. Астана, г. Алматы, г. Экибастуз, г. Семей, г. Усть-Каменогорск, г. Павлодар и т.д.

В результате исследования были определены физические характеристики респондентов.

Среди опрошенных респондентов мужского пола относят себя к типу фигуры: 42,3% «прямоугольник», 30% к «перевернутый треугольник» (т.е. обхват талии, груди и бедер практически идентичен).

Вес у 34,6% респондентов мужского пола 60-70 кг, на оставшиеся категории 55-60 кг, 70-80 кг, 80-90 кг, 90-100 кг относится по 15,4%. Рост у основной массы респондентов более 170 см, у 50% от 170-180 см, у 34,6% 180-190 см. Что касается респондентов женского пола, у 34% тип фигуры «песочные часы», то есть обхват груди и бедер больше обхвата талии. Вес у 43% респондентов женского пола 45-55 кг, у 50% вес более 55 кг. У большинства женщин от 21 до 30 лет рост 160-170 см.

В результате исследования установлено, что наиболее популярны три стилевых направления: street casual, sport casual и минималистичный casual. Среди самых популярных брендов целевой аудитории: Zara, Stradivarius, Adidas, Nike, Bershka, H&M. Учитывая информацию от инсайдеров г. Караганды, целевая аудитория приобретает изделия у брендов: Gloria Jean's, 4 сезона, Ostin. Оптимальным сочетанием по мнению респондентов являются: кроссовки, джинсовая куртка, кожаная куртка, водолазка, толстовка, свитер, рубашка и пиджак.

Базовые минималистичные джинсовые изделия являются преимущественным выбором целевой аудитории. Для мужчин предпочтительны джинсы прямого кроя, средней посадки и длины. Для женщин джинсы прямого кроя, завышенной посадки и средней длины. По опросу 82% респондентов мужского пола и 51% женского пола предпочитают одежду черного цвета. Особенности предпочтения силуэта заключается в том, что мужчины предпочитают свободный, а женщины полуприлегающий. Результаты обработки опроса проводились с использованием google-формы.

На основании проведенного анализа были сформированы требования к проектируемой капсуле:

- капсула джинсовой молодежной одежды;
- сезон: осень-весна/ демисезонная коллекция;
- половозрастная группа коллекции: мужчины и женщины от 21-30 лет, проживающие в городе Караганда.

Потребительские, технико-экономические требования к коллекции:

- стиль casual и sport-casual;
- изделия базового гардероба;
- цветовое решение: преимущественно черные и базовые цвета;
- наиболее важен комфорт, практичность и эстетичность изделия;
- преимущественно прямой силуэт одежды;
- средняя длина джинсов;
- трансформируемые детали одежды;
- акцент на национальной стилистике.

Характеристика стилевых черт: преимущественно комфортная, свободная одежда прямого силуэта. Силевые закономерности представлены в изделиях темно-синего джинсоподобного материала, в аксессуарах с национальной стилистикой, в преимущественно базовом фасоне изделий.

Предложены 3 блока моделей капсул джинсовой молодежной одежды в стиле casual, 1 мужской, 1 женский, 1 унисекс (рис.1-3).

При подборе материалов, основной акцент приходится на джинсовоподобные ткани в коллаборации в капсуле с трикотажными, курточными и плащевыми материалами. Джинсовая ткань и материал имеющие внешние сходства были выбраны основными материалами коллекции, так как анализ модных тенденций 2022-2023 годов показал востребованность джинсовой одежды.

При работе над капсулами ассортиментной матрицы, для исключения примерок, нами была использована программа «Электронный манекен» JULVI, которая представляет собой виртуальную 3D примерку разработанных в программе «Конструктор» моделей». Использование программы «Электронный манекен» позволило проверить правильность баланса разработанной конструкции, так как примерка в программе происходит на высоком уровне реалистичности, учитывая следующие факторы, как [7]:

- физические свойства ткани;
- взаимодействие ткани с манекеном;
- визуальные свойства материалов.

Режимы просмотра:

- визуальная оценка изделия;
- подбор рисунка;
- оценка баланса изделия;
- просмотр припусков на свободу облегания изделия;
- возможность увидеть распределение напряжений в ткани [7] (рис.4).

Полная себестоимость изделий ассортиментной матрицы в виде 3 капсул джинсовой молодежной одежды в стиле casual, в количестве 22 изделий, составило сумму в 1 029 231,15 тг.

Прибыль составляет от 25 до 55% в зависимости от выбранной модели, конкурентоспособности изделия от полной себестоимости.

На рисунке 5 приведены фотографии готовых изделий из капсул джинсовой молодежной одежды в стиле casual.



Рис. 1. Блок женской одежды



Рис. 2. Блок мужской одежды



Рис. 3. Блок одежды унисекс

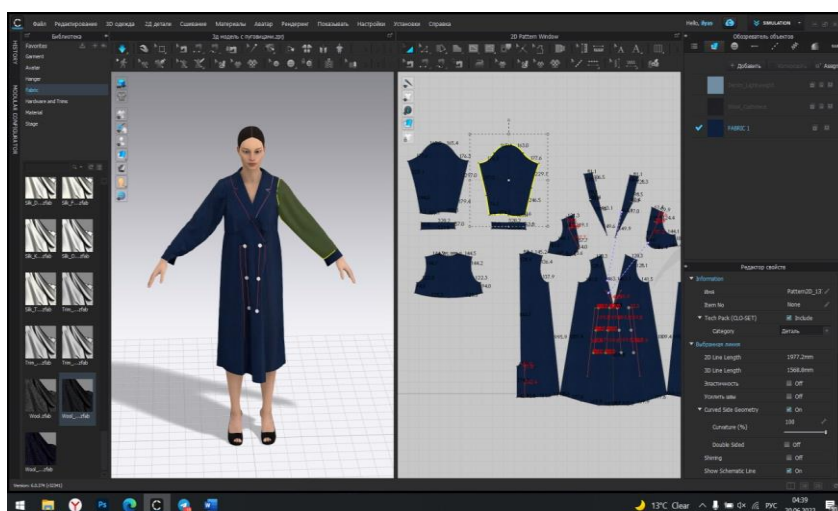


Рис. 4. 3D примерка в программе «Электронный манекен» JULIVI



Рис. 5. Готовые изделия капсул на моделях, во время фотосессии

Заключение. Таким образом, в данном исследовании были получены следующие практические результаты:

- на основе экономических и маркетинговых исследований разработана ассортиментная матрица для предприятия ТОО «A.V. Group», состоящая из 3 капсул джинсовой молодежной одежды в стиле casual в виде 22 готовых изделий, что подтверждено актом внедрения;

- разработаны конструкции изделий со съемными и взаимозаменяемыми деталями;

- использована современная 3D программа моделирования одежды, как метод презентации и продвижения товаров;

- внедрение казахской народной символики в дизайн современной одежды;

- ассортиментная матрица в составе имеет товары-локомотивы – джинсы; сопутствующие товары – футболки, рубашки, кардиганы; статусные товары – тренчи; товары-заменители – бомберы и кожаные куртки;

- наличие в ассортиментной матрице всех видов перечисленных товаров дает возможность удовлетворить потребителя и возможность предприятию выйти на рынок народных товаров отечественной конкурентноспособной продукции;

- разработанная коллекция и методы ее продвижения привели к успешному запуску и выживанию конкурентноспособного предприятия на рынке.

Список литературы

1. Программа развития внутристрановой ценности и экспортноориентированных производств [Электронный ресурс]. Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 30 июня 2022 года, №452. – Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000452> / (дата обращения 12.09.2022).
2. Ермакова, Л.А. Совершенствование ассортиментной политики на предприятиях швейной промышленности [Текст]: автореферат дисс... канд. экон. наук по шифру 08.00.05 / Л.А. Ермакова. – М., 2006.
3. Абоюду, Ахмед Кадим. Маркетинговый подход к формированию оптимальной структуры товарного ассортимента на предприятии [Текст]: автореферат дисс... канд. экон. наук по шифру 08.00.05 / Ахмед Кадим Абоюду. – М., 2009.
4. [?] / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Капсульный_гардероб#:~:text=Слово%20«капсульный»%20используется%20в%20значении,затем%20можно%20дополнить%20сезонными%20предметами. (дата обращения 20.01.2023).
5. [?] / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lekela.jimdofree.com/условия-работы/разработка-капсулы/>
6. [?] / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://uchet.kz/branch/?PAGEN_1=2 (дата обращения 20.01.2023).
7. [?] / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.transmetall.ru/upload/iblock/115/e2d812b6-6b29-11e5-ba11-003048d98905_4d44776b-9bcd-11e8-88af-003048d98904.pdf (дата обращения 20.01.2023).

Материал поступил в редакцию 28.06.23.

Б.И. Умралиева¹, Ж.Б. Байжанова¹

¹Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан

ТІГІН КӘСІПОРЫНЫНЫҢ БӘСЕКЕГЕ ҚАБІЛЕТТІ СОРТИМЕНТ МАТРИЦАСЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ЗАМАНАУИ ТӘСІЛДЕРІ

Аңдатпа. Мақалада халықтық тауарлар нарығына шығудың маңызды құралдарының бірі кәсіпорынның ассортименттік матрицасы қарастырылды. Нақты тігін кәсіпорының мысалында капсула түріндегі ассортименттік матрицаны құру процесі ұсынылды.

Тірек сөздер: ассортимент матрицасы, капсула, негізгі гардероб, мақсатты аудитория, кездейсоқ стиль, джинсы сәні, 3D фитинг.

B.I. Umralieva¹, Zh.B. Baizhanova¹

¹*Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan*

MODERN APPROACHES TO THE FORMATION OF A COMPETITIVE ASSORTMENT MATRIX FOR A SEWING ENTERPRISE

Abstract. This article discusses one of the most important tools for entering the market of folk goods, the assortment matrix of an enterprise. On the example of a specific sewing enterprise, the process of creating an assortment matrix in the form of capsules is considered.

Keywords: assortment matrix, capsule, basic wardrobe, target audience, casual style, denim fashion, 3d fitting.

References

1. Programma razvitiya vnutristranovoy tsennosti i eksportoriyentirovannykh proizvodstv [Program for the development of domestic value and export-oriented industries] / [Electronic resource]. Approved by the Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated June 30, 2022, No. 452. – Access mode: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000452> / (accessed 12.09.2022).
2. Yermakova, L.A. Sovershenstvovaniye assortimentnoy politiki na predpriyatiyakh shveynoy promyshlennosti [Improving the assortment policy at the enterprises of the clothing industry]: abstract of diss ... cand. economy sciences by code 08.00.05 / L.A. Yermakova. - Moscow, 2006.
3. Aboyudu, Ahmed Kadim. Marketingovyy podkhod k formirovaniyu optimal'noy struktury tovarnogo assortimenta na predpriyatii [Marketing approach to the formation of the optimal structure of the product range at the enterprise]: abstract of diss ... cand. economy sciences by code 08.00.05 / Ahmed Kadim Aboyudu. - Moscow, 2009.
4. [?] / [Electronic resource]. – Access mode: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Capsule_wardrobe#:~:text=The word%20capsule%20is used%20in%20then%20you can%20add%20seasonal%20items](https://ru.wikipedia.org/wiki/Capsule_wardrobe#:~:text=The%20word%20capsule%20is%20used%20in%20then%20you%20can%20add%20seasonal%20items). (accessed 01/20/2023).
5. [?] / [Electronic resource]. – Access mode: <https://lekela.jimdofree.com/terms-of-work/capsule-development/>
6. [?] / [Electronic resource]. – Access mode: https://uchet.kz/branch/?PAGEN_1=2 (accessed 20.01.2023).
7. [?] / [Electronic resource]. – Access mode: https://www.transmetall.ru/upload/iblock/115/e2d812b6-6b29-11e5-ba11-003048d98905_4d44776b-9bcd-11e8-88af-003048d98904.pdf (accessed 20.01.2023).

МРНТИ 61.35.31

Г. Сугурбекова¹ – основной автор, | ©
Р. Кудайбергенова², А. Керимбек³, А. Жеткергенова⁴



¹Д-р хим. наук, профессор, ²Магистр химии, ^{3,4}Студенты

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-6894-7247>; ²<https://orcid.org/0000-0003-0759-1539>;

³<https://orcid.org/0009-0002-9244-2932>; ⁴<https://orcid.org/0009-0004-3096-6276>



¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
Астана, Казахстан



^{2,3,4}Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати,
г. Тараз, Казахстан



¹sugurbekova.g.55@gmail.com

<https://doi.org/10.55956/YBQL6527>

СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШПИНЕЛЬНЫХ $MgFe_2O_4$

Аннотация. В работе описан синтез феррита магния ($MgFe_2O_4$) золь-гель методом, структура изучена методом рентгенодифрактометрического анализа (РФА), морфология поверхности исследована с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

Ключевые слова: магний феррит, шпинель.



Сугурбекова, Г. Синтез и физико-химические свойства шпинельных $MgFe_2O_4$ [Текст] / Г. Сугурбекова, Р. Кудайбергенова, А. Керимбек, А. Жеткергенова // Механика и технологии / Научный журнал. – 2023. – №2(80). – С.125-132. <https://doi.org/10.55956/YBQL6527>

Введение. Магнитные шпинель ферритные материалы являются важным классом оксидов металлов, содержащих ионы трехвалентного железа с общей структурной формулой: $M^{2+}Fe_2^{3+}O_4$ (где $M = Mg^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+} \dots$). Шпинельные ферриты обладают уникальными магнитными свойствами, высокой удельной поверхностью, поверхностно-активными участками, высокой химической стабильностью, контролируемые формы, размеры. Благодаря своим уникальным магнитным, электронным и структурным свойствам, а также доступности и возможности магнитного разделения шпинельные ферриты представляют особый исследовательский интерес из-за их применения в мульти дисциплинарных областях таких как физика, спинтроника, биомедицина и материаловедение. Шпинельные ферриты являются наилучшим катализатором для фотоэлектрохимической очистки воды, для чего требуется высокая адсорбционная эффективность и быстрая кинетика процесса. В последние годы магнитные, оптические, биологические и каталитические свойства шпинелевых ферритов привлекли внимание как ученых, так и общественность [1,2].

Материалы на основе оксида железа были в центре внимания среди наноструктурированных магнитных материалов и были широко изучены из-

за доступности, низкой стоимости и экологической безопасности. Ранее опубликованные обзоры тщательно обсуждали магнитные материалы на основе оксида железа для очистки воды. Исследовательская группа Р.Ху описывает адсорбционные и фотокаталитические свойства оксида железа, которые интересны для решения экологических проблем при очистке воды [3], а группа Tang исследуют наночастицы оксида железа с точки зрения эффективности удаления и десорбции загрязняющих веществ, восстановления, агрегации и токсичности [4]. Группа Li [5] описывают синтез, свойства и применение в окружающей среде железосодержащих материалов. Группа Zhu [6] обсуждают *in-situ* и *ex-situ* методы синтеза магнитных нанокомпозитов и описывают их использование при адсорбции тяжелых металлов. Группа Ngomsik [7] рассматривают метод синтеза микро и наночастиц, изучают влияние магнитной силы на частицы и эффективность удаления радионуклидов. В трудах Kaur и др. [8] описаны методы синтеза магнитных наночастиц и последующие аналитические приложения. Исследовательская группа Ambashta [9] сделала обзор технологии магнитного разделения для очистки воды. Большинство из этих обзоров были сосредоточены на общих формах материалов на основе оксида железа, в том числе гематита (Fe_2O_3), маггемита ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$), магнетита (Fe_3O_4) и нульвалентного железа (Fe^0). В зависимости от условий окружающей среды наночастицы Fe_3O_4 подвергаются фазовым изменениям в других оксидах, что существенно влияет на магнитные характеристики частиц и может привести к агрегации.

Наночастицы шпинельных ферритов привлекли внимание из-за их более сильных магнитных свойств, более высокой химической стойкости к окислению и большей площади поверхности по сравнению с наночастицами оксида железа [10].

Интересная структура, высокая термическая, механическая и химическая стабильность, большая удельная площадь поверхности, высокая магнитная проницаемость, настраиваемость в химическом составе, контролируемая магнитная характеристика, коррозионная стойкость дает возможность быть весьма интересным предметом исследования в последние годы [11]. Например, при применении в качестве анода в батареях феррит кобальта демонстрирует высокую теоретическую емкость 916 мА/г, и поэтому феррит кобальта и его композиты широко используются в качестве анодных материалов при изготовлении коммерческих литий-ионных батарей [12]. Благодаря исключительным адсорбционным свойствам шпинельные ферриты перспективны для применения в качестве адсорбентов [13], датчиков [14], магнитных устройств [15], перезаряжаемых батарей [16], фотокатализаторов [17] и в биомедицине [18].

Условия и методы исследований. Химические вещества. Нитрат железа (III) нонагидрат $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, CASRN 7782-61-8, чистота $\geq 99.95\%$, Aldrich Chemistry; нитрат магния гексагидрат $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, CASRN 13446-18-9, чистота $\geq 99.0\%$, Sigma – Aldrich; поливиниловый спирт ($M_w \approx 89.000\text{--}98.00$) [$-\text{CH}_2\text{CHOH}-$] $_n$, CASRN 9002-89-5, чистота $\geq 99.0\%$, аммоний карбонат $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, CASRN 506-87-6, чистота $\geq 99.95\%$, Aldrich Chemistry.

Методы исследований. Эксперименты по дифракции рентгеновских лучей (XRD) проводились с использованием рентгеновского дифрактометра RigakuSmartLab. Изображения с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) были записаны с использованием Carl Zeiss Crossbeam 540 со сканирующим электронным микроскопом GEMINI II.

Золь-гель синтез $MgFe_2O_4$. Шпинели $MgFe_2O_4$ были получены с использованием золь-гель процесса [19]. К раствору $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (1,54 г, 6 ммоль) и $(Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O)$ (4,85 г, 12 ммоль) в дистиллированной воде (15 мл) добавляли растворимый крахмал (2 г, 6 ммоль) и смесь перемешивали в течение 15 минут при комнатной температуре. Температуру реакционной смеси повышали примерно до 120-140°C и смесь перемешивали до получения высоковязкого красного геля ($MgFe$). Этот ($MgFe$)-гель прокаливали в статическом воздухе при различных температурах (200-800°C) в течение 2 ч со скоростью нагрева 5 град/мин с получением порошков $MgFe_2O_4$ с разным размером частиц (т.е. температура прокаливания (ТП) от 200 до 800°C). Для сравнения крупнозернистый порошок $MgFe_2O_4$ был приготовлен обычным методом смешанных оксидов. Кратко, Fe_2O_3 и MgO в стехиометрическом соотношении хорошо перетирали вместе в агатовой ступке и прокаливали при 850°C в течение 24 ч в статическом воздухе. Для исследований спекания порошки смешивали с 5% насыщенным водным раствором поливинилового спирта (ПВС) в качестве вспомогательного средства для прессования, а затем порошки прессовали в таблетки.

Результаты исследований и их обсуждение. Структурная особенность $MgFe_2O_4$ охарактеризованы методом РФА (рисунок 1) при различных температурах прокаливания (200°C, 400°C, 600°C, 800°C соответственно). Рентгенограмма показывает, что при любых температурах прокаливания наблюдаются характерные кристаллические 2θ пики фазы феррита магния, которые очень хорошо согласуются с данными JCPDS 73–1960 [19]. При увеличении температур прокаливания дифракционные пики увеличиваются за счет более высокой кристалличности и роста размеров кристаллита. Полученные образцы обладают высокой чистотой и однородностью.

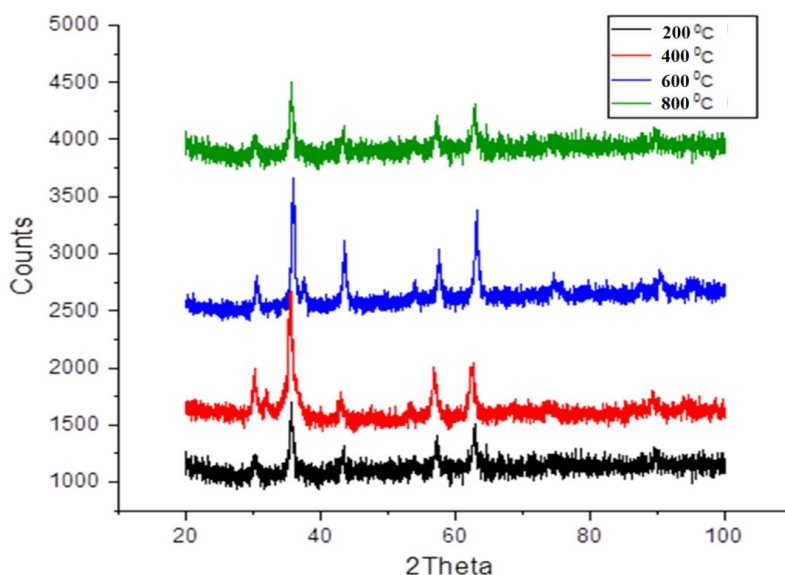


Рис. 1. Рентгенодифрактометрический анализ шпинельных ферритов магния $MgFe_2O_4$

Морфологические особенности $MgFe_2O_4$ также изучены с помощью СЭМ-изображений (рис.2). На рисунках 2 а, б, в, г показаны SEM-изображения наноструктурных шпинельных ферритов магния при различных

температурах прокаливания (200°C, 400°C, 600°C, 800°C соответственно). Размеры кластеров составляют в среднем 20-40 нм. Также видно, что кластеры имеют более сложную и округленную форму [20]. Микроструктура поверхности представляет собой тонкую структуру в виде округлого зерна с их агломератами и мельчайшими порами. Поверхностный слой микрометровых выступов, а также пор равномерно покрыт тончайшим слоем наночастиц средним размером 30...60 нм. Как видно из рисунке 2 б, ферриты образуют шестиугольную структуру при условии рН=6, $\zeta=0,331\text{mV}$, 400°C и частицы распределяются равномерно. СЭМ изображения показывают, что образцы синтезированы при условиях рН=7, $\zeta=0,153\text{mV}$ 600°C и рН=8, $\zeta=0,002\text{mV}$, 800°C состоят из сферических наночастиц правильной формы без какой-либо сигнатуры фазовой агломерации, меньшие кристаллиты имеют размеры менее 100 нм (рисунки 2 в, г).

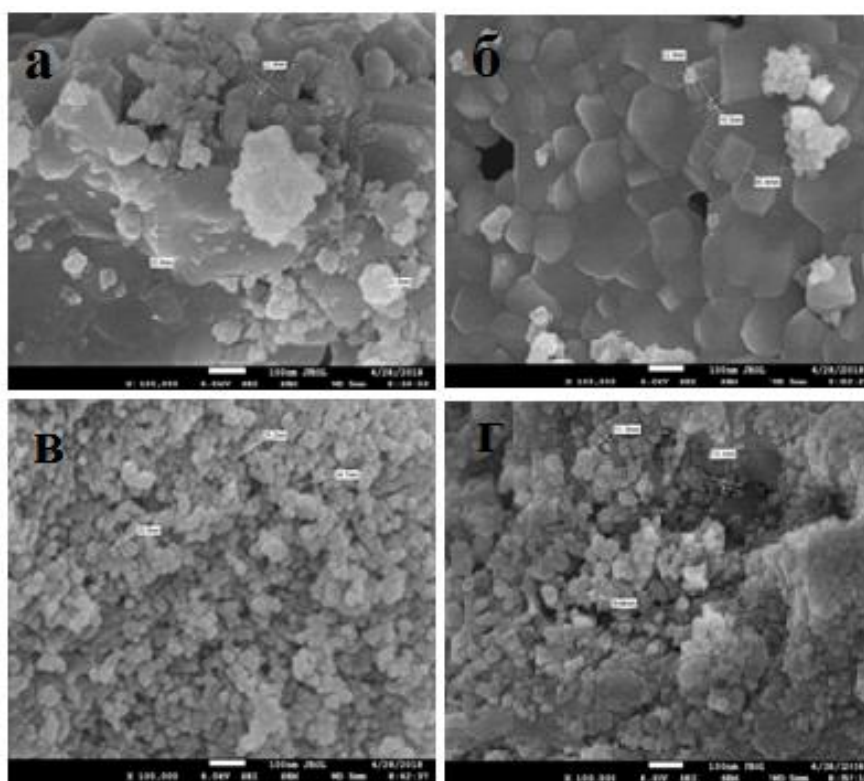


Рис. 2. СЭМ-изображения шпинельных ферритов магния MgFe_2O_4 (а - 200°C, б - 400°C, в - 600°C, г - 800°C).

Заключение. В данной работе успешно были синтезированы шпинели MgFe_2O_4 с помощью золь-гель процесса, и их структурные и морфологические особенности были охарактеризованы с помощью анализов РФА и СЭМ. В РФА синтезированных образцов все пики соответствуют металлическим ферритам, а исследуемые образцы представляют собой поликристаллические наноразмерные структуры. СЭМ-изображения качественно представляют межзеренную ячеистую пористую структуру ферритовых нанокомпозитов. СЭМ-изображения демонстрируют одинаковое

распределение размеров зерен ферритами магния. Полученные ферриты имеют меньше пор и стержнеобразную форму.

Список литературы

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. Masafumi H., Masako K., Ryota S., Toshiharu T., Mari Takahashi, S.M. Cation Distribution in Monodispersed MFe_2O_4 ($M = Mn, Fe, Co, Ni, \text{ and } Zn$) Nanoparticles Investigated by X-ray Absorption Fine Structure Spectroscopy: Implications for Magnetic Data Storage, Catalysts, Sensors, and Ferrofluids. *ACS Applied Nano Materials* 2020, Vol. 3 No. 8, P. 8389-8402. <https://doi.org/10.1021/acsanm.0c01810>
1. Weiwei Zheng and Geoffrey F. Strouse . Involvement of Carriers in the Size-Dependent Magnetic Exchange for Mn: CdSe Quantum Dots. *Journal of the American Chemical Society* 2011, Vol.133 No.19, P. 7482-7489. <https://doi.org/10.1021/ja200508e>
2. Hao D., Manqing A., Shuang-Shuang Lyu, Ping-Ping Zhang, Xue-Gang Chen, Aimin Jin, Ying Ye. Systematic fabrication and electromagnetic performance of porous biomass carbon/ferrite nanocomposites. *Journal of Alloys and Compounds* 2022, No. 896, P. 163048. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.163048>
3. Ranjan K. Sahu, A. K. Ray, T. Mishra and L. C. Pathak. Microwave-Assisted Synthesis of Magnetic Ni Wire from a Metal–Organic Precursor Containing Ni(II) and Triethanolamine. *Crystal Growth & Design* 2008, Vol. 8, No 10 , P. 3754-3760. <https://doi.org/10.1021/cg8003883>
4. Pengwei Li, Weimeng Chen, Wei Liu, Zi'an Li, Yimin Cui, Anping Huang, Rongming Wang and Chinping Chen. Thermodynamic Phase Formation of Morphology and Size Controlled Ni Nanochains by Temperature and Magnetic Field. *The Journal of Physical Chemistry C* 2010, Vol. 114, No. 17, P. 7721-7726. <https://doi.org/10.1021/jp912168h>
5. Yanyan Zhu, Yin Liu, Yehua Gao, Qian Cheng, Li zhao, Zhangfu Yang. Magnetic properties of aristate spherical Ni nanoparticles synthesized through ultrasound reduction method. *Materials Research Bulletin* 2017, Vol. 87, P. 135-139. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2016.11.034>
6. Audrey-Flore Ngomsik, Agnès Bee, Micheline Draye, Gérard Cote, Valérie Cabuil, Magnetic nano- and microparticles for metal removal and environmental applications: a review, *Comptes Rendus Chimie*, 2005, Vol. 8, No. 6–7, P. 963-970. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2005.01.001>.
7. Ranjeet Kaur, Abshar Hasan, Nusrat Iqbal, Samsul Alam, Mahesh Kr Saini, Syed Kalbe Raza Synthesis and surface engineering of magnetic nanoparticles for environmental cleanup and pesticide residue analysis: a review *J Sep Sci.* 2014, Vol. 37, No. 14, P. 1805-25. <https://doi: 10.1002/jssc.201400256>.
8. Ritu D. A., Mika S. Water purification using magnetic assistance: a review 2010; Vol. 180, No. 1-3, P. 38-49. <https://doi: 10.1016/j.jhazmat.2010.04.105>
9. Zhu Y., Liu Y., Gao Y., Cheng Q., Zhao L., Yang Z. Magnetic properties of aristate spherical Ni nanoparticles synthesized through ultrasound reduction method. *Materials Research Bulletin* 2017, Vol. 87, P. 135-139. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2016.11.034>
10. Hussain M. I., Xia M., Xiao-NaRen, Akhtar K., Nawaz A., Sharma S.K., Javed Y. Ferrite Nanoparticles for Biomedical Applications. 2020, P. 243-265. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39923-8_7
11. Jena B.K. and Retna Raj C. Shape-Controlled Synthesis of Gold Nanoprism and Nanoperiwinkles with Pronounced Electrocatalytic Activity. *The Journal of Physical Chemistry C* 2007, Vol. 111, No. 42, P. 15146-15153. <https://doi.org/10.1021/jp072363s>

12. Harikishore D., Reddy K., Yeoung-Sang Yun. Spinel ferrite magnetic adsorbents: Alternative future materials for water purification?. *Coordination Chemistry Reviews* 2016, No. 315, P. 90-111. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2016.01.012>
13. Soumitra Satapathi, Vishal Kumar, Mrinmoy Kumar Chini, Rajesh Bera, Krishna Kanta Halder, Amitava Patra. Highly sensitive detection and removal of mercury ion using a multimodal nanosensor. *Nano-Structures & Nano-Objects* 2018, Vol. 16, P. 120-126. <https://doi.org/10.1016/j.nanoso.2018.05.006>
14. Sagar E. Shirsath, Mahesh L. Mane, Yukiko Yasukawa, Xiaoxi Liu, Akimitsu Morisako. Self-ignited high temperature synthesis and enhanced super-exchange interactions of Ho^{3+} - Mn^{2+} - Fe^{3+} - O^{2-} ferromagnetic nanoparticles. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 2014, Vol. 16, No. 6, P. 2347-2357. <https://doi.org/10.1039/C3CP54257B>
15. Xueai Li, Chunsheng Wang, Xijiang Han. Morphology-controlled fabrication and magnetic properties of nickel assemblies. *Materials Chemistry and Physics* 2014, Vol. 147, No. 3, P. 403-409. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2014.05.002>
16. Sonu, Sheetal Sharma, Vishal Dutta, Pankaj Raizada, Ahmad Hosseini-Bandegharai, Vijay Thakur, Van-Huy Nguyen, Quyet VanLe, Pardeep Singh. An overview of heterojunctioned ZnFe_2O_4 photocatalyst for enhanced oxidative water purification. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 2021, Vol. 9, No. 5, P. 105812. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105812>
17. Irfan Hussain M., Min Xia, Xiao-NaRen, Kanwal Akhtar, Ahmed Nawaz, Sharma S.K., Yasir Javed. Ferrite Nanoparticles for Biomedical Applications. 2020, P. 243-265. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39923-8_7
18. Zampiva R.Y.S, Kaufmann Jr. C.G, Pinto J.S., Panta P.C., Alves A.K., Pérez-Bergmann C. 3D CNT macrostructure synthesis catalyzed by MgFe_2O_4 nanoparticles—A study of surface area and spinel inversion influence. *Appl Surf Sci*, 2017, Vol. 422, P. 321-330. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2017.06.020>
19. Loryuenyong V, Totepvimarn K, Eimburanaprat P, Boonchompoo W, Buasri A. Preparation and characterization of reduced graphene oxide sheets via water-based exfoliation and reduction methods. *Adv Mater Sci Eng*, 2013, Vol. 923403, No. 5. <https://doi.org/10.1155/2013/923403>

Материал поступил в редакцию 22.02.23.

Г. Сугурбекова¹, Р. Кудайбергенова², А. Керимбек², А. Жеткергенова²

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

²М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан

MgFe_2O_4 ШПИНЕЛЬДЕРІНІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Аңдатпа. Жұмыста магний ферритінің (MgFe_2O_4) золь-гель әдісімен синтезі сипатталған, құрылымы рентгендік дифракциялық талдау (XRD) арқылы, ал бетінің морфологиясы сканерлеуші электронды микроскопия (SEM) көмегімен зерттелген.

Тірек сөздер: магний феррит, шпинель.

G. Sugurbekova¹, R. Kudaibergenova², A. Kerimbek², A. Jetkergenova²

¹Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan

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

SYNTHESIS AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SPINEL MgFe_2O_4

Abstract. This paper describes the synthesis of magnesium ferrite ($MgFe_2O_4$) by the sol-gel method, the structure is studied by X-ray diffraction analysis (XRD), and the surface morphology is studied using scanning electron microscopy (SEM).

Keywords: magnesium ferrite, spinel.

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.
2. Masafumi H., Masako K., Ryota S., Toshiharu T., Mari Takahashi, S.M. Cation Distribution in Monodispersed MFe_2O_4 ($M = Mn, Fe, Co, Ni, \text{ and } Zn$) Nanoparticles Investigated by X-ray Absorption Fine Structure Spectroscopy: Implications for Magnetic Data Storage, Catalysts, Sensors, and Ferrofluids. *ACS Applied Nano Materials* 2020, Vol. 3 No. 8, P. 8389-8402. <https://doi.org/10.1021/acsnm.0c01810>
3. Weiwei Zheng and Geoffrey F. Strouse . Involvement of Carriers in the Size-Dependent Magnetic Exchange for Mn: CdSe Quantum Dots. *Journal of the American Chemical Society* 2011, Vol.133 No.19, P. 7482-7489.
4. Hao D., Manqing A., Shuang-Shuang Lyu, Ping-Ping Zhang, Xue-Gang Chen, Aimin Jin, Ying Ye. Systematic fabrication and electromagnetic performance of porous biomass carbon/ferrite nanocomposites. *Journal of Alloys and Compounds* 2022, No. 896, P. 163048. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.163048>
5. Ranjan K. Sahu, A. K. Ray, T. Mishra and L. C. Pathak. Microwave-Assisted Synthesis of Magnetic Ni Wire from a Metal–Organic Precursor Containing Ni(II) and Triethanolamine. *Crystal Growth & Design* 2008, Vol. 8, No 10 , P. 3754-3760.
6. Pengwei Li, Weimeng Chen, Wei Liu, Zi'an Li, Yimin Cui, Anping Huang, Rongming Wang and Chinpeng Chen. Thermodynamic Phase Formation of Morphology and Size Controlled Ni Nanochains by Temperature and Magnetic Field. *The Journal of Physical Chemistry C* 2010, Vol. 114, No. 17, P. 7721-7726.
7. Yanyan Zhu, Yin Liu, Yehua Gao, Qian Cheng, Li zhao, Zhangfu Yang. Magnetic properties of aristate spherical Ni nanoparticles synthesized through ultrasound reduction method. *Materials Research Bulletin* 2017, Vol. 87, P. 135-139. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2016.11.034>
8. Audrey-Flore Ngomsik, Agnès Bee, Micheline Draye, Gérard Cote, Valérie Cabuil, Magnetic nano- and microparticles for metal removal and environmental applications: a review, *Comptes Rendus Chimie*, 2005, Vol. 8, No. 6–7, P. 963-970. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2005.01.001>.
9. Ranjeet Kaur, Abshar Hasan, Nusrat Iqbal, Samsul Alam, Mahesh Kr Saini, Syed Kalbe Raza Synthesis and surface engineering of magnetic nanoparticles for environmental cleanup and pesticide residue analysis: a review *J Sep Sci.* 2014, Vol. 37, No. 14, P. 1805-25. <https://doi: 10.1002/jssc.201400256>.
10. Ritu D. A., Mika S. Water purification using magnetic assistance: a review 2010; Vol. 180, No. 1-3, P. 38-49. <https://doi: 10.1016/j.jhazmat.2010.04.105>
11. Zhu Y., Liu Y., Gao Y., Cheng Q., Zhao L., Yang Z. Magnetic properties of aristate spherical Ni nanoparticles synthesized through ultrasound reduction method. *Materials Research Bulletin* 2017, Vol. 87, P. 135-139. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2016.11.034>
12. Hussain M. I., Xia M., Xiao-NaRen, Akhtar K., Nawaz A., Sharma S.K., Javed Y. Ferrite Nanoparticles for Biomedical Applications. 2020, P. 243-265. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39923-8_7
13. Jena B.K. and Retna Raj C. Shape-Controlled Synthesis of Gold Nanoprism and Nanoperiwinkles with Pronounced Electrocatalytic Activity. *The Journal of Physical Chemistry C* 2007, Vol. 111, No. 42, P. 15146-15153.

14. Harikishore D., Reddy K., Yeoung-Sang Yun. Spinel ferrite magnetic adsorbents: Alternative future materials for water purification?. *Coordination Chemistry Reviews* 2016, No. 315, P. 90-111. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2016.01.012>
15. Soumitra Satapathi, Vishal Kumar, Mrinmoy Kumar Chini, Rajesh Bera, Krishna Kanta Halder, Amitava Patra. Highly sensitive detection and removal of mercury ion using a multimodal nanosensor. *Nano-Structures & Nano-Objects* 2018, Vol. 16, P. 120-126. <https://doi.org/10.1016/j.nanoso.2018.05.006>
16. Sagar E. Shirsath, Mahesh L. Mane, Yukiko Yasukawa, Xiaoxi Liu, Akimitsu Morisako. Self-ignited high temperature synthesis and enhanced super-exchange interactions of Ho^{3+} – Mn^{2+} – Fe^{3+} – O^{2-} ferromagnetic nanoparticles. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 2014, Vol. 16, No. 6, P. 2347-2357. <https://doi.org/10.1039/C3CP54257B>
17. Xueai Li, Chunsheng Wang, Xijiang Han. Morphology-controlled fabrication and magnetic properties of nickel assemblies. *Materials Chemistry and Physics* 2014, Vol. 147, No. 3, P. 403-409. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2014.05.002>
18. Sonu, Sheetal Sharma, Vishal Dutta, Pankaj Raizada, Ahmad Hosseini-Bandegharaei, Vijay Thakur, Van-Huy Nguyen, Quyet VanLe, Pardeep Singh. An overview of heterojunctioned ZnFe_2O_4 photocatalyst for enhanced oxidative water purification. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 2021, Vol. 9, No. 5, P. 105812. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105812>
19. Irfan Hussain M., Min Xia, Xiao-NaRen, Kanwal Akhtar, Ahmed Nawaz, Sharma S.K., Yasir Javed. Ferrite Nanoparticles for Biomedical Applications. 2020, P. 243-265. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39923-8_7
20. Zampiva R.Y.S, Kaufmann Jr. C.G, Pinto J.S., Panta P.C., Alves A.K., Pérez-Bergmann C. 3D CNT macrostructure synthesis catalyzed by MgFe_2O_4 nanoparticles—A study of surface area and spinel inversion influence. *Appl Surf Sci*, 2017, Vol. 422, P. 321-330. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2017.06.020>
21. Loryuenyong V, Totepvimarn K, Eimburanaprat P, BoonchompooW, Buasri A. Preparation and characterization of reduced graphene oxide sheets via water-based exfoliation and reduction methods. *Adv Mater Sci Eng*, 2013, Vol. 923403, No. 5. <https://doi.org/10.1155/2013/923403>

IRSTI 70.25.17

Adriano S. Silva¹ – main author, | ©
Jose L. Diaz de Tuesta², Helder T. Gomes³



¹MSc of Chemical Engineering, ²Doctor of Chemical Engineering,
³Doctor of Chemical Engineering

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-6795-2335>; ²<https://orcid.org/0000-0003-2408-087X>;
³<https://orcid.org/0000-0001-6898-2408>



^{1,3}Centro de Investigação de Montanha(CIMO), Instituto Politécnico de Bragança,
^{1,3}Bragança, Portugal



²Department of Chemical and Environmental Technology, ESCET, Rey Juan
Carlos University, ²Móstoles, Spain

@

¹Adriano.santossilva@ipb.pt, ²Joseluis.diaz@urjc.es

<https://doi.org/10.55956/AIOC3232>

MULTI-CORE SHELL NANOPARTICLES FOR EFFICIENT REMOVAL OF NITROPHENOLS FROM CONTAMINATED STREAMS

Abstract. This study aims to investigate the application of multi-core shell nanoparticles in heterogeneous Fenton processes for efficient removal of specific nitrophenols (2 and 4-nitrophenol) from contaminated wastewater. The synthesis of superparamagnetic magnetite (Fe₃O₄) was achieved through solution combustion synthesis (SCS) using a citric acid and iron nitrate solution. The mFe₃O₄@C catalyst was obtained via an adapted Stöber procedure. The material was characterized to identify specific chemical compositions related to the formation of the multi-core shell desired architecture. The carbon-coated catalyst exhibited superior performance compared to the bare core catalyst, leading to notable increases in the removal of 2-NP and 4-NP. Moreover, the decomposition of H₂O₂ was significantly enhanced, indicating the system's potential in efficiently breaking down hazardous compounds. The findings of this study highlight the tremendous potential of the system as a highly effective and viable alternative for the efficient cleansing of contaminated streams polluted with 2-nitrophenol and 4nitrophenol.

Keywords: multi-core shell, nanoparticles, cwpo.



Silva Adriano S., Diaz de Tuesta Jose L., Gomes Helder T. Multi-core shell nanoparticles for efficient removal of nitrophenols from contaminated streams // *Mechanics and Technology / Scientific journal*. – 2023. – No.2(80). – P.133-141.
<https://doi.org/10.55956/AIOC3232>

Introduction. In recent years, industrialization and urbanization have led to a significant increase in pollution, posing a severe threat to the environment and human health [1-5]. Among the pollutants, nitrophenols, known for their toxic and potentially carcinogenic properties, are commonly found in wastewater from industries like pharmaceuticals, pesticides, and dyes [6-9]. However, traditional wastewater treatment methods often fail to effectively remove nitrophenols due to their complex nature and resistance to degradation. Therefore, there is a pressing need for innovative technologies to tackle this environmental challenge [10-14].

One promising approach is the use of multi-core shell nanoparticles in catalytic wet peroxide oxidation (CWPO) processes. This method involves generating highly reactive hydroxyl radicals ($\cdot\text{OH}$) to degrade organic pollutants [15–19], with multi-core shell nanoparticles acting as catalysts. These nanoparticles have a well-defined structure consisting of a central core and an outer shell. The core stores catalytic species, while the shell provides stability and surface modification capabilities. Studies also reported an increase in the activity of the catalysts towards organic pollutants removal due to the activity of the carbon layer in the process. In this regard, there is a synergistic effect occurring by the carbon coating, that is both protecting the core against leaching and increasing the activity of the nanomaterial [20].

This study aims to investigate the application of multi-core shell nanoparticles in heterogeneous Fenton processes for efficient removal of specific nitrophenols (2 and 4-nitrophenol) from contaminated wastewater. The research will focus on synthesizing and characterizing the multi-core shell nanoparticles and discuss the removal results obtained. By advancing our understanding of multi-core shell nanoparticles' utilization in heterogeneous Fenton processes for nitrophenol removal, this research seeks to develop more efficient and sustainable wastewater treatment strategies. The outcomes of this study have the potential to pave the way for novel nanotechnology-based solutions to address the pressing challenges associated with nitrophenol contamination.

Conditions and methods of research. *Chemicals and apparatus.*

The following reactants were used in this study: iron (III) nitrate nonahydrate (99%, Sigma Aldrich, Germany), citric acid monohydrate (98.8%, WWR Chemicals, Belgium), ethanol absolute (99.8%, Fischer Chemical, South Africa), tetraethyl orthosilicate (TEOS, 98%, Fluka Chemika, Germany), 1,3-benzenediol (99%, Alfa Aesar, USA), methanal (37-38% wt.%, PanReac, Spain), ammonia solution 28 - 30% (Merck, Germany), sodium hydroxide (98.73%, Fisher Chemical, U.K.). Potassium bromide (>99 wt.%, Sigma Aldrich) was used to prepare pellets for Fourier transformed infrared analysis. Paracetamol (98 wt.%, Alfa Aesar), hydrogen peroxide (30% w/v, Fischer Chemical), titanium (IV) oxysulfate (99.99% w/v, Sigma Aldrich), sulfuric acid (98% v/v, Labkem), sodium sulfite (98 wt.%, Panreac), acetonitrile (99.9% v/v, Fisher Scientific), and orthophosphoric acid (85% v/v, Fisher Chemical) were used in CWPO runs and analytical techniques.

Preparation of multi-core shell nanoparticles

The synthesis of superparamagnetic magnetite (Fe_3O_4) nanoparticles was achieved through solution combustion synthesis (SCS) using a citric acid and iron nitrate solution. The process involved heating the solution, followed by washing and drying the resulting product. The carbon-based multi-core shell architecture was developed in multiple stages: coating, carbonization, and etching. In the coating stage, a mixture of magnetite, distilled water, ethanol, resorcinol, and ammonia solution was stirred, and then formaldehyde and tetraethyl orthosilicate (TEOS) were added. The mixture was stirred and washed, resulting in the formation of the resin coated magnetite. For the carbonization step, the resin coated nanoparticles were annealed under a nitrogen atmosphere at various temperatures. In the final step, the nanoparticles were treated with a sodium hydroxide solution to remove the silica content, washed, and dried. The resulting material was denoted as $\text{mFe}_3\text{O}_4@\text{C}$. Overall, the synthesis involved a combination of solution combustion synthesis, coating, carbonization, and etching steps to produce the desired core-shell nanoparticles [21].

Characterization techniques

The characterization techniques were performed according to reported in previous studies [22, 23]. The morphology of the nanoparticles, including their multi-core shell architecture and size were examined using Transmission Electron Microscopy (TEM) with a JEOL JEM 2100 operating at 200 kV. Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) was conducted on sample pellets prepared with KBr using a Perkin Elmer FT-IR spectrophotometer UATR Two to study the functionalities present in the samples. N₂ adsorption-desorption isotherms at 77 K were obtained using a Quantachrome NOVATOUGH LX⁴ adsorption analyzer to analyze the textural properties of the nanoparticles. These characterization techniques provided valuable insights into the structural, chemical, and magnetic properties of the nanoparticles.

Liquid-phase oxidation experiments

The CWPO (catalytic wet peroxide oxidation) experiments were conducted using a 250 mL round-bottom flask with 2-nitrophenol and p-nitrophenol with 50 mg L concentration. The temperature and pH were controlled, and the stoichiometric amount of hydrogen peroxide was added (696 mg L⁻¹). The catalyst was added after the system was stirring for 5 min to achieve homogeneity, and this was marked as the beginning of the reaction. Samples were taken at specific time intervals for analysis. The concentration of pollutants and its oxidized intermediate products was measured using an HPLC system. H₂O₂ concentration, total organic carbon (TOC) was determined using TOC-L analyzer. The presence of iron leaching was assessed using atomic absorption spectroscopy. Overall, these analytical techniques provided valuable information about the reaction progress and the formation of byproducts during the CWPO process.

Results and discussion. *Characterization of multi-core shell nanoparticles.*

The core-shell structure of the developed nanoparticles was verified through representative transmission electron microscopy (TEM) images, shown in Figure 1. In the magnetic core, highly ordered crystalline domains were clearly observed, indicating the presence of a multi-core structure formed by smaller magnetite nanoparticles. The particle size was determined using ImageJ software (17.7 ± 4.2 nm) to be below the threshold for single-to-multi-domain transition, consistent with the observed superparamagnetic properties of the sample. The results confirm the amorphous carbon composition of the shell, as evidenced by the distribution of C throughout the shell region. Furthermore, the Fe and O spatial distribution is limited to the core volume, confirming the presence of an iron oxide core. The Si element is randomly distributed throughout the inorganic magnetic core, indicating interstitial occupation. To further support these findings, a quantitative EDX analysis was performed across the multi-core shell structure, as depicted in Figure 1 (b). The density of C was observed to be higher within the shell thickness compared to the core. On the other hand, the elemental density of Fe, O, and Si was localized exclusively within the core, with no presence detected in the outer carbon shell. These results, in conjunction with the structural and magnetic findings, solidify the confirmation of the multi-core shell structure of the nanoparticles.

Figure 2 displays the adsorption isotherms of N₂ at 77 K for the bare core and final sample, along with the results obtained for BET surface area, pore volume and pore diameter. According to the IUPAC classification of N₂ adsorption isotherms, these isotherms belong to type IV, characterized by a hysteresis loop commonly observed in mesoporous materials. The hysteresis loop observed in this study corresponds to type H4, indicating the presence of narrow slit-like pores. Each adsorption isotherm includes information on the textural properties of the materials.

Comparing the SBET results obtained for the material reveals a significant increase in surface area, from $35 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ in the bare core to $265 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, which is ascribed to the removal of silica during the etching procedure. The removal of silica is fundamental to achieve the multi-core shell architecture since the removal of the intrastitial silica between the cores will promote the increase in the catalyst active sites. Other studies have also reported a similar behavior for synthesis of hybrid catalysts following the adapted Stöber procedure.

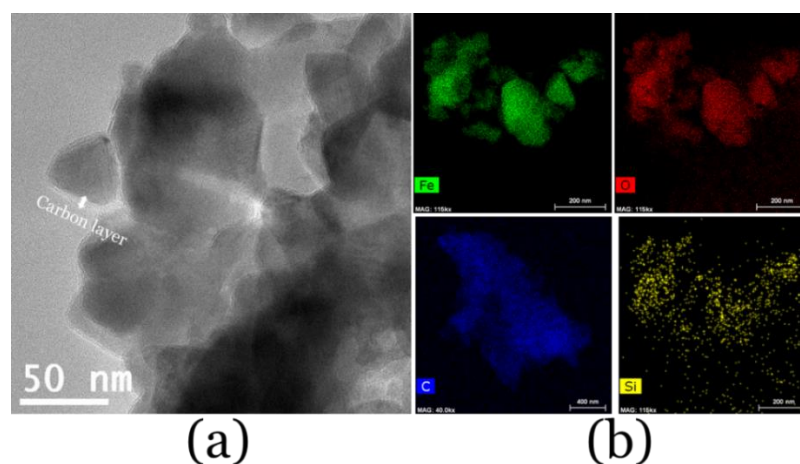


Figure 1. TEM image (a) and elemental mapping (b) of $\text{mFe}_2\text{O}_3@\text{C}$ sample.

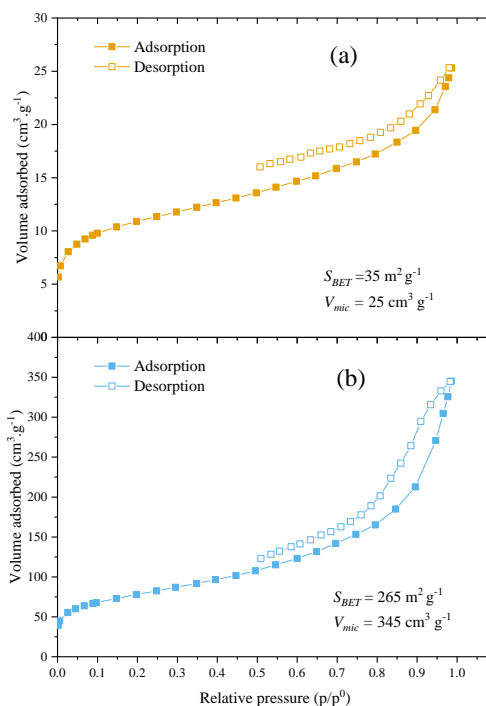


Figure 2. N_2 isotherms, BET surface area and total pore volume for bare core (a) and $\text{mFe}_2\text{O}_3@\text{C}$ (b).

To gain insights into the chemical bonds within the material's structure and their correlation with the synthesis treatments, Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) analysis was conducted. This analysis aimed to investigate the effects of functionalization on the surface properties of the material. Figure 3 illustrates a comparison of the FT-IR spectra obtained for bare core and final nanoparticles. The presence of magnetite was discerned from the absorption bands observed at 564 cm^{-1} . Additionally, specific bands at 1632 and 3436 cm^{-1} were identified, corresponding to the bending and stretching vibrations, respectively, of the surface hydroxyl (-OH) groups present in the carbon-based shell. These observations provide valuable information about the nature of the chemical bonds and the impact of functionalization on the material's surface.

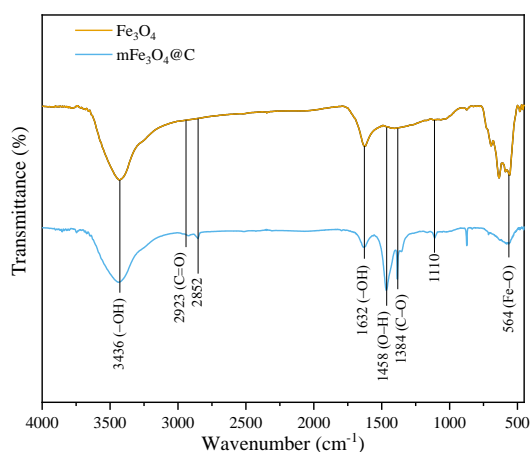


Figure 3. FT-IR results for bare core and final nanoparticle.

Nitrophenols removal in simulated matrix

The results obtained for H_2O_2 decomposition and pollutant removal are depicted in Figure 4. The results of the study demonstrated that pollutant removal by adsorption is not significant since after an 8-hour duration, Fe_3O_4 as an adsorbent achieved a modest removal of 3.1% for 2-NP and 5.6% for 4-NP. However, when $\text{mFe}_3\text{O}_4@\text{C}$ was used as the adsorbent, the removal increased to 6.4% for 2-NP and 9.1% for 4-NP. Interestingly, the oxidation results depicted in Figure 1 provided valuable insights into the performance of the catalysts. The carbon-coated catalyst ($\text{mFe}_3\text{O}_4@\text{C}$) exhibited superior performance compared to the bare core catalyst. After 8 hours, the removal of 2-NP increased by an impressive 17.7%, while 4-NP removal showed a notable enhancement of 10.1%. Moreover, the decomposition of H_2O_2 was significantly improved, with a remarkable increase of 35.8% compared to the bare core catalyst. This enhanced activity of the carbon-coated catalyst can be attributed to the presence of the carbon surface derived from carbon coating process. The findings strongly suggest that oxidation reactions play a pivotal role in the removal of pollutants from the system. Furthermore, the increased adsorption and pollutant removal observed with the carbon-coated catalyst highlight the need for further investigation to determine if the degradation process was also influenced by changes in the catalyst's affinity with the pollutants, potentially due to alterations in lipophilicity caused by the carbon coating.

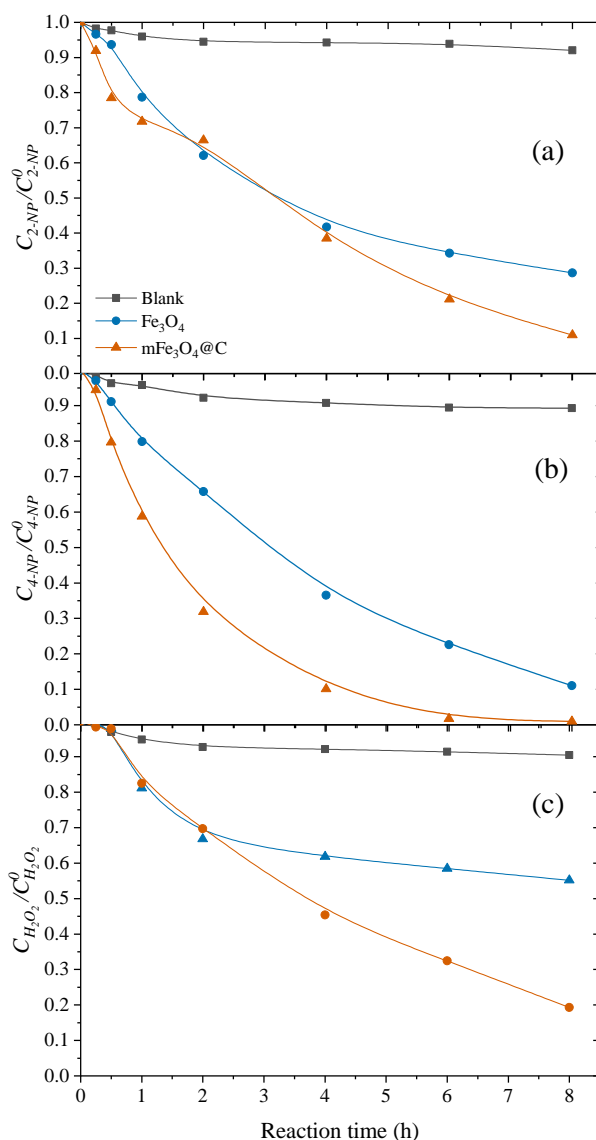


Figure 4. Concentrations of (a) 2-NP, (b) 4-NP, and (c) H₂O₂, throughout oxidation reactions. Lines are only used to guide reading the removal trends. Operating conditions: 80 °C, pH 3.5, $C_{o-NP}^0 = C_{p-NP}^0 = 50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $C_{H_2O_2}^0 = 696 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $C_{cat} = 2.5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Conclusion. In conclusion, the findings of this study highlight the tremendous potential of the system as a highly effective and viable alternative for the efficient cleansing of contaminated streams polluted with 2-nitrophenol and 4-nitrophenol. By combining mFe₃O₄@C catalysts with oxidation reactions, the system demonstrated remarkable capabilities in removing pollutants from the environment. The significant enhancement in pollutant removal observed through the utilization of mFe₃O₄@C catalysts underscores their effectiveness as a powerful tool in environmental remediation. The carbon-coated catalyst exhibited superior performance compared to the bare core catalyst, leading to notable increases in the removal of 2-NP and 4-NP. Moreover, the decomposition of H₂O₂ was significantly enhanced, indicating the system's potential in efficiently breaking down hazardous compounds. These results lay a solid foundation for future exploration and

development of the system for a wide range of environmental remediation applications. The remarkable pollutant removal capabilities of $m\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{C}$ catalysts in combination with oxidation reactions pave the way for the implementation of this approach in real-world scenarios. Continued research and development in this area hold immense promise for addressing the challenges posed by contaminated streams and promoting sustainable and effective solutions for environmental cleanup.

References

1. Li F jie, Yang H wei, Ayyamperumal R, et al. Pollution, sources, and human health risk assessment of heavy metals in urban areas around industrialization and urbanization-Northwest China. *Chemosphere* 2022; 308: 136396.
2. Roman FF, Diaz De Tuesta JL, Praça P, et al. Hydrochars from compost derived from municipal solid waste: Production process optimization and catalytic applications. *J Environ Chem Eng* 2021. № 9: P.1-9.
3. Joseph L, Jun B, Jang M, et al. Removal of contaminants of emerging concern by metal-organic framework nanoadsorbents : A review. *Chem Eng J* 2019. № 369. P. 928-946.
4. Velichkova F, Julcour-Lebigue C, Koumanova B, et al. Heterogeneous Fenton oxidation of paracetamol using iron oxide (nano)particles. *J Environ Chem Eng* 2013. № 1 P. 1214-1222.
5. Galeano L-A, Vicente MÁ, Gil A. Catalytic Degradation of Organic Pollutants in Aqueous Streams by Mixed Al/M-Pillared Clays (M = Fe, Cu, Mn). *Catal Rev* 2014. № 56. P. 239-287.
6. Roman FF, Diaz de Tuesta JL, Sanches FKK, et al. Selective denitrification of simulated oily wastewater by oxidation using Janus-structured carbon nanotubes. *Catal Today*. Epub ahead of print 2023. DOI: 10.1016/j.cattod.2023.01.008.
7. Martin-Martinez M, Ribeiro RS, Machado BF, et al. Role of Nitrogen Doping on the Performance of Carbon Nanotube Catalysts: A Catalytic Wet Peroxide Oxidation Application. *ChemCatChem* 2016.№ 8. P. 2068-2078.
8. Kalmakhanova MS, Diaz de Tuesta JL, Massalimova BK, et al. Pillared clays from natural resources as catalysts for catalytic wet peroxide oxidation: Characterization and kinetic insights. *Environ Eng Res* 2020. № 25. P. 186-196.
9. Liu Y, Wang J. Degradation of sulfamethazine by gamma irradiation in the presence of hydrogen peroxide. *J Hazard Mater* 2013. 250–251 P. 99-105.
10. Ahmed K. Environmental policy stringency, related technological change and emissions inventory in 20 OECD countries. *J Environ Manage* 2020. № 274. 111209.
11. Pedrosa M, Drazic G, Tavares PB, et al. Metal-free graphene-based catalytic membrane for degradation of organic contaminants by persulfate activation. *Chem Eng J* 2019. № 369. P. 223-232.
12. Audino F, Conte L, Schenone A, et al. A Kinetic Study for the Fenton and Photo-Fenton Paracetamol Degradation in a Pilot Plant Reactor. In: *Computer Aided Chemical Engineering*. Elsevier Masson SAS, 2017. P. 301-306.
13. Baloyi J, Ntho T, Moma J. Synthesis and application of pillared clay heterogeneous catalysts for wastewater treatment: a review. *RSC Adv* 2018. № 8. P. 5197-5211.
14. Rueda-Marquez JJ, Levchuk I, Fernández Ibañez P, et al. A critical review on application of photocatalysis for toxicity reduction of real wastewaters. *J Clean Prod* 2020. № 258. P. 120694.
15. Silva AS, Kalmakhanova MS, Massalimova BK, et al. Wet peroxide oxidation of paracetamol using acid activated and Fe/Co-pillared clay catalysts prepared from natural clays. *Catalysts*; 9. Epub ahead of print 2019. DOI: 10.3390/catal9090705.
16. Carriazo JG, Centeno MA, Odriozola JA, et al. Effect of Fe and Ce on Al-pillared bentonite and their performance in catalytic oxidation reactions. *Appl Catal A Gen* 2007. № 317. P. 120-128.
17. Zazo JA, Casas JA, Mohedano AF, et al. Catalytic wet peroxide oxidation of phenol with a Fe/active carbon catalyst. *Appl Catal B Environ* 2006; 65: 261-268.

18. Munoz M, de Pedro ZM, Casas JA, et al. Preparation of magnetite-based catalysts and their application in heterogeneous Fenton oxidation – A review. *Appl Catal B Environ* 2015. № 176-177. P. 249-265.
19. Serrano E, Munoz M, de Pedro ZM, et al. Efficient removal of the pharmaceutical pollutants included in the EU Watch List (Decision 2015/495) by modified magnetite/H₂O₂. *Chem Eng J* 2019. № 376. P. 120265.
20. Ribeiro RS, Silva AMT, Pastrana-Martinez LM, et al. Graphene-based materials for the catalytic wet peroxide oxidation of highly concentrated 4-nitrophenol solutions. *Catal Today* 2015. № 249. P. 204-212.
21. Silva AS, Diaz de Tuesta JL, Sayuri Berberich T, et al. Doxorubicin delivery performance of superparamagnetic carbon multi-core shell nanoparticles: pH dependence, stability and kinetic insight. *Nanoscale* 2022. № 14. P. 7220-7232.
22. Diaz De Tuesta JL, Roman FF, Marques VC, et al. Performance and modeling of Ni(II) adsorption from low concentrated wastewater on carbon microspheres prepared from tangerine peels by FeCl₃-assisted hydrothermal carbonization. *J Environ Chem Eng*; 10. Epub ahead of print 2022. DOI: 10.1016/j.jece.2022. P. 108143.
23. Diaz De Tuesta JL, Saviotti MC, Roman FF, et al. Assisted hydrothermal carbonization of agroindustrial byproducts as effective step in the production of activated carbon catalysts for wet peroxide oxidation of micro-pollutants. *J Environ Chem Eng* 2021. № 9. P. 105004.

Material received 28.06.23.

Адриано С. Сильва¹, Хосе Л. Диас де Тuesta², Хелдер Т. Гомес¹

¹ *Монтанье зерттеу орталығы (CIMO), Браганса политехникалық институты, Браганса, Португалия*

² *Химиялық және экологиялық технологиялар факультеті, ESET, Рей Хуан Карлос университеті, Мостолес, Испания*

ЛАСТАНҒАН АҒЫНДАРДАН НИТРОФЕНОЛДАРДЫ ТИІМДІ ЖОЮ ҮШІН КӨП ЯДРОЛЫ ҚАБЫҚШАЛЫ НАНОБӨЛШЕКТЕР

Аңдатпа. Бұл зерттеудің мақсаты ластанған ағынды сулардан арнайы нитрофенолдарды (2 және 4-нитрофенол) тиімді жою үшін Фентонның гетерогенді процестерінде көп ядролы қабықшалы нанобөлшектерді қолдануды зерттеу болып табылады. Суперпарамагниттік магнетиттің (Fe₃O₄) синтезі лимон қышқылы мен темір нитратының ерітіндісін қолдана отырып, ерітіндіні жағу әдісімен (SCS) синтезделді. MFe₃O₄@C катализаторы бейімделген Штебер техникасы арқылы алынды. Материал көп ядролы қабықтың қажетті архитектурасын қалыптастыруға байланысты нақты химиялық құрамдарды анықтау үшін сипатталған. Көміртегімен қапталған Катализатор өзегі жоқ катализатормен салыстырғанда жоғары өнімділікті көрсетті, бұл 2-NP және 4-NP жойылуының айтарлықтай өсуіне әкелді. Сонымен қатар, H₂O₂ ыдырауы айтарлықтай күшейтілді, бұл қауіпті қосылыстардың тиімді бөлінуіндегі жүйенің әлеуетін көрсетеді. Бұл зерттеудің нәтижелері 2-нитрофенол және 4 нитрофенолмен ластанған ластанған су ағындарын тиімді тазартудың жоғары тиімді және өміршең баламасы ретінде жүйенің орасан зор әлеуетін көрсетеді.

Тірек сөздер: көп ядролы қабық, нанобөлшектер, каталитикалық ылғалды асқын тотығу.

Адриано С. Сильва¹, Хосе Л. Диас де Туэста², Хелдер Т. Гомес¹

¹ Центр исследований в Монтанье (CIMO), Политехнический институт Брагансы, Браганса, Португалия

² Факультет химических и экологических технологий, ESET, Университет Рей Хуан Карлос, Мостолес, Испания

НАНОЧАСТИЦЫ С МНОГОЯДЕРНОЙ ОБОЛОЧКОЙ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО УДАЛЕНИЯ НИТРОФЕНОЛОВ ИЗ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОТОКОВ

Аннотация. Целью данного исследования является изучение применения наночастиц с многоядерной оболочкой в гетерогенных процессах Фентона для эффективного удаления специфических нитрофенолов (2 и 4-нитрофенола) из загрязненных сточных вод. Синтез суперпарамагнитного магнетита (Fe_3O_4) был осуществлен методом синтеза методом сжигания раствора (SCS) с использованием раствора лимонной кислоты и нитрата железа. Катализатор $mFe_3O_4@C$ был получен с помощью адаптированной методики Штебера. Материал был охарактеризован для определения конкретных химических составов, связанных с формированием желаемой архитектуры многоядерной оболочки. Катализатор с углеродным покрытием демонстрировал более высокие эксплуатационные характеристики по сравнению с катализатором без сердцевин, что привело к заметному увеличению удаления 2-NP и 4-NP. Более того, разложение H_2O_2 было значительно усилено, что указывает на потенциал системы в эффективном расщеплении опасных соединений. Результаты этого исследования подчеркивают огромный потенциал системы как высокоэффективной и жизнеспособной альтернативы для эффективной очистки загрязненных водотоков, загрязненных 2-нитрофенолом и 4-нитрофенолом.

Ключевые слова: многоядерная оболочка, наночастицы, каталитическое влажное пероксидное окисление.

IRSTI70.25.17

A.M. Serikbayeva¹ – main author, | ©
A.S.Ushkempir², E.B. Satkozhaeva³, K.R. Toktibayeva⁴

¹Master, Senior Lecturer, ²Senior Lecturer, ^{3,4}Students

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-8204-7851>^{1,2,3,4}South Kazakhstan University named after M. Auezov,
Shymkent, Kazakhstan¹Ali_2006.82@mail.ru<https://doi.org/10.55956/AVCD9931>

PURIFICATION OF HEAVY METALS CONTAINED IN WATER WITH ACTIVATED CARBON AND CHARACTERIZATION OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES

Abstract. In this research work, we describe the synthesis of activated carbon adsorbents obtained from agricultural residues and their physicochemical properties. The resulting adsorbents are used to remove heavy metal ions contained in water. Currently, activated carbon is used in water purification, air and gas purification, as well as in many production facilities. Activated carbon obtained for removing heavy metal ions from water was made from cotton, apricot, buckwheat and pumpkin residues.

Key words: adsorbent, activated carbon, heavy metal ions.



Serikbayeva A.M., Ushkempir A.S., Satkozhaeva E. B., Toktibayeva K.R. Purification of heavy metals contained in water with activated carbon and characterization of physico-chemical properties // *Mechanics and Technology / Scientific journal.* – 2023. – No.2(80). – P.142-151. <https://doi.org/10.55956/AVCD9931>

Introduction. Activated carbon sorbent is a material with a developed porous structure, which is made from various carbon-containing substances of organic origin, including charcoal, petroleum coke, coal coke, coconut and walnut shells, apricot seeds and other fruit crops [1]. Activated carbon is considered to be a widely used adsorbent consisting of a carbon material with a porous configuration and an increased surface area. Active carbon, based on chemical science, is one of the varieties of carbon with an imperfect structure, practically free of impurities. In its chemical structure, activated carbon is similar to graphite [2]. Activated carbon has an infinite number of holes, so activated carbon has a very large surface, which is why it has the highest sorption. One gram of activated carbon will have a surface area of 500 to 1500 m², depending on the production method. The maximum porosity makes activated carbon "active" [3]. The main characteristics of activated carbon and its porosity depend on the raw material and its processing [4]. In economically developed and globalized times, water sources and resources are of particular importance. One of the global problems is that it is necessary to solve economical and environmentally friendly harmless substances for water purification.

Conditions and methods of research. Chemicals and devices. Agricultural waste: cotton, apricot, buckwheat and pumpkin, sulfuric acid (H₂SO₄) (purity ≥

99%), potassium hydroxide (KOH), (purity $\geq 99\%$), hydrochloric acid(HCl) (purity $\geq 99\%$).

Results and discussions.

Removal of chromium and copper from the composition of wastewater during the adsorption process. Studies have been conducted related to the values of the adsorbent over time to remove chromium ion and Copper ion from activated carbon wastewater as an adsorbent.

During the verification of the effect of activated carbon on the adsorption process over time, 7 different time periods were obtained on the adsorbent. 0.15 minutes, 30 minutes and 1,2,4,6 hours, i.e. 7 samples were prepared for different times. The known sample was analyzed over 7 different time periods. The result was determined using an atomic emission spectrometer (NPP). It has undergone an activation process to change its textural properties and the chemical composition of the surface to increase the adsorption capacity of the burnt material. Charred apricot and cotton samples were activated with concentrated sulfuric acid (H_2SO_4) in a ratio of 1:3, heated to $200^\circ C$ for 1 hour, and then cooled to room temperature. The resulting suspension was dispersed in ultrapure water, and the solid was filtered and washed with distilled water until the pH of tap water became neutral. Activated carbon adsorbent acid treatment:

1. 1.5 grams of activated carbon were placed in a flask with a convex bottom per 100 ml.
2. In the presence of 1:3, concentrated sulfuric acid (H_2SO_4) was poured.
3. The resulting sample was heated at a temperature of $200^\circ C$ for 1 hour, and then cooled to room temperature.
4. The sample was passed through filter paper and washed with distilled water until the pH value became a neutral medium.
5. the washed adsorbent was dried.
6. The resulting adsorbent has developed an adsorption process to remove heavy metal ions in water, including the element copper.

Table 1

Adsorption results obtained by removing copper (Cu) from the water composition of adsorbents from the remains of cotton and apricot grains

Adsorbent	Time (hour)	Volume	Adsorbent g/l	[Cu(II)]mg/l	Cu(II)]m g/l
Activated carbon	0	25	0.25	5.24	3.65
	0.25		0.25	3.83	3.08
	0.5		0.25	3.37	2.18
	1		0.25	2.67	2.04
	2		0.25	2.41	1.97
	4		0.25	1.94	1.76
	6		0.25	1.84	1.44

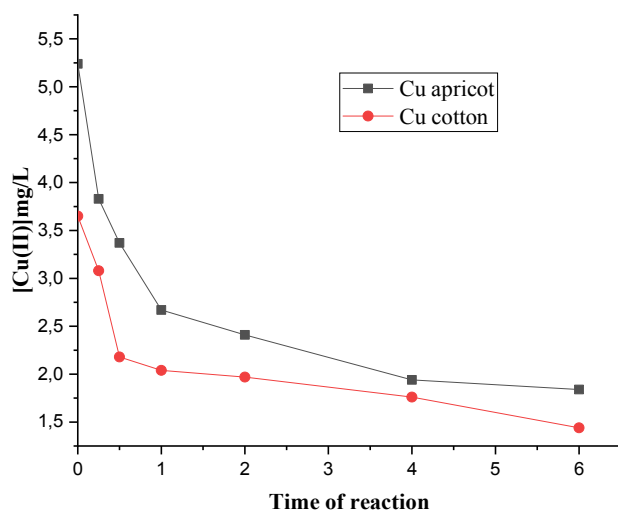


Fig. 1. Results shown by the starting materials in the adsorption process

Table 2

Adsorption results obtained by removing copper(Cu) from the water composition of adsorbents prepared at a temperature of 400°C

Adsorbent	Time (hour)	Volume	Adsorbent g/l	[Cu(II)] mg/l	Cu(II) mg/l
Activated carbon	0	25	0.25	8.06	6.41
	0.25		0.25	7.02	5.11
	0.5		0.25	4.6	4.85
	1		0.25	4.39	3.37
	2		0.25	4.18	2.98
	4		0.25	3.9	2.93
	6		0.25	3.75	2.75

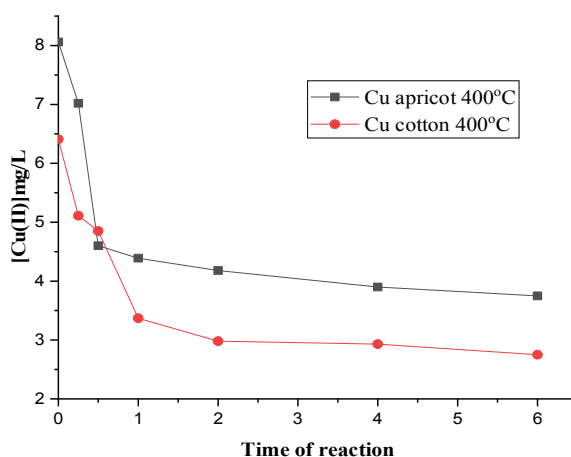


Fig. 2. The results of adsorbents prepared at a temperature of 400 °C

Table 2

The results of adsorption obtained when removing copper (Cu) from the water composition of adsorbents prepared at a temperature of 500°C

Adsorbent	Time (hour)	Volume	Adsorbent g/l	[Cu(II)] mg/l	Cu(II) mg/l
Activated carbon	0	25	0.25	7.73	5.85
	0.25		0.25	6.78	4.38
	0.5		0.25	5.72	4.01
	1		0.25	5.66	3.38
	2		0.25	5.43	3.29
	4		0.25	5.21	1.53
	6		0.25	5.02	1.51

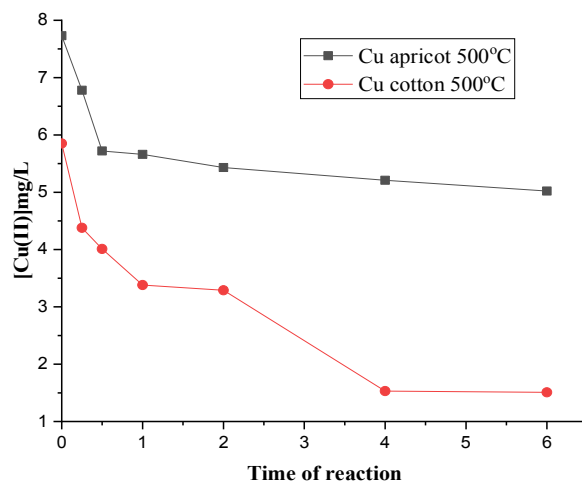


Figure 3. Results shown by adsorbents prepared at a temperature of 500°C

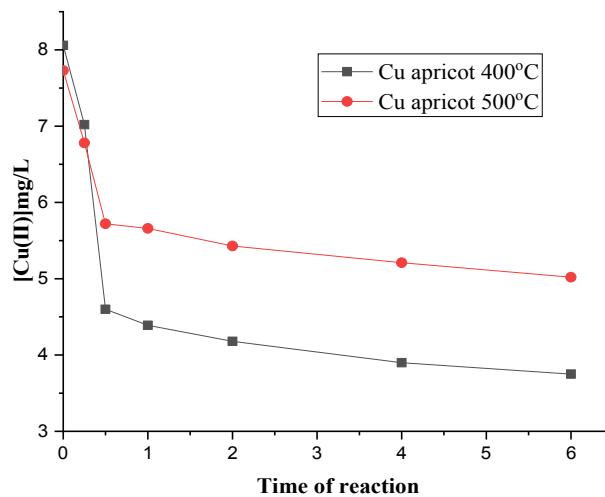


Figure 4. Comparative indicators of adsorbents manufactured at temperatures of 400°C and 500°C apricot grains

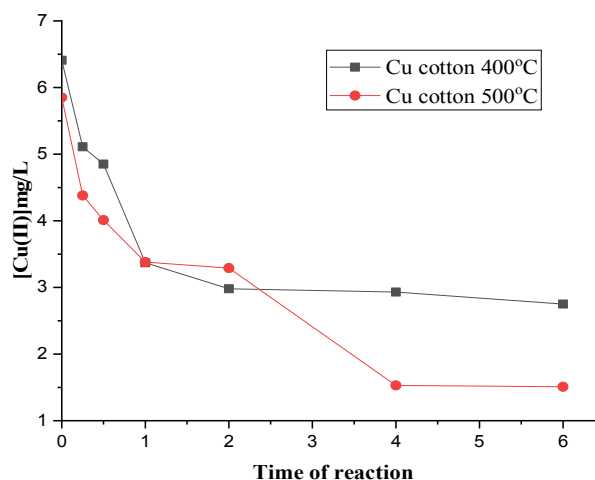


Figure 5. Relative indicators of adsorbents made from cotton residue at temperatures of 400°C and 500°C

1. Pumpkin and buckwheat were dried for 3 days.
 2. The dried material is crushed and sieved through a 0.3 mm sieve.
 3. The materials were washed with distilled water through a sieve and dried in an oven at 80°C for 3 hours.
 4. Put ground pumpkin seeds and 4 grams of buckwheat in a boat.
 5. Buoyancy at 300°C and 600°C.
- Shredded activated carbon. The following is the included activity of carbonized acid:

1. Pumpkin and also prepared from a porcelain plate of 1 gr.
2. Put 3 grams of CON on a porcelain plate.
3. A muffle furnace was installed in a removable furnace for 2 hours at 500°C.
4. The muffle furnace was blown, distilled and distilled.
5. The washed containing 3 mole HCl 25 ml was poured into a glass.
6. HCL approximately 1 hour.
7. Within 1 hour, the contract of the post office is permanently released.
8. The adsorption process when removing from the resulting metal.

Table 4

The result of the analysis of the effect of the interaction time on the adsorption process for removing Cr ions from natural pumpkin seeds and buckwheat

Adsorbent	Time (hour)	Volume	Adsorbent g/l	[Cu(II)]mg/l	Cu(II)]mg/l
Activated carbon	0	25	0.25	2.79	1.94
	0.25		0.25	2.62	1.72
	0.5		0.25	2.12	1.51
	1		0.25	2.08	1.38
	2		0.25	1.69	1.12
	4		0.25	1.59	0.98
	6		0.25	1.51	0.9

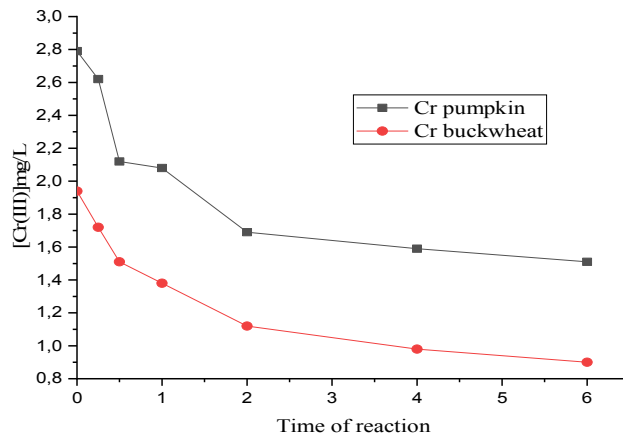


Figure 6. The result of the adsorption process of natural pumpkin seeds and buckwheat

Table 5

The result of the nuclear power plant analysis of the effect of the interaction time on the adsorption process for removing the Cr ion from activated carbon, ready at 300°C

Adsorbent	Time (hour)	Volume	Adsorbent g/l	[Cu(II)]mg/l	Cu(II)]mg/l
Activated carbon	0	25	0.25	2.97	3.23
	0.25		0.25	2.91	3.02
	0.5		0.25	2.69	2.96
	1		0.25	2.18	2.58
	2		0.25	1.69	1.45
	4		0.25	1.21	1.17
	6		0.25	0.71	1.07

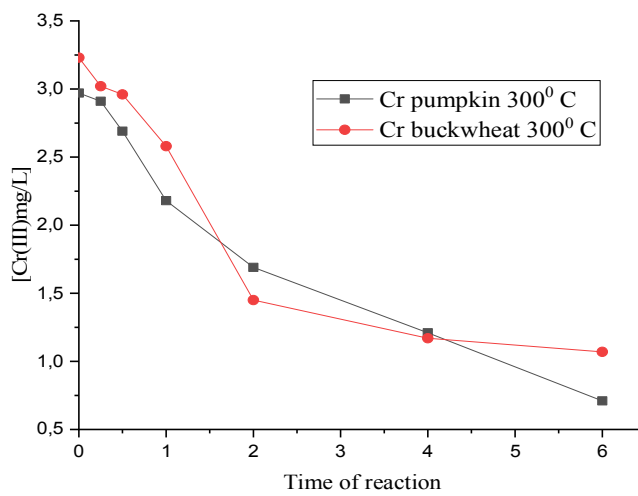


Figure 7. The result of the adsorption process of pentacarbon obtained at 300°C

Table 6

The result of the nuclear power plant analysis of the effect of the interaction time on the adsorption process for removing the Cr ion from activated carbon, ready at 600°C

Adsorbent	Time (hour)	Volume	Adsorbent g/l	[Cu(II)]mg/l	Cu(II)mg/l
Activated carbon	0	25	0,25	3,17	3,59
	0.25		0,25	3,01	3,17
	0.5		0,25	2,88	3,09
	1		0,25	2,43	2,63
	2		0,25	2,4	2,55
	4		0,25	2,26	2,49
	6		0,25	1,8	2,02

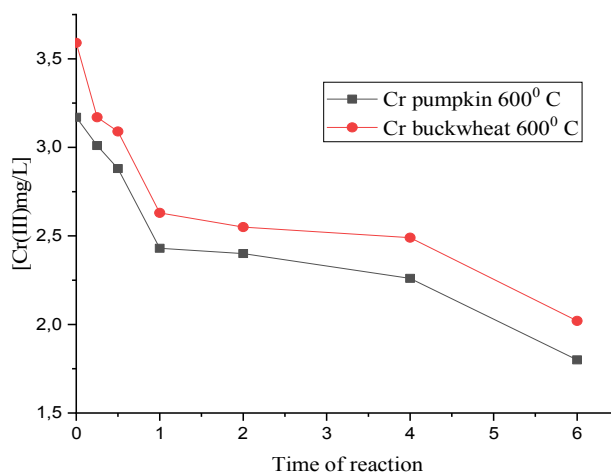


Figure 8. The result of the process of adsorption of the obtained bespoke carbon at 600°C

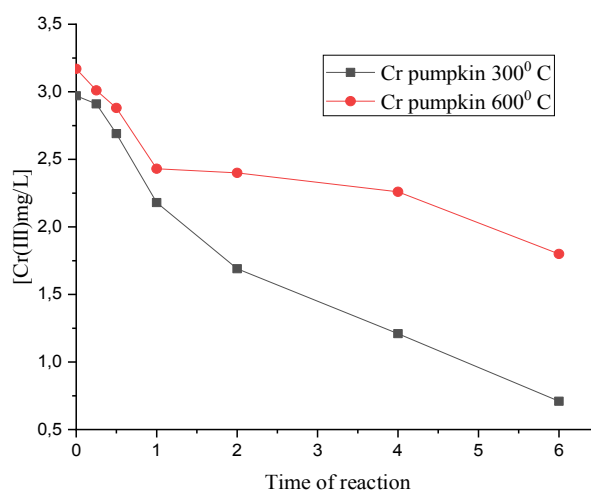


Figure 9. 300°C of burnt pumpkin seeds and 600°C of burnt pumpkin seeds

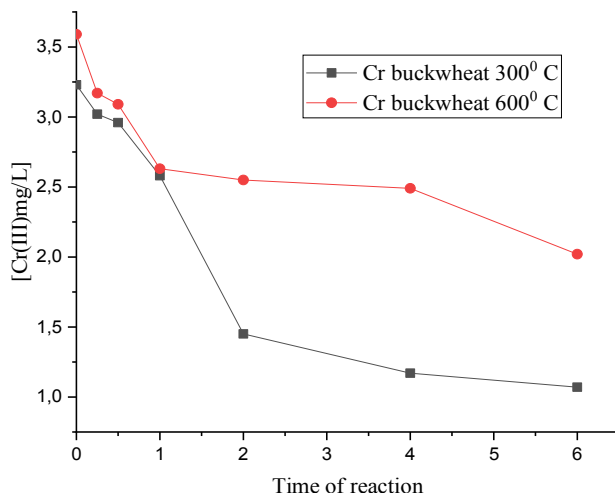


Figure 10. Sg ion calibration in buckwheat fired at 300°C and buckwheat fired at 600°C

Conclusion. Activated carbon has a wide range of carbonaceous materials with high porosity and surface area. Due to its unique characteristics, it is widely used in water purification, domestic and industrial wastewater, desalination, purification and separation of gases, removal of odors and pollutants, as well as in medicine in many parts of the world. Agricultural waste is very abundant on earth, and it is worth being able to use it effectively. The agricultural waste that you get as an adsorbent is the cheapest and very affordable. Recently, the use of Labeled Coal has yielded many positive results. As a result of the research work, a method for removing chromium and copper from the composition of water based on water purification technology was considered.

1. Activated carbon was burned from biomass waste.
2. Activated carbon was activated by acid treatment.
3. An elemental analysis of the physicochemical composition of activated carbon was carried out and verified by an atomic emission spectrometer.
4. The result of removing chromium and copper from water using activated carbon as an adsorbent is shown.

Reference

1. Sircar S., Golden T.C. and Rao M.B. Activated carbon for gas separation and storage//Carbon. 1996. - Vol. 34, Issue 1. - P. 1–12.
2. Magnuson, M.L. and Speth, T.F. Quantitative structure--property relationships for enhancing predictions of synthetic organic chemical removal from drinking water by granular activated carbon//Environ. Sci. Technol. – 2005. Vol. 39 (19). - P. 7706-7711.
3. Borisoglebsky A.C., Fedorov A.M. Carbon adsorbents and their application in industry. - Perm: PSU, 1991. - 137 p.
4. Kolyshkin D.A., Mikhailov K.K. Active coals. Guide. Moscow: Chemistry, 1972.
5. Ahmadvour, A.; Do, D.D. The Preparation of Activated Carbon from Macadamia Nutshell by Chemical Activation. Carbon 1997, 35, 1723–1732
6. Dehkhoda, A.M.; Gyenge, E.; Ellis, N. A Novel Method to Tailor the Porous Structure of KOH-Activated Biochar and Its Application in Capacitive Deionization and Energy Storage. Biomass Bioenergy 2016, 87, 107-121.

7. RakhaevaZh.A., Zhanbekov H.N., MukataevaZh.S., Uskenbayeva A.S., Zharymbetova R.N. Problems of water pollution research in the Shardar basin// Research and results. - 2015. - No.1-2. - pp. 119-123 .
8. ZhanbekovKh.N. MukataevaZh.S. Monitoring by radiochemical composition of the Syrdarya basin. - Water: chemistry and ecology 5, 2010. P. 2-9.
9. Musabekov K.B., ZhanbekovKh.N., Mukataeva, Zh.S., Seitzhanov, A.F. Mineralization and content of major ions in the water of the river Syrdarya. - Chemical Bulletin of Kazakh National University 1, 2001. - P. 66-69.
10. Jern, W.NG. Industrial wastewater treatment Singapore. - Imperial College Press, London, 2006.
11. Alekin O.A. Basics of hydrochemistry. - Hydrometeorological Publishing, Moscow, 1953.
12. Guseva T. V. [et al.]. Hydrochemical indicators of the state of the environment: reference materials / M.: D.I. Mendeleev Russian Technical University, 2005. - 176 p.
13. Sarsenov A.M. Environmental safety and resource conservation in the processing of chromite and borate ores. Almaty: Higher School of Kazakhstan, 2000. - 235 p.
14. Tanton TW, HeavenS, Ilyushchenko MA, Veselov V, Yanin EP, Pedrizetti G. Development of options for damage limitation and environmental restoration of mercury - contaminated areas in North-Central Kazakhstan. INCO-Copernicus Contract No. IC15-CT96-0110; 1999.
15. Ischanova N.E., Dyusenov B. Heavy metals in soil and plants of the Tengiz oil field in Atyrau region. - International Symposium education and industry in Kazakhstan 1, 1999. - P. 288-290.

Material received 28.06.23.

А.М. Серикбаева¹, А.С. Ушкempiр¹, Э.Б. Саткожаева¹, К.Р. Токтбаева¹

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

СУДЫҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ АУЫР МЕТАЛДАРДЫ БЕЛСЕНДІРІЛГЕН КӨМІРТЕГІМЕН ТАЗАЛАУ ЖӘНЕ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ СИПАТТАМА

Аңдатпа. Мақалада ауыл шаруашылығы қалдықтарынан алынған белсендірілген көміртекті адсорбенттердің синтезі және олардың физикалық-химиялық қасиеттері сипатталған. Алынған адсорбенттер судың құрамында болатын ауыр металл иондарын жою үшін пайдаланылады. Судың ластануы бұл экологиялық проблема болып табылады. Ол табиғаттың, адамзаттың өміріне өз кесірін тигізуде. Қазіргі уақытта белсендірілген көміртек суды, ауа мен газды тазартуда, сонымен қатар көптеген өндіріс орындарында қолданылады. Су құрамындағы ауыр металл иондарын жою үшін алынған белсендірілген көміртек мақта, өрік, қарақұмық және асқабақ қалдықтарынан жасалды. Белсендірілген көміртек арқылы суды тазарту қоршаған ортаға зиянсыз және экономикалық тұрғыдан тиімді қауіпсіз процесс.

Тірек сөздер: адсорбент, белсендірілген көміртек, ауыр металл иондары.

А.М. Серикбаева¹, А.С. Ушкемпир¹, Э.Б. Саткожаева¹, К.Р. Токтбаева¹

¹Южно-Казахстанский университет им. М. Ауезова, Шымкент, Қазақстан

**ОЧИСТКА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ВОДЕ, АКТИВИРОВАННЫМ
УГЛЕРОДОМ И ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

Аннотация. В статье описывается синтез активированных угольных адсорбентов, полученных из сельскохозяйственных отходов, и их физико-химические свойства. Полученные адсорбенты используют для удаления ионов тяжелых металлов, содержащихся в воде. В настоящее время активированный уголь используется при очистке воды, воздуха и газов, а также на многих производственных объектах. Активированный уголь, полученный для удаления из воды ионов тяжелых металлов, изготавливали из остатков хлопка, абрикоса, гречихи и тыквы.

Ключевые слова: адсорбент, активированный уголь, ионы тяжелых металлов.