



DULATY
UNIVERSITY
Taraz | since 1958

№ 2
2024

ISSN 2308-9865
eISSN 2959-7994

МЕХАНИКА және ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ғылыми журналды

Научный журнал

**МЕХАНИКА и
ТЕХНОЛОГИИ**

Scientific Journal

**MECHANICS &
TECHNOLOGIES**

«Механика және технологиялар» журналы:



Ұлыбританияның Инжиниринг және технологиялар институтының *Physics, Electronics and Computing (INSPEC DIRECT)* ақпараттық қызметінің рефераттық дерекқорына кіреді.

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



РИНЦ ғылыми дәйексөз Ресей ұлттық библиографиялық дерекқорында тіркелген.

http://elibrary.ru/project_risc.asp

Жыл	Импакт-фактор
2016	0,011
2017	0,032
2018	0,040
2019	0,028
2020	0,034



ҰМҒТСО

ҰЛТТЫҚ МЕМЛЕКЕТТІК ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ САРАПТАМА ОРТАЛЫҒЫ

Қазақстандық дәйексөз базасы бойынша импакт-факторы бар:

Жыл	Импакт-фактор
2015	0,030
2016	0,011
2017	0,053
2018	0,054
2019	0,042
2020	0,088

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



Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті

ҚР ҒЖБМ ҒЖБССҚК басылымдарының тізбесіне келесі ғылыми бағыттар бойынша енгізілген (26.03.2024 ж. №374 бұйрық):

- құрылыс технологиялары;
- жеңіл өнеркәсіп технологиялары;
- химиялық технологиялар;
- тамақ өнімдерінің технологиялары.

CrossRef – халықаралық DOI қорының Цифрлық нысандар идентификаторларын тіркеу ресми агенттігіне енгізілген.



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

Журналдың жазылым индексі: 74714 («Қазпошта» АҚ-«Пошталық қызмет»)

Журнал «Механика и технологии»:

IET Inspec Direct

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

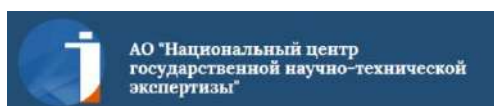
<http://inspecdirect-service.theiet.org/private/home.aspx>

eLIBRARY.RU

Зарегистрирован в российской национальной библиографической базе данных научного цитирования РИНЦ

http://elibrary.ru/project_risc.asp

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



Имеет импакт-фактор по Казахстанской базе цитирования:

Год	Импакт-фактор
2015	0,030
2016	0,011
2017	0,053
2018	0,054
2019	0,042
2020	0,088

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



Включен в перечень изданий КОКСНВО МНВО РК по следующим научным направлениям (приказ №374 от 26.03.2024 г.):

- строительные технологии;
- технологии легкой промышленности;
- химические технологии;
- технологии в сфере продуктов питания.

Интегрирован 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



ISSN 2308-9865
eISSN 2959-7994

№ 2 (84)

Сәуір-маусым
2024 ж.

Бас редактор И.И. Бекбасаров

Редакция алқасы: Н.А. Абиев, Б. Абзалбекұлы, Н.С. Амирова,
С. Әлтайұлы, И.И. Бекбасаров, И.С. Бровко, Ю.Л. Винников,
Ж.К. Гафуров, А.С. Жакулин, А.Ж. Жусупбеков, М.Т. Кейкиманова,
О. Крейчи, Э.М. Мамбетов, Ж.Н. Молдамуратов, М.М. Мукимов,
Чен Йе Нг, А. Нурлыбаева, Г.Е. Омарова, С.А. Орынбаев,
А.В. Пилягин, А.А. Сағындыков, Х.Р. Садиева, М.П. Саинов,
Н.А. Смирнова, Б.Ж. Унайбаев, А.А. Чуркин, А.Г. Шлейкин,
Я. Шульц

Корректор және компьютерлік беттеу Ж.К. Боркулакова

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: mit@dulaty.kz

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 30.06.2024. Форматы 70×180/16. Шартты баспа
табағы 44,79. Тираж 300 дана. Тапсырыс 612.

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

© М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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



МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 2308-9865
eISSN 2959-7994

Научный журнал

Издается с января 1994 года

Выходит четыре раза в год

№ 2 (84)

Апрель-июнь
2024 г.

Главный редактор И.И. Бекбасаров

Редакционная коллегия: Н.А. Абиев, Б. Абзалбекұлы, Н.С. Амирова, С. Әлтайұлы, И.И. Бекбасаров, И.С. Бровко, Ю.Л. Винников, Ж.К. Гафуров, А.С. Жакулин, А.Ж. Жусупбеков, М.Т. Кейкиманова, О. Крейчи, Э.М. Мамбетов, Ж.Н. Молдамуратов, М.М. Мукумов, Чен Йе Нг, А. Нурлыбаева, Г.Е. Омарова, С.А. Орынбаев, А.В. Пилягин, А.А. Сагындыков, Х.Р. Садиева, М.П. Саинов, Н.А. Смирнова, Б.Ж. Унайбаев, А.А. Чуркин, А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

Корректор и компьютерная верстка Ж.К. Боркулакова

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: mit@dulaty.kz

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 30.06.2024. Формат 70×180/16. Усл. печ. л. 44,79. Тираж 300 экз. Заявка 612.

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

© Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, 2024

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGH EDUCATION
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

M.Kh. DULATY
TARAZ REGIONAL UNIVERSITY

MECHANICS & TECHNOLOGIES

Scientific Journal

Published since January 1994

Published four times a year



ISSN 2308-9865
eISSN 2959-7994

No. 2 (84)
April-June
2024

Editor in chief I.I. Bekbasarov

Editorial board: N.A. Abiev, B. Abzalbekuly, N.S. Amirova, S. Altayuly, I.I. Bekbasarov, I.S. Brovko, Chen Ye Ng, A.A. Churkin, J.K. Gafurov, A.S. Zhakulin, A.J. Zhusupbekov, M.T. Keikimanova, O. Krejci, E.M. Mambetov, Zh.N. Moldamuratov, M.M. Mukimov, A. Nurlybayeva, G.E. Omarova, S.A. Orynbayev, A.V. Pilyagin, A.A. Sagyndykov, Kh.R. Sadieva, M.P. Sainov, J. Schulz, N.A. Smirnova, A.G. Shleikin, B.Zh. Unaibayev, Yu.L. Vinnikov

Press-corrector and computer page makeup Zh.K. Borkulakova

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: mit@dulaty.kz

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 30.06.2024. Form 70×180/16. Cond. print. sh. 44.79. Edition 300 copies. Application 612.

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

© M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, 2024

МАЗМҰНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

ТАМАҚ ӨНІМДЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

FOOD TECHNOLOGIES

Хамитбек А.Х., Кайрбаева А.Е., Копылов М.В. Балқарағай жаңғағының ылғалдылығының шағылу күшіне әсерін анықтау	9
Иванникова Н.В., Антимонова О.Н. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием муки кассавы	23
Сериккызы М.С., Манап Қ.Р., Байболова Л.К., Кулажанов Т.К. Ысталған шұжықтың сапасы мен қауіпсіздігін зерттеу	30
Болгер О.И., Сариева Г.Е., Сариев Ф.Б. Обогащение кисломолочных продуктов йодом в целях профилактики и лечения йододефицита	38
Оразов А.Ж., Каирғалиева Г.З., Жаксығалиева Д.С., Амантай А.Қ. Қантты печенбенің тағамдық құндылығына гүл тозаңының әсері	44
Тултабаева Т.Ч., Жақупова Г.Н., Маканғали Қ.Қ., Сағандық А.Т., Мұлдашева А.Х., Ахметжанова А.Т. Симменталь сиырларының уыз сүтінің физикалық-химиялық құрамын тамақ өнімдерін өндіруге арналған шикізат ретінде зерттеу	54
Сенгирбекова Л.К., Сыздықова Л.С., Серикбаева А.Н., Джумабекова Г.Ш. Әртүрлі жарма қосылған көкөніс дәмтағам консервілерінің микрофлорасын зерттеу	64
Otunshiyeva A.E., Bolegenova S.A., Vetokhin S.S., Lamotkin S.A., Tulekbaeva A.K. Development of new types of vegetable oil blends with balanced fatty acid composition on the basis of kazakhstan cotton oil and belarusian linseed oil ..	73
Маликтаева П.М., Саржанова К.Ш., Умирбаева Ш.Д. Определение качественных показателей таблеток порошка кисломолочного напитка	81
Саржанова К.Ш., Маликтаева П.М. Пути улучшения качества «толокна» из зерна кукурузы	87
Zhamekova Zh., Chomanov U., Iskakova Zh., Kussainova Zh., Kaldarbekova M. Features of indicators of replaceable and non-replaceable amino acids in young cattle cuts	92
Uzakov Ya., Kozhakhiyeva M., Kaldarbekova M., Makangali K. Optimization of protein hydrolysis conditions to increase the nutritional and functional value of sausages	99

ҚҰРЫЛЫС ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

CONSTRUCTION TECHNOLOGIES

Нурпеисов С.К., Медетов А.К., Карабаев Н.Т. Бетонополимеры на основе цементошлаковых бетонов	105
Lukranov R., Dyusseminov D., Zhantlessova Zh., Altynbekova A., Yenkebayev S., Tsygulyov D., Shakhmov Zh.A. Research on the influence of microsilica on the strength of concrete used in the composition of a two-component modified additive	112
Ескермесов Ж.Е., Карымсаков Б.А., Дүйсембаев И.К. Высокотемпературная высокопрочная сталь и полипропиленовый фибробетон	122
Жусипбеков А.Қ., Артықбаев Д.Ж. Қайта өңделген бетон толтырғыштарын бетонда қолдану	129
Артиков Н.З., Копжасаров Б.Т., Моминова С.М., Дүйсенбаева С.Т., Копжасарова Г.Т. Алکیلмен алмастырылған фенолдар негізіндегі түрлендіргіш қоспа	144
Нұғмансая Е.Н., Копжасаров Б.Т., Моминова С.М., Дүйсенбаева С.Т., Копжасарова Г.Т. Кремнийлі компоненттер мен олардың газдалған бетон түрлеріне әсерін зерттеу	159
Mominova S., Kopzhasarov B. Influence of the w/s ratio on the cellular concrete properties on the basis of fly ash	167
Бекбасаров И.И., Шаншабаев Н.А., Атенев Е.И. Исследование прочностных свойств различных видов фибробетонов на статическую сжимающую нагрузку для производства забивных свай	175
Бекбасаров И.И., Атенев Е.И., Шаншабаев Н.А. Об энергоёмкости забивки штампа и свай разной длины при устройстве ленточного комбинированного свайного фундамента (исследования на моделях)	190
Жумагулова А.А., Дюсембинов Д.С., Сабитов Е.Е., Алшинбаева А.М., Бакирбаева А.А., Шахмов Ж.А. Влияние модификаторов на свойства асфальтобетонных смесей для дорожных покрытий Казахстана	207
Артықбаев Д.Ж., Жусипбеков А.Қ., Досалиев Қ.С. Тұрғын үй құрылысында қолданылатын заманауи материалдар мен конструкциялар	218
Dushevina A.M. Study of the strength of caustic dolomite-based materials	228

ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

CHEMICAL TECHNOLOGIES

Шералы А.Н., Қалмаханова М.С., Snow D.D., Жарлыкапова Р.Б. Топырақтың құрылымдану қабілетін суда еритін полимердің қатысында зерттеу	238
Кулбаева Д.А., Сейтбекова Г.А., Шолақ А., Нұрлыбаева А.Н., Мурзакасымова Н.С. Өндіріс қалдығы фосфогипсті құрылыста гипс байланыстырушы материал ретінде зерттеу	246
Усипбекова Е.Ж., Сүлейменова Г.А., Сейлханова Г.А. Саздар негізінде иондық өткізгіштігі жоғары полимерлі электролиттер жасау	255
Жусипназарова Г.М., Решми Р., Дарменбаева А.С. Целлюлозаны лабораторияда алу және оның қасиеттерін зерттеу	265
Bakhran Z.S., Bayisbay O.P., Azimov A.M., Seitkhanov N.T., Brener A.M., Pecherskiy V.N. Calculation of adsorption apparatuses with a layer of expanded substances ...	272
Sadykov V.A., Simonov M.N., Hassan A. Methods for producing hydrogen: a brief overview	284
Волненко А.А., Сериков А., Абжапбаров А.А., Левданский А.Э., Жумадуллаев Д.К. Расчет порозности и эквивалентного диаметра насадки теплообменного аппарата с регулярной вращающейся насадкой ...	289

ЖЕҢІЛ ӨНЕРКӘСІП ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

ТЕХНОЛОГИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

LIGHT INDUSTRY TECHNOLOGIES

Сабырханова С.Ш., Абзалбекұлы Б., Елдияр Г.К. Сравнительный анализ структур текстильных материалов с применением различных видов модифицированных природных красителей	299
Рахметбай Д.К., Джунисбеков М.Ш., Шардарбек М.Ш., Кодиров Т.Ж. Разработка способа прямого дубления меховых овчин	308
Ботабаев Н.Е., Бектурсунова А.К., Абсаллимова А.К., Ердём Р., Өміртай М.Қ. Изменение калориметрических характеристик текстиля при их антибактериальной обработке наночастицами металлов	313

Ешжанов А.А., Мурзабаева Г.К., Тожимирзаев С.Т., Калдыбаев Р.Т., Абзалбекұлы Б., Батырқұлова А.А. Тарау жылдамдығының иірім жіптің сапалық көрсеткіштеріне әсері	327
Бобоев Ф.А., Мирзаев Ш., Зуфарова Д.Д. Обувная промышленность Китая и основные факторы её развития	338
Абсаллимова А.К., Ботабаев Н.Е., Бектурсунова А.К., Еркебай М.Н. Күміс нанобөлшектерінің бактерицидтік әсері және тоқыма өндірісінде қолданылуы	345
Borkulakova Zh.K., Shardarbek M.Sh., Ipkhamova M.U., Mazhihanova B.K., Kauymbaev R.T. A research on the air permeability of needle-punched nonwovens made from sheep wool fibers	353
Sabyrkhanova S.Sh., Yeldiyar G.K., Abzalbekuly B. Overview of plant extracts from the flora of the Kazakhstan for dyeing and printing textile materials	360
Zhambylбай A.B., Sarimsakov O.Sh., Mardanov B.M., Yeshzhanov A.A. Development of a mathematical model and analysis of the release of impurities from the fibrous mass when cleaning cotton fiber using an aeromechanical method	369
Тилеубердиева У.М., Калдыбаев Р.Т., Эрдем Р., Калдыбаева Г.Ю. Ретроспективный анализ научных исследований по разработке специальной одежды для строительной отрасли	380

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

INFORMATION TECHNOLOGIES

Сулейменов Б.А. Фосфорды тазалау процесін тиімді бақылау үшін интеллектуалды алгоритмдердің жасалуы және зерттелуі	389
Болеев Қ., Болеева Л.К. Ақпараттық технологияларды қолдана отырып, болашақ мұғалімдердің оқушыларға ұлттық тәрбие беруге даярлық көрсеткіштерін математикалық-статистикалық бағалау	405
Krahmaleva Yu.R. Bessel equation and functions in computer mathematics system	426
Abiev N.A., Abiev E.N. Using classical analysis and computer technologies to study power-exponential type equations	440

МЕХАНИКА

MECHANICS

Кадириббетова А.К., Наметкулова Р.Ж. Қыздырылған бөлшектің тұтқыр сұйықтағы қозғалысын теориялық зерттеу	448
Иманбек О., Абдраманова Г. Аралық энергиялардағы не изотоптарындағы адрондардың серпімді шашырауы	458
Ткаченко И.М. Прямое определение динамических свойств классической однокомпонентной плазмы кулона и юкавы	468
Иbildaeв M. Theoretical study of the scheme of shaping forgings by upsetting from step shafts	479

FTAMP 65.09.03

А.Х. Хамитбек¹ – негізгі автор, | ©
А.Е. Кайрбаева², М.В. Копылов³



¹Магистр, ²PhD, ³Техн. ғылым. канд., доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-2321-7686> ²<https://orcid.org/0000-0002-9578-7795>

³<https://orcid.org/0000-0003-2678-2613>



^{1,2}Алматы Технологиялық Университеті, Алматы қ., Қазақстан

³Воронеж мемлекеттік инженерлік технологиялар университеті
Воронеж қ., Ресей



¹khamitbekov00@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/RQQT4151>

БАЛҚАРАҒАЙ ЖАҢҒАҒЫНЫҢ ЫЛҒАЛДЫЛЫҒЫНЫҢ ШАҒЫЛУ КҮШІНЕ ӘСЕРІН АНЫҚТАУ

Аңдатпа. Зерттеуді жүргізу үшін балқарағай жаңғағы екі параллель панельдің арасына орналастырылды, олар жаңғақтың шағылуын бастау үшін қажетті шағылу күшін, деформациясын, қуатын және қаттылығын анықтады. Сынақтар жаңғақтың 5,4, 11,9, 19,1, 23,6 және 30,1% ылғалдылық мәндерінде және жаңғақ орналасуының екі түрінде (тік және көлденең) жүргізілді. Алғашқы жағдайда балқарағай жаңғағы тігінен орналастырылды, жаңғақтың үлкен осі жүктеу бағытына параллель болды. Келесі жағдайда көлденең жүктеу кезінде жаңғақтың үлкен осі жүктеу бағытына перпендикуляр болды. Жаңғақ пен ядроның физикалық сипаттамалары, яғни массасы, өлшемдері, орташа геометриялық диаметрі, сфералығы, сыртқы бетінің ауданы және қабықтың қалыңдығы анықталды. Балқарағай жаңғағының шағылуын бастау үшін қажетті күш жүктеменің тік және көлденең бағыттары ылғалдың жоғарылауымен 714,1-ден 220,3 Н-ға дейін және 521,4-тен 249,9 Н-ға дейін төмендеді. Сонда, шағылу орнындағы деформация және жаңғақ қабығын бөлуге қажетті қуат тік және көлденең бағытта жүктеме кезінде ылғалдың жоғарылауымен азайды деген тұжырымға келдік. Жаңғақ қаттылығының көрсеткіштері ылғалдылықтың жоғарылауымен төмендеді, және бұл төмендеу жүктеменің тік бағытында ылғал мөлшері 23,6% болғанға дейін жалғасты. Атап айтқанда, кез-келген ылғалдылықта көлденең бағытта жүктелген кезде ядролардың ыдырау үрдісі әрдайым байқалды. Нәтижелер балқарағай жаңғағын шағу үшін қолайлы машинаны жобалау кезінде инженерлердің пайдалануы үшін пайдалы деректер береді.

Тірек сөздер: балқарағай жаңғағы, жабдық, дәнді бұзбай тазарту, жаңғақ ылғалдылығы, шағылу күші, структурометр СТ-2.



Хамитбек, А.Х. Балқарағай жаңғағының ылғалдылығының шағылу күшіне әсерін анықтау [Мәтін] / А.Х. Хамитбек, А.Е. Кайрбаева, М.В. Копылов // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №2(84). – Б.9-22.
<https://doi.org/10.55956/RQQT4151>

Кіріспе. Балқарағай – негізінен Ресей және Шығыс Қазақстанда кең таралған ағаштардың бірі, және балқарағай жаңғағы Еуропада да, Солтүстік Америкада да танымал жаңғақ түрі болып табылады. Балқарағай жаңғағы балқарағай бүршігінің ішінде кездеседі. Балқарағай ядросы немесе балқарағай жаңғағы – дәрумендер мен ақуызы жоғары жеуге жарамды жаңғақ

болып табылады. Жалпы балқарағай жаңғағы В1 витаминінің (тиамин) жақсы көзі болып табылады. Балқарағай ядросы ет, балық және көкөністермен тағамдар дайындауда, сондай-ақ шоколад және кондитерлік өнеркәсіпте аспаздық ингредиент ретінде пайдаланылады [1-5].

Балқарағай жаңғағын жинаудан кейін, оны өңдеу кезінде дән ядросының сапасын сақтау және аршылған дәннің тағамдық құндылығын, құрамындағы дәрумендерін сақтау өзекті мәселе болып табылады, және ол әлемдегі өсіп келе жатқан халықтың ақуызы жоғары тағамға деген қажеттілігін қанағаттандыру үшін өте маңызды. Түркия балқарағай жаңғағы мен ядро өндіретін төртінші ірі ел болып табылады, оның жылдық өндірісі сәйкесінше 6000-7000 тонна жаңғақ және 1850-2000 тонна балқарағай дәнін өндіреді. Түркиядағы балқарағайлы ормандармен қамтылған жалпы аумақ 34 200 га құрайды, ол әлемдегі балқарағайлы ормандардың 9%-ын құрайды. Балқарағай жаңғағының көп бөлігі Түркияның Эгей аймағында өндіріледі және өнімнің 90%-дан астамы экспортталады, Балқарағай жаңғағының жалпы экспорттық кірісі жылына шамамен 11 700 000 АҚШ долларын құрайды. Ал елімізде, атап айтқанда Шығыс Қазақстанда 2000-3000 тонна жаңғақ және 600-1000 тонна балқарағай дәнін өндіруге қауһары бар. Алайда елімізде балқарағай жаңғағын өңдеу бойынша өнеркәсіптер жоғына таяу, сондықтан жаңғақтар Қытай және Шығыс Еуропа елдеріне экспортталады. Сонымен қатар, Шығыс Қазақстан өңіріндегі жергілікті халық және кішігірім өнеркәсіптер, яғни фермерлер балқарағай жаңғағын күнделікті тұрмыста пайдалануда [6-11].

Өндірісте балқарағай жаңғақтарын шағу барысында ядролардың сапасы айтарлықтай төмендейді. Балқарағай жаңғағынан нәзік тұтас ядроны алу үшін жаңғақтарды жару-ең жауапты және нәзік процесс болып табылады. Шағу процесі кезінде жаңғаққа қолданылатын механикалық күштердің әсерінен ядролардың зақымдалуына және сынуына әкеледі. Зақымдану дәрежесі мен түрлері балқарағай жаңғағы мен ядросының әртүрлілігі мен физикалық сипаттамаларына, сондай-ақ балқарағай жаңғағын бөлудің маңызды факторларының бірі болып табылатын күшке байланысты [12-16].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Бұл зерттеудің барлық эксперименттері 2023 жылы Шығыс Қазақстан аймағында өсірілген балқарағай жаңғақтарымен жасалынды. Жаңғақтар шаң, кір, қоқыс сияқты барлық бөгде заттардан, сондай-ақ піспеген, сынған жаңғақтардан тазарту үшін қолмен іріктелді. Жаңғақтардың ылғалдылығы Wile 55 ылғал өлшегіш жабдығын қолданып анықталды. Сынақтар ылғалдылықтың бес мәнін қолданды 5,4, 11,9, 19,1, 23,6 және 30,09%. Осы жаңғақ ылғалдылығының бес мәніне келтіру мақсатында, алғашында ылғал мөлшері балқарағай жаңғағын пеште 130°C температурада 6 сағат кептіру арқылы төмендетілді. Нәтижесінде, жаңғақтағы ылғал мөлшері 4,94% құрады. Кейіннен, дәндерді ылғалдандырып, дәннің 5% ылғал мәніне жеткіздік.

Балқарағай жаңғағының орташа мәндерін анықтау үшін 100 балқарағай жаңғағының үлгісі кездейсоқ таңдалды. Пайдаланылған әрбір жаңғақтың өлшемдері мен массасы анықталды. Негізгі перпендикуляр ось бойымен балқарағай жаңғағының өлшемдері 0,01 мм дәлдікпен электронды штангенциркульмен өлшенді (сурет 1а). Ал орташа геометриялық диаметрі, сфералық және сыртқы бетінің ауданы келесі теңдеулерді қолдану арқылы есептелді.

$$D_g = (LWT)^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

$$\phi = \frac{(LWT)^{\frac{1}{3}}}{L} 100 \quad (2)$$

$$S = \pi D_g^2 \quad (3)$$

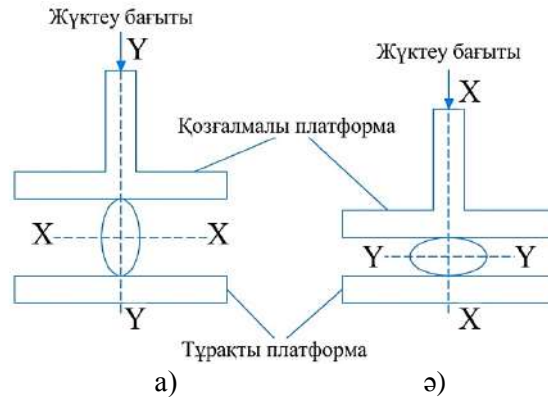
мұндағы D_g – орташа геометриялық диаметр, мм; ϕ – сфералық, %; L – үлкен ось бойынша өлшем, мм; W – кіші ось бойынша өлшем, мм; T – қалыңдығы, мм; S – сыртқы бетінің ауданы, мм².

Массаны анықтау үшін әрбір үлгі 0,001 г дейін таразыда өлшенді, ал балқарағай жаңғағының механикалық қасиеттерін анықтау үшін 1-суретте көрсетілген Структурометр СТ-2 сынау құрылғысы арқылы квазистатикалық қысу сынақтары жүргізілді. Бұл құрылғы қозғалмайтын және қозғалмалы платформа, жетек блогы және деректерді жинау жүйесі болып табылатын үш негізгі компоненттен тұрады.



Сурет 1. Электронды штангенциркуль (а) және структурометр СТ-2 (б)

Балқарағай жаңғағы минутына 8 мм жылдамдықпен жүктеме бағытының өзгеруін есепке алу үшін қозғалмайтын платформаға орналастырылды және жаңғақ жарылғанға дейін қуаты 1000 Н болатын жүктеме сенсорына бекітілген тақтайшамен басылды. Үзіліс нүктесі күштің деформацияға тәуелділік қисығымен анықталды, мұнда күштің кенеттен төмендеуі байқалады. Жаңғақтың жарылған дыбысы арқылы шағылу нүктесі анықталғаннан кейін жүктеу тоқтатылды. Балқарағай жаңғағының механикалық қасиеттері шағылу күші, жарылу орнындағы деформация, жарылу және қаттылық үшін қажетті қуат тұрғысынан көрсетілген. Жүктеме бағдарының механикалық қасиеттерге әсерін анықтау үшін бірінші жағдайда балқарағай жаңғақтары тігінен орналастырылды (сурет 2а), екінші жағдайда жаңғақ осі жүктеу бағытына сәйкес келеді және көлденеңінен үлкен ось жүктеу бағытына перпендикуляр болады (сурет 2б). Алдын ала сынақтар кезінде сәйкесінше тігінен және көлденеңінен жүктелген балқарағай жаңғағының шағылу күшінің мәндері арасындағы айырмашылық статистикалық тұрғыдан маңызды емес деп танылғандықтан, бұл зерттеуде тік және көлденең бағдарлар ескерілді.



(а) тік бағдар – жаңғақ осі жүктеме бағытына сәйкес келеді; (ә) көлденең бағдар – жаңғақ осі жүктеме бағытына перпендикуляр.

Сурет 2. Балқарағай жаңғағын әртүрлі жүктеме бағытында қысуға арналған квазистатикалық сынақ

Қысу жылдамдығы мен уақытына сүйене отырып, жаңғақтың деформациясы есептелді және күштің деформацияға тәуелділік қисықтары салынды. Осы қисықтардың көмегімен механикалық қасиеттер жаңғақ сынған кезде өлшенді. Әр ылғалдылық деңгейіндегі жиырма жаңғақ кездейсоқ таңдалды және, әр жүктеме бағытында сыналды және осы мақалада барлық 20 сынақтың орташа мәні келтірілген. Сіңірілген энергия (күш-деформация) қисықтарының астындағы ауданды өлшеу арқылы тікелей графиктен анықталды. Жаңғақты бөлуге қажетті қуат және үзіліс нүктесіндегі қаттылық мәндері келесі теңдеулерді қолдану арқылы анықталды.

$$P = \frac{E_a V}{60\,000D} \quad (4)$$

$$Q = \frac{F}{D} \quad (5)$$

мұндағы P – жаңғақты шағу үшін қажетті қуат; E_a – жаңғақ сіңіретін энергия, МДЖ; V – жүктеме жылдамдығы мм·мин⁻¹; F – шағу күші, Н; D – үзілу нүктесіндегі деформация, мм; Q – қаттылық Н·мм⁻¹.

Толығымен кездейсоқ бір факторлы есептеу ылғалдың шағылу күшіне, шағылу нүктесінің деформациясына және балқарағай жаңғағының көлденең және тік қысу жүктемесінің бағытында шағылуы мен қаттылығына қажетті қуатқа әсерін анықтау үшін пайдаланылды. Әрбір жүктеме бағыты үшін ылғалдың бес деңгейінде қарастырылды. Сонымен қатар, бағдарлаудың үзілу күшіне, үзіліс нүктесіндегі деформацияға, қуат пен беріктікке әсері орташа айырмашылық бойынша жалпыланған t критерийін қолдану арқылы зерттелді. Барлық суреттердегі қате бағандары репликация құралдарына қатысты стандартты қателер болып табылады.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Ылғал мөлшері 5,4% және 4,94% өлшеулерінен алынған балқарағай жаңғағы мен ядро өлшемдерінің орташа мәндері мен стандартты ауытқуы 1-кестеде келтірілген. Балқарағай жаңғағының үлкен осі 19,50 мм, кіші осі 8,70 мм және қалыңдығы 8,43, және ылғалдылығы 5,4%. Ал балқарағай ядросы үшін сәйкес мәндер

14,66 мм, 5,27 мм және 4,68 мм болды, 4,94%. Балқарағай жаңғағының орташа геометриялық диаметрі, сфералық, көлемі мен бетінің ауданы сәйкесінше 11,23 мм, 57,69%, 745,55 мм³ және 396,75 мм² екені анықталды. Бұл мәндер 7,10 мм, 48,50%, 189,30 мм³ және 158,86 мм² балқарағай ядросының сәйкес мәндерінен әлдеқайда жоғары. 2-кестеде шағылу күші, деформация, жарылу үшін қажетті қуат және әртүрлі ылғалдылық пен жүктеме бағдарындағы беріктік үшін орташа және стандартты ауытқулар берілген.

Кесте 1

Балқарағай жаңғағы мен ядро өлшемдерінің орташа мәндері мен стандартты ауытқуы

Қасиеттері	Жаңғақ	Ядро
Ұзындығы, мм	19,50±1,09	14,66±0,86
Ені, мм	8,70±0,83	5,27±0,49
Қалыңдығы, мм	8,43±1,06	4,68±0,68
Орташа геометриялық диаметрі, мм	11,23±0,51	7,10±0,43
Сфералық, %	57,69±2,97	48,50±2,50
Салмағы, г	0,69±0,05	0,22±0,04
Көлемі, мм ³	745,55±103,05	189,30±32,79
Бетінің ауданы, мм ²	396,75±36,38	158,86±18,73
Қабығының қалыңдығы, мм	1,22±0,16	-

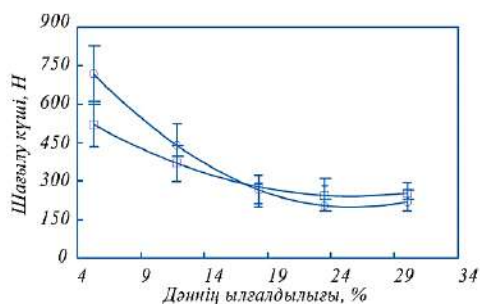
Кесте 2

Ылғал құрамы мен жүктеме бағытының шағылу күшіне, деформацияға, қуат тұтынуға және балқарағай жаңғағының қаттылығына әсері

Ылғалдылық %	Шағылу күші, Н		Деформация, мм		Тұтынатын қуат, Вт		Қаттылық, Н мм ¹	
	Тік	Көлденең	Тік	Көлденең	Тік	Көлденең	Тік	Көлденең
5,4	714,1 (115,96)	521,4 (85,08)	3,608 (0,525)	2,36 (0,28)	0,048 (0,01)	0,035 (0,01)	197,74 (13,31)	219,73 (21,19)
11,9	461,0 (66,93)	369,9 (68,57)	2,643 (0,634)	1,96 (0,56)	0,031 (0,01)	0,025 (0,01)	183,85 (47,15)	204,57 (71,52)
19,1	240,3 (40,17)	268,8 (54,75)	1,416 (0,366)	1,41 (0,31)	0,016 (0,002)	0,018 (0,004)	174,42 (25,17)	193,57 (35,79)
23,6	220,8 (33,44)	261,8 (49,18)	1,269 (0,345)	1,38 (0,19)	0,015 (0,002)	0,017 (0,003)	181,67 (37,18)	190,137 (29,26)
30,1	220,3 (33,44)	249,9 (46,93)	1,148 (0,182)	1,34 (0,20)	0,015 (0,002)	0,017 (0,003)	192,10 (22,32)	187,21 (29,62)

Шағылу әрекеті. Жаңғақты шағуды бастау үшін қажет күш тік және көлденең бағытта айтарлықтай төмендеді, өйткені ылғалдылық 5,4%-тен 30,1%-ға дейін 3-суретте өсті. Дегенмен, 19,1%, 23,6% және 30,1% ылғалдылықтағы балқарағай жаңғағының шағылу күшінің мәндері арасындағы айырмашылық жүктеудің екі бағыты үшін де статистикалық тұрғыдан маңызды емес екені анықталды. Тік және көлденең жүктелген Балқарағай жаңғақтары сәйкесінше 5,4% үшін 714,1 және 521,4 Н және жаңғақ жарылуын бастау үшін 30,1% үшін 220,3 және 248,86 Н қажет. ұқсас

тенденцияларды балқарағай жаңғағы үшін атап өтті. Көлденең жүктелген балқарағай жаңғақтары 19,1% ылғалдылыққа дейін тік жүктелген жаңғақтармен салыстырғанда айтарлықтай аз күш жұмсауды қажет етеді бұл ылғалдылықта тік жүктелген балқарағай жаңғақтарын бөлу үшін қажет күш көлденең жүктелген жаңғақтарға қарағанда төмен ылғалдылық 19,1 және 30,1%-ға дейін балқарағай жаңғағы суды сіңіретіндіктен, қабығы жұмсақ болады, сондықтан қабықтың кедергісі төмендейді. Сынаққа сәйкес тік және көлденең бағдарлар арасындағы алшақтық күшінің айырмашылығы шамалы болып шықты.

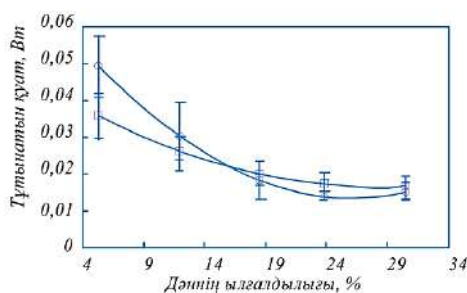


○ - тік; □ -көлденең.

Сурет 3. Ылғал құрамының балқарағай жаңғағының тік және көлденең жүктеме бағытындағы шағылу күшіне әсері

Жүктеудің екі бағыты арасында айтарлықтай айырмашылықтар болмаса да, алшақтық күші 19,1% ылғалдылыққа көлденең бағытта төмен болғанымен, көлденең бағдарлау кезінде дәндердің бұзылуының үлкен тенденциясы байқалады. Сондықтан, балқарағай жаңғағының жарылу процесі жаңғақтар 19,1-дан 30,1%-ға дейінгі ылғалдылықпен жүктеменің тік бағытында қалыптасатындай етіп жасалуы керек.

Үзіліс орнындағы деформация. Ылғал құрамына және жүктеме бағытына байланысты шағылған жердегі жаңғақ деформациясы 4-суретте көрсетілген.



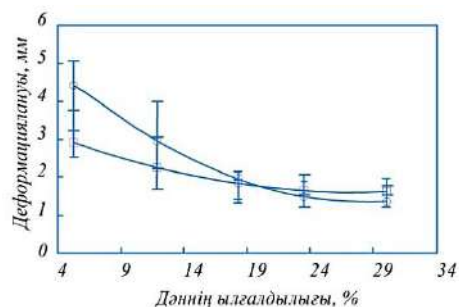
○ - тік; □ -көлденең.

Сурет 4. Балқарағай жаңғағының энергия тұтынуына ылғалдың әсері жүктеменің тік және көлденең бағытында

Жаңғақ шағылған кезде пайда болатын деформация жаңғақтағы ылғалдылық жоғарылаған сайын азаяды. Тік бағдарлау кезінде деформация 3,61-ден 1,15 мм-ге дейін төмендейді, ылғалдылық 5,4-тен 30,1%-ға дейін артады. Көлденең бағдарлау кезінде үзілу нүктесіндегі деформация 2,36-дан

1,34 мм-ге дейін төмендейді, ал ылғалдылық 5,4-тен 30,1%-ға дейін. Дисперсиялық талдау нәтижелеріне сәйкес, ылғалдың жоғарылауымен деформацияның төмендеуі жүктеменің екі бағыты үшін де маңызды. Шағылу нүктесіндегі деформацияның төмендеуі қабықтың кедергісі мен жаңғақ қабығының серпімділік шегі төмендейтіндігімен түсіндіріледі. Сонымен қатар, сығылған кезде тұтас жаңғақ қабығын ылғалдың жоғарылауы үшін, демек, берілген жүктеме кезінде деформацияны азайту үшін тігінен екі бөлікке оңай бөлуге болады. Эксперимент нәтижесі жүктеменің тік және көлденең бағдарлауындағы деформация арасында айтарлықтай айырмашылық жоқ екенін көрсетеді.

Қуат тұтыну. Жүктеменің тік және көлденең бағытында жаңғақты бөлуге қажетті қуат ылғалдылық жоғарылаған сайын азаяды (5-сурет). Жаңғақты тік күйінде бөлу үшін қажетті қуат 0,05-тен 0,02 Вт-қа дейін азаяды, ылғалдылық 5,4-тен 23,6%-ға дейін артады, ал 30,1% ылғалдылығында қуат тұтыну өзгермейді. Дәл осындай тенденция байқалады көлденең жүктеме бағыты, онда жаңғақты бөлуге қажетті қуат 0,04-тен 0,02 Вт-қа дейін төмендейді, ылғалдылық жылына 5,4-тен 23,6%-ға дейін артады. Ылғалдылықтың одан әрі артуы тұтынылатын қуатқа әсер етпейді. Бадам жаңғағы үшін жүргізген алдыңғы жұмыс сонымен қатар жаңғақ пен оның дәнін бөлуге қажетті қуат ылғалдың жоғарылауымен азаятынын көрсетті. Сынақ нәтижелерінің дисперсиялық талдауы жүктеменің тік және көлденең бағдары үшін ылғалдылықтың жоғарылауымен қуат тұтынудың төмендеуі статистикалық маңызды екенін көрсетеді, жүргізген бірнеше сынақтардың нәтижелеріне сәйкес, жаңғақтарды 19,1, 23,6 және 30,1% ылғалдылықта бөлуге қажетті қуаттылықтағы айырмашылықтар жүктеудің екі бағыты үшін де статистикалық тұрғыдан маңызды емес деп танылды. Сонымен қатар, t – тест нәтижелері жүктеменің тік және көлденең бағдары үшін қажетті қуат арасында айтарлықтай айырмашылық жоқ екенін көрсетеді. Ылғалдылығы 11%-дан 87%-ға дейін жаңғақты тік күйінде бөлу үшін қажетті қуат көлденең жүктеу күйіне қарағанда жоғары. Ылғалдылық жылына 19,1-дан 30,1%-ға дейін өскеннен кейін екі бағыт үшін де энергия тұтынудың күрт төмендеуі байқалады.

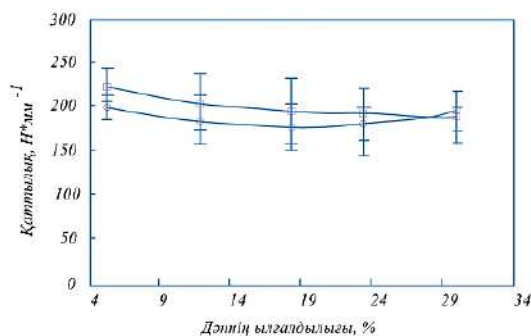


○ - тік; □ - көлденең.

Сурет 5. Ылғал құрамының Балқарағай жаңғағының деформациясына әсері тік және көлденең жүктеме кезінде

Қаттылық. Ылғал құрамы мен жүктеме бағытының үзілу нүктесіндегі беріктікке әсері 6-суретте көрсетілген. 3-кестеден ылғалдың мөлшері 5,4%-дан 19,1%-ға дейін ұлғайған кезде беріктік минимумға дейін төмендейтінін көруге болады және ылғалдың одан әрі 23,6%-дан 30,1%-ға дейін ұлғаюымен

артады жүктеменің тік бағытымен. Көлденең бағыттағы ылғалдылыққа байланысты қаттылық мәндерінің өзгеруі де 5-суретте көрсетілген. Қаттылық 219,73-тен 187,21 Н·мм⁻¹-ге дейін төмендейді, ылғалдылық жылына 5,4-тен 30,1%-ға дейін артады. Ылғалдың жоғарылауымен беріктіктің төмендеуі тік және көлденең бағытта статистикалық тұрғыдан маңызды емес. Деректерді статистикалық талдау жүктеме бағыты беріктікке айтарлықтай әсер етпейтінін көрсетеді. Көлденең бағыттағы қаттылық мәндері 5,4-тен 23,6%-ға дейінгі ылғалдылықта вертикальға қарағанда жоғары.



○ - тік; □ -көлденең

Сурет 6. Ылғалдың балқарағай жаңғағының қаттылығына әсері жүктеменің тік және көлденең бағытында

Шағылу күшін, деформацияны, қажетті қуат пен қаттылықты әртүрлі жүктеме бағыттарындағы балқарағай жаңғағындағы ылғалдылықпен байланыстыратын екінші ретті теңдеулердің параметрлері келтірілген (3-кесте).

Кесте 3

Балқарағай жаңғағының сынуы мен ылғалдылығының әртүрлі тәуелді параметрлері арасындағы байланыс

Y Параметрі	Коэффициенті	Жүктеу бағыты	
		Тік	Көлденең
Үзіліс күші, Н	a0	1026,60	680,72
	a1	-64,24	-34,01
	a2	1,25	0,66
	r2*	0,99	0,99
Деформация, мм	a0	5,01	2,97
	a1	-0,27	-0,12
	a2	$4,8 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$
	r2*	0,98	0,97
Қуат тұтыну, Вт	a0	0,07	0,04
	a1	$-4,3 \cdot 10^{-3}$	$-2,2 \cdot 10^{-5}$
	a2	$8 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-5}$
	r2*	0,99	0,99
Қаттылық, Н·мм ⁻¹	a0	218,29	235,56
	a1	-4,43	-3,28
	a2	0,12	0,06
	r2*	0,96	0,99

Тік және көлденең бағыттағы барлық параметрлер үшін көпмүшелік теңдеулер келесідей тұжырымдалуы мүмкін:

$$Y = a_0 + a_1M + a_2M^2 \quad (6)$$

мұндағы Y – тәуелді параметрлер; a_0 , a_1 , және a_2 – регрессия коэффициенттері; M – ылғалдылығы, %.

Қорытынды. Бұл зерттеудің нәтижелерін келесідей қорытындылауға болады.

1. Балқарағай жаңғағының ұзындығы, ені және қалыңдығы 19,50, 8,70 және 8,43 мм болды, ылғалдылығы сәйкесінше 5,4% болды. Ядролардың өлшемдері 14,66, 5,27 және 4,68 мм болды, ылғалдылығы 4,94%. Балқарағай жаңғағының орташа геометриялық диаметрі, сфералық, көлемі мен бетінің ауданы сәйкесінше 11,23 мм, 57,69%, 745,55 мм³ және 396,75 мм² болды. Балқарағай ядросының сәйкес мәндері 7,10 мм, 48,50%, 189,30 мм³ және 158,86 мм² болды. Жаңғақ пен ядроның массасы сәйкесінше 0,69 және 0,22 г құрады.

2. Балқарағай жаңғағының сынуға төзімділігін анықтау үшін қолданылатын параметрлер қаттылықты қоспағанда, тік және көлденең бағытта жүктеме кезінде қабықтың ылғалдылығына байланысты болды, ал екі бағытта да жүктеме үшін тәуелділік табылған жоқ. Жаңғақ қабығының жарылуы кезінде шағылу күші, деформациясы, қуат тұтынуы және беріктігі ылғалдың жоғарылауымен төмендеді, ал ылғал мөлшері 23,6-тен 30,1%-ға дейін тік бағытта өсті

3. Жаңғақ қабығының ең аз шағылу күші, деформациясы және 19,1-дан 300,1%-ға дейін ылғал болған кезде жаңғақты бөлу үшін қажетті қуат болды. Ядроның бұзылу жасы ылғалдылықтың барлық деңгейлері үшін көлденең жүктеме бағытында жиі байқалды. Осылайша, крекинг процесі энергияның минималды шығындарымен және ядролардың максималды сапасымен жүзеге асырылады деп күтілетіндіктен, тік бағдар балқарағай жаңғағының крекинг принципін қалыптастыру үшін көлденеңінен гөрі қолайлы.

4. Талдау нәтижелеріне сәйкес, ылғал құрамының шағылу күшіне, деформацияға және қажетті қуатқа әсері статистикалық маңызды екендігі анықталды, ал ылғалдың беріктікке статистикалық маңызды әсері анықталған жоқ. бағдарлардың ешқайсысы үшін. Ылғал мөлшері мен механикалық қасиеттері арасындағы жақсы сәйкестік дәрежесі бар сызықтық емес тәуелділік жүктеменің екі бағыты үшін алынды.

Әдебиеттер тізімі

1. Тигров, В.В. Устройство для разрушения скорлупы ореха [Текст] / В.В. Тигров, Р.К. Базаров // Сборник научных разработок и изобретений «Изобретатели и рационализаторы липецкой области»: Том. 11. – г. Липецк: Изд-во Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2023. – С. 13-16.
2. Куриленко, Н.И. Разработка технологического оборудования для очистки кедрового ореха [Текст] / Н. И. Куриленко, И. С. Федорченко // Материалы международной научно-практической конференции «Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы». – г. Саранск: Изд-во Национальный исследовательский мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2018. – С. 439-443.
3. Куриленко, Н.И. Устройство для получения масла и жмыха из ядер кедрового ореха [Текст] / Н.И. Куриленко, П.Г. Колесников // Всероссийская научно-

- практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Машиностроение: новые концепции и технологии». – г. Красноярск: Изд-во Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2022. – С. 82-84.
4. Невзоров, В.Н. Совершенствование технологии и оборудования производства кедрового масла [Текст] / В.Н. Невзоров, Ж.А. Кох, И.В. Мацкевич, В.Н. Холопов // Хвойные бореальной зоны. – 2022. – Т. 40. – № 5. – С. 444-449.
 5. Бышов, Н.В. Разработка оборудования для раскалывания скорлупы кедровых орехов [Текст] / Н.В. Бышов, В.Д. Липин, Д.Н. Бышов // Материалы национальной научно-практической конференции «Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса». – г. Рязань: Изд-во Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 31-36.
 6. Khamdamov A. Naziraliyeva N., Nuriddinov Sh. Study of the technological process of splitting walnut and analyses of the double shaft device // Evrazijskij soyuz uchenyh [Eurasian Union of Scientists], 2021. No. 4-1(85). P. 38-42.
 7. Ондер, Б.Б. Конструирование устройства для извлечения кедровых орехов из шишек [Текст] /Б.Б. Ондер, Е.А. Панов, А.Ю. Чуба // Сборник материалов XIII международной студенческой научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения». – г. Тюмень: Изд-во Государственный аграрный университет северного Зауралья, 2019. – С. 214-219.
 8. Хантургаева, В.А. Перспективы использования ядер кедрового ореха в технологии продуктов питания [Текст] / В.А. Хантургаева, АБ. Дабаева, И.В. Хамаганова // Сборник тезисов VII международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Инновации в пищевой биотехнологии»: Том. 1. – г. Кемерово: Изд-во Кемеровский государственный университет, 2019. – С. 89-90.
 9. Чаплыгина, О.С. Теоретическое и экспериментальное обоснование оптимальных технологических режимов получения кедрового масла из ядра кедрового ореха [Текст] / О.С. Чаплыгина // Сборник тезисов VI международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Пищевые инновации в биотехнологии»: Том. 2. – г. Кемерово: Изд-во Кемеровский государственный университет, 2018. – С. 148-150.
 10. Селезнева, А.Б. Вопросы комплексной переработки ореха кедрового [Текст] / А.Б. Селезнева, И.Б. Плотников // Сборник тезисов VI международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Пищевые инновации в биотехнологии». – г. Кемерово: Изд-во Кемеровский государственный университет, 2018. – С. 301- 302.
 11. Оразханова, М.А. Перспективы использования скорлупы сибирского кедрового ореха в производстве колбасных изделий [Текст] / М.А. Оразханова, Ж.А. Ибатаев, Б.А. Идырышев // Сборник материалов международной научно-практической конференции «От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение производства и переработки продукции растениеводства. Ресурсосберегающие технологии, технические средства и цифровая платформа апк». – г. Екатеринбург: Изд-во Уральский государственный аграрный университет, 2020. – С. 71-72.
 12. Невзоров, В.Н. Разработка оборудование для калибровки и сортировки кедрового ореха [Текст] / В.Н. Невзоров, Ж.А. Кох, И.В. Мацкевич, И.В. Голубев // Хвойные бореальной зоны. – 2022. – Т. 40. – № 5. – С. 439-443.
 13. Сесикашвили, О.Ш. Орехи – Свойства. Переработка. Использование [Текст] / О.Ш. Сесикашвили, С.В. Зверев, И.О. Берулава // Beau Bassin: Lap Lambert, 2018. – С.148.
 14. Плесовских, В.А. Исследование процесса раскалывания скорлупы кедрового ореха [Текст] / В.А. Плесовских, А.Ю. Чуба // Сборник материалов XII

- международной студенческой научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения»: Том. 2. – г. Тюмень: Изд-во Государственный аграрный университет северного Зауралья, 2018. – С. 200-203.
15. Устименко, С.А. Устройство для разрушения скорлупы плодов орехов [Текст] / С.А. Устименко, А.А. Зуев, Д.Н. Мельниченко, Д.Ю. Бурменко // Вестник приднестровского университета. Серия: физико-математические и технические науки. Экономика и управление. – 2021. – № 3(69). – С. 140-144.
16. Козлова, С.А. Проблемы и перспективы добычи кедрового ореха на территории Красночикойского района Забайкальского края [Текст] / С.А. Козлова // Материалы всероссийской научно-практической конференции молодых учёных и студентов «Социально-экономические проблемы развития экономики АПК в России и за рубежом». – г. Иркутск: Изд-во Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2017. – С. 226-233.

Материал редакцияга 02.04.24 түсті.

А.Х. Хамитбек¹, А.Е. Кайрбаева¹, М.В. Копылов²

¹Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

²Воронежский государственный университет инженерных технологий,
г.Воронеж, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ КЕДРОВОГО ОРЕХА НА ЕГО РАСКАЛЫВАЕМОСТЬ

Аннотация. Чтобы начать исследование, кедровый орех был помещен между двумя параллельными панелями, которые определили силу раскалывания, деформацию, мощность и твердость, необходимые для начала раскалывания ореха. Испытания проводились при значениях влажности ореха 5,4, 11,9, 19,1, 23,6 и 30,1% и в двух формах расположения ореха (вертикальной и горизонтальной). В первом случае кедровый орех располагался вертикально, большая ось ореха была параллельна направлению загрузки. В следующем случае при горизонтальной загрузке большая ось ореха была перпендикулярна направлению загрузки. Были определены физические характеристики ореха и ядра, то есть масса, размеры, средний геометрический диаметр, сферичность, площадь внешней поверхности и толщина скорлупы. Вертикальное и горизонтальное направления нагрузки, необходимые для начала раскалывания кедрового ореха, уменьшились с увеличением влажности с 714,1 до 220,3 Н и с 521,4 до 249,9 Н. Затем мы пришли к выводу, что деформация в месте отражения и мощность, необходимая для разделения скорлупы кедрового ореха, уменьшились с увеличением влажности под нагрузкой в вертикальном и горизонтальном направлениях. Показатели твердости ореха снижались с увеличением влажности, и это снижение продолжалось до тех пор, пока содержание влаги в вертикальном направлении нагрузки не достигло 23,6%. В частности, при загрузке в горизонтальном направлении при любой влажности всегда наблюдалась тенденция к распаду ядер. Результаты предоставляют полезные данные для использования инженерами при проектировании машины, подходящей для раскалывания кедрового ореха.

Ключевые слова: кедровый орех, оборудование, очистка зерна, влажность ореха, сила раскалывания, структурометр СТ-2.

A.H. Hamitbek¹, A.E. Kairbaeva¹, M.V. Kopylov²

¹*Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan*

²*Voronezh State University of engineering technologies, Voronezh, Russia*

DETERMINATION OF THE INFLUENCE OF PINE NUT HUMIDITY ON ITS CLIPPABILITY

Abstract. To conduct the study, the cedar nut was placed between two parallel panels, which determined the splitting force, deformation, power and hardness required to start reflecting the nut. The tests were carried out at the nut moisture values of 5.4, 11.9, 19.1, 23.6 and 30.1% and in two forms of nut arrangement (vertical and horizontal). In the first case, the cedar nut was positioned vertically, the large axis of the nut was parallel to the loading direction. In the following case, when loading horizontally, the large axis of the nut was perpendicular to the loading direction. The physical characteristics of the nut and the kernel were determined, i.e. weight, dimensions, average geometric diameter, sphericity, outer surface area and shell thickness. The vertical and horizontal load directions required to start chipping cedar nuts decreased with increasing humidity from 714.1 to 220.3 N and from 521.4 to 249.9 N. Then we came to the conclusion that the deformation at the reflection site and the power required to separate the cedar nut shell decreased with increasing humidity under load in the vertical and horizontal directions. The hardness of the nut decreased with increasing humidity, and this decrease continued until the moisture content in the vertical direction of the load reached 23.6%. In particular, when loading in the horizontal direction at any humidity, there was always a tendency for the nuclei to disintegrate. The results provide useful data for use by engineers in designing a machine suitable for cracking cedar nuts.

Keywords: cedar nuts, equipment, cleaning of grains, nut moisture, reflectivity, structurometer ST-2.

References

1. Tigrov V.V., Bazarov R.K. Ustroystvo dlya razrusheniya skorlupy orekha [Device for breaking nut shells] // Sbornik nauchnykh razrabotok i izobreteniy «Izobretateli i ratsionalizatory lipetskoy oblasti»: Tom. 11. – Lipetsk: Izd-vo Lipetskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet imeni P.P. Semenova-Tyan-Shanskogo [Collection of scientific developments and inventions “Inventors and innovators of the Lipetsk region”: Vol. 11. – Lipetsk: Publishing house Lipetsk State Pedagogical University named after P.P. Semenov-Tyan-Shansky], 2023. – P. 13-16, [in Russian].
2. Kurilenko N.I., Fedorchenko I.S. Razrabotka tekhnologicheskogo oborudovaniya dlya ochistki kedrovogo orekha [Development of technological equipment for cleaning pine nuts] // Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Energoeffektivnyye i resursosberegayushchiye tekhnologii i sistemy». – Saransk: Izd-vo Natsional'nyy issledovatel'skiy mordovskiy gosudarstvennyy universitet im. N.P. Ogarova [Materials of the international scientific and practical conference “Energy-efficient and resource-saving technologies and systems”. – Saransk: Publishing house National Research Mordovian State University named after. N.P. Ogareva], 2018. – P. 439-443, [in Russian].
3. Kurilenko N.I., Kolesnikov P.G. Ustroystvo dlya polucheniya masla i zhmykha iz yader kedrovogo orekha [Device for obtaining oil and cake from pine nut kernels] // Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya studentov, aspirantov i molodykh uchenykh «Mashinostroyeniye: novyye kontseptsii i tekhnologii». – g. Krasnoyarsk: Izd-vo Sibirskiy gosudarstvennyy universitet nauki i tekhnologiy imeni akademika M.F. Reshetneva [All-Russian scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists “Mechanical engineering: new

- concepts and technologies". – Krasnoyarsk: Publishing house Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetneva], 2022. – P. 82-84, [in Russian].
4. Nevzorov V.N., Kokh ZH.A., Matskevich I.V., Kholopov V.N. Sovershenstvovaniye tekhnologii i oborudovaniya proizvodstva kedrovogo masla [Improving technology and equipment for the production of cedar oil] // *Khvoynyye boreal'noy zony [Conifers of the boreal zone]*, 2022. Vol. 40, No. 5. P. 444-449, [in Russian].
 5. Byshov N.V., Lipin V.D., Byshov D.N. Razrabotka oborudovaniya dlya raskalyvaniya skorlupy kedrovyykh orekhov [Development of equipment for cracking pine nut shells] // *Materialy natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Tendentsii inzhenerno-tekhnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa»*. – g. Ryazan': Izd-vo Ryazanskiy gosudarstvennyy agrotekhnologicheskiy universitet im. P.A. Kostycheva [Materials of the national scientific and practical conference "Trends in engineering and technological development of the agro-industrial complex". – Ryazan: Publishing house Ryazan State Agrotechnological University named after. P.A. Kostycheva], 2019. – P. 31-36, [in Russian].
 6. Khamdamov A. Naziraliyeva N., Nuriddinov Sh. Study of the technological process of splitting walnut and analyses of the double shaft device // *Evrazijskiy soyuz uchenykh [Eurasian Union of Scientists]*, 2021. No. 4-1(85). P. 38-42.
 7. Onder B.B., Panov Ye.A., Chuba A.YU. Konstruirovaniye ustroystva dlya izvlecheniya kedrovyykh orekhov iz shishek [Design of a device for extracting pine nuts from cones] // *Sbornik materialov KHÍÍ mezhdunarodnoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nyye voprosy nauki i khozyaystva: novyye vyzovy i resheniya»*. – g. Tyumen': Izd-vo Gosudarstvennyy agrarnyy universitet severnogo Zaural'ya [Collection of materials from the XIII International Student Scientific and Practical Conference "Current Issues of Science and Economy: New Challenges and Solutions." – Tyumen: Publishing House of the State Agrarian University of the Northern Trans-Urals], 2019. – P. 214-219, [in Russian].
 8. Khanturgayeva V.A., Dabayeva AB., Khamaganova I.V. Perspektivy ispol'zovaniya yader kedrovogo orekha v tekhnologii produktov pitaniya [Prospects for the use of pine nut kernels in food technology] // *Sbornik tezisov VII mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh «Innovatsii v pishchevoy biotekhnologii»: Tom. 1.* – g. Kemerovo: Izd-vo Kemerovskiy gosudarstvennyy universitet [Collection of abstracts of the VII international scientific conference of students, graduate students and young scientists "Innovations in food biotechnology": Vol. 1. – Kemerovo: Kemerovo State University Publishing House], 2019. – P. 89-90, [in Russian].
 9. Chaplygina O.S. Teoreticheskoye i eksperimental'noye obosnovaniye optimal'nykh tekhnologicheskikh rezhimov polucheniya kedrovogo masla iz yadra kedrovogo orekha [Theoretical and experimental substantiation of optimal technological regimes for obtaining cedar oil from pine nut kernels] // *Sbornik tezisov VI mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh «Pishchevye innovatsii v biotekhnologii»: Tom. 2.* – g. Kemerovo: Izd-vo Kemerovskiy gosudarstvennyy universitet [Collection of abstracts of the VI international scientific conference of students, graduate students and young scientists "Food innovations in biotechnology": Vol. 2. – Kemerovo: Kemerovo State University Publishing House], 2018. – P. 148-150, [in Russian].
 10. Selezneva A.B., Plotnikov I.B. Voprosy kompleksnoy pererabotki orekha kedrovogo [Issues of complex processing of pine nuts] // *Sbornik tezisov VI mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh «Pishchevye innovatsii v biotekhnologii»*. – g. Kemerovo: Izd-vo Kemerovskiy gosudarstvennyy universitet [Collection of abstracts of the VI international scientific conference of students, graduate students and young scientists "Food innovations in

- biotechnology”. – Kemerovo: Kemerovo State University Publishing House], 2018. – P. 301- 302, [in Russian].
11. Orazkhanova M.A., Ibatayev ZH.A., Idyryshev B.A. Perspektivy ispol'zovaniya skorlupy sibirskogo kedrovogo orekha v proizvodstve kolbasnykh izdeliy [Prospects for using Siberian pine nut shells in the production of sausages] // Sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Ot inertsiy k razvitiyu: nauchno-innovatsionnoye obespecheniye proizvodstva i pererabotki produktsii rasteniyevodstva. Resursoberegayushchiye tekhnologii, tekhnicheskiye sredstva i tsifrovaya platforma apk». – g. Yekaterinburg: Izd-vo Ural'skiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet [Collection of materials of the international scientific and practical conference “From inertia to development: scientific and innovative support for the production and processing of crop products. Resource-saving technologies, technical means and digital apk platform.” – Ekaterinburg: Publishing house Ural State Agrarian University], 2020. – P. 71-72, [in Russian].
 12. Nevzorov V.N., Kokh ZH.A., Matskevich I.V., Golubev I.V. Razrabotka oborudovaniye dlya kalibrovki i sortirovki kedrovogo orekha [Development of equipment for calibrating and sorting pine nuts] // Khvoynyye boreal'noy zony [Conifers of the boreal zone], 2022. Vol. 40, No. 5. P. 439-443, [in Russian].
 13. Sesikashvili O.SH., Zverev S.V., Berulava I.O. Orekhi – Svoystva. Pererabotka. Ispol'zovaniye [Nuts - Properties. Recycling. Using] // Beau Bassin: Lap Lambert, 2018. P. 148.
 14. Plesovskikh V.A., Chuba A.YU. Issledovaniye protsessa raskalyvaniya skorlupy kedrovogo orekha [Study of the process of splitting pine nut shells] // Sbornik materialov KHÍ mezhdunarodnoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nyye voprosy nauki i khozyaystva: novyye vyzovy i resheniya»: Tom. 2. – g. Tyumen': Izd-vo Gosudarstvennyy agrarnyy universitet severnogo Zaural'ya [Collection of materials from the XII International Student Scientific and Practical Conference “Current Issues of Science and Economy: New Challenges and Solutions”: Vol. 2. - Tyumen: Publishing house of the State Agrarian University of the Northern Trans-Urals], 2018. – P. 200-203, [in Russian].
 15. Ustimenko S.A., Zuyev A.A., Mel'nichenko D.N., Burmenko D.YU. Ustroystvo dlya razrusheniya skorlupy plodov orekhov [Device for breaking nut shells] // Vestnik pridnestrovskogo universiteta. Seriya: fiziko-matematicheskoye i tekhnicheskoye nauki. Ekonomika i upravleniye [Bulletin of the Transnistrian University. Series: physical, mathematical and technical sciences. Economics and Management], 2021. No. 3(69). P. 140-144, [in Russian].
 16. Kozlova S.A. Problemy i perspektivy dobychi kedrovogo orekha na territorii Krasnochikoyskogo rayona Zabaykal'skogo kraya [Problems and prospects for pine nut production in the Krasnochikoysky district of the Trans-Baikal Territory] // Materialy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchonykh i studentov «Sotsial'no-ekonomicheskoye problemy razvitiya ekonomiki APK v Rossii i za rubezhom». – g. Irkutsk: Izd-vo Irkutskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im. A.A. Yezhevskogo [Materials of the All-Russian scientific and practical conference of young scientists and students “Socio-economic problems of development of the economy of the agro-industrial complex in Russia and abroad.” – Irkutsk: Publishing house Irkutsk State Agrarian University named after. A.A. Ezhevsky], 2017. – P. 226-233, [in Russian].

МРНТИ 65.33.29

Н.В. Иванникова¹ – основной автор, | ©
О.Н. Антимонова²



¹Магистр, ²Ст. преподаватель

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-2739-6239> ²<https://orcid.org/0009-0002-9761-0632>



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

²Российская академия народного хозяйства и государственной службы при президенте РФ, Волгоградский институт управления, г. Волгоград, Россия

@

¹natika.77@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/DIM16661>

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУКИ КАССАВЫ

Аннотация. В статье представлены рецептуры и технология хлебобулочных изделий с использованием муки кассавы, определены качественные органолептические и физико-химические показатели сырьевых компонентов и готовой продукции, обобщены результаты практического совместного применения муки кассавы и порошка псиллиума. Изучены свойства муки кассавы и определена возможность использования ее, как сырья для приготовления безглютеновых изделий. Проведен сравнительный анализ компонентного состава рецептур и технологических режимов производства хлебобулочных изделий.

Ключевые слова: мука кассавы, порошок псиллиума, безглютеновая продукция, хлебобулочные изделия, оценка качества.



Иванникова, Н.В. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием муки кассавы [Текст] / Н.В. Иванникова, О.Н. Антимонова // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №2(84). – С.23-29.
<https://doi.org/10.55956/DIM16661>

Введение. Сегодня большой выбор сырьевых источников хлебопекарного производства вектрально развернут к группе категории «ЗОЖ». Порядка нескольких десятилетий хлебопеки стремятся расширить ассортимент хлебобулочных изделий за счет замены пшеничной муки нетрадиционным сырьем. В частности, практикуется диверсификация рынка за счет возможностей использования зерновых (камут, фрике, полба, спельта, ячмень, коричневый рис) и незерновых культур. На прилавках можно встретить продукцию из киноа, конопли, амаранта, теффи, вики, муки из стрелолиста и т. д. Как представитель группы незерновых культур, весьма интересна кассава – маниок съедобный, пищевое клубнеплодное тропическое растение, типовой вид рода Маниок семейства Молочайные (*Euphorbiaceae*). Мука из кассавы – это беззерновая и безглютеновая альтернатива обычной пшеничной муке, подходит для диеты больных целиакией, псориазом, пищевой аллергией. Ее рекомендуют людям не только подверженным заболеваниям, вызванных дефицитом или избытком потребляемых пищевых

веществ (алиментарные заболевания – эндемический зоб, алиментарная дистрофия, квашиоркор, сахарный диабет, глютенная энтеропатия), но и в качестве профилактики ряда недугов, связанных с однообразным питанием, при палео диете [1]. Производится мука из клубней тропического растения маниок. По текстуре мука мягкая и порошкообразная. Это хороший источник витамина С, тиамина, рибофлавина, ниацина, богата клетчаткой, а также минеральными элементами (271 мг К, 21 мг Mg, 2 мг Р). С химической точки зрения мука из кассавы, имея высокий профиль углеводов в принципе состоит из крахмала и намного ближе к картофельному крахмалу, чем к муке из злаков. Углеводы кассавы – резистентный крахмал, который не переваривается и не всасывается, однако полезен для «здоровья» бактерий в тонком и толстом кишечнике, является отличным пребиотиком. Мука кассавы обладает функционально-технологическими характеристиками, важными для хлебопечения. Количественное содержание углеводов на 100 г муки 82,7 г, белков 1,2 г, пищевых волокон 6,5 г, жиров – 0,3 г. Калорийность составляет 351 ккал, гликемическая нагрузка – 70%. Изделия из муки кассавы имеют легкую, нежную текстуру, мягкий ореховый вкус. Текстура мякиша напоминает немецкий ржаной хлеб. Хлеб из кассавы или маниоковый хлеб во многих кухнях мира является базовым продуктом питания. Привлекательна культура для хлебопечения и благодаря низкому гликемическому индексу, легкой усвояемости. Употребление изделий в рецептуре которых присутствует мука из кассавы исключает тяжесть в ЖКТ, является хорошим вариантом для людей, страдающих сахарным диабетом. Наряду с положительными характеристиками, мука кассава имеет и существенный недостаток – плохая сохранность. Маниоковая мука дороже других крахмалосодержащих продуктов, в частности разных видов хлеба. Имеются трудности в тестоподготовке и ухудшение технологических, реологических, товароведных свойств. Потенциальное препятствие массового выпуска – высокий диапазон цен на готовую продукцию из кассавы [2].

Учитывая тренд на здоровое питание, безглютеновые продукты получают широкое распространение не только среди покупателей с непереносимостью глютена, но и среди обычных потребителей, которые следят за своим питанием и здоровьем. Таким образом, рынок сбыта не ограничен строгими рамками и противопоказаниями. Производство безглютеновых продуктов имеет положительную динамику роста [3]. Несмотря на существующую тенденцию увеличения выпуска специализированных хлебобулочных изделий, на региональном рынке эта группа продуктов представлена слабо. Цель исследования – разработка хлебобулочных изделий с использованием муки кассавы. На основании поставленной цели установлены задачи: разработать рецептуру, дать товароведную оценку готовой продукции, установить технологические режимы и параметры. В соответствии с целью и задачами, поставленными в исследовании, объектом исследования стала – мука кассавы. Возможно совместное использование 1:1 пшеничной муки первого сорта и маниоковой муки.

Условия и методы исследования. В основу методологии научной работы положены теоретические и практические аспекты разработок продуктов функциональной значимости. Исследования проводились в лаборатории «Пищевая инженерия» НИЛИП НИМИ имени А.С. Ахметова. Вели опытные и контрольный вариант исследований, первоначально проведя подбор соотношения базовых компонентов рецептуры. В работе проводили комплексные и стандартные исследования для определения физико-

химических и органолептических показателей сырья, полуфабрикатов и готовых изделий. Пищевую и энергетическую ценность изделия определяли в соответствии с методиками.

Результаты исследований. Хлебобулочные изделия из муки кассавы готовили безопасным способом. Экспериментальным путем были выбраны наиболее подходящие рецептуры. *Исследуемые образцы.* Образец №1 – 100% мука кассавы, образец №2 – композитная смесь муки пшеничной первого сорта и муки кассавы в соотношении 1:1. Яблочное пюре, являясь природным источником антиоксидантов, в составе образцов хлебобулочных изделий, способствует профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, избыточного веса; повышенные антирадикальная и антиокислительная активность пюре – выведению тяжелых металлов из организма. [4]. Порошок псиллиума (оболочка семян подорожника *Plantagoovata*) – отличный источник пищевых волокон, сегодня довольно востребован. Ингредиент обладает высокой влагоудерживающей способностью, что благотворно сказывается на способности образовывать устойчивые гели при поглощении влаги, это своего рода формообразователь [5]. Использование порошка псиллиума рекомендовано Национальной специализированной программой по здоровому питанию в США и Европейским обществом кардиологов. Порошок псиллиума способствует снижению уровня синтеза холестерина, выведению токсинов из организма. Псиллиум обладает сорбционными свойствами в отношении желчных кислот и липидов, благоприятно воздействует на моторику ЖКТ и оказывает более выраженное воздействие на системный обмен липидов [6]. Основные ингредиентные компоненты рецептуры хлебобулочных изделий с использованием муки кассавы представлены в таблице 1.

Таблица 1
Компонентный состав образцов хлебобулочных изделий
с использованием муки кассавы

Наименование сырья	Соотношение компонентов смеси, %		
	Образец №1	Образец №2	КВ
Мука кассавы	100	50	
Мука пшеничная 1 сорта	-	50	
Крахмал пшеничный сухой	-	-	100
Порошок псиллиума	20	20	30
Яйцо	20	20	20
Дрожжи прессованные	1,5	1,5	-
Разрыхлитель	-	-	1,2
Яблочное пюре	5,0	5,0	5,0
Соль	1,3	1,3	0,2
Вода	по расчету		
Семена чиа	обработка поверхности		
Температура начальная, °С	22	22	22
Влажность теста, %	48-49	48-49	50
Продолжительность брожения, мин	30	60	-
Продолжительность расстойки, мин	25	30	-
Продолжительность выпечки, мин	20	25	30

Все компоненты, прошедшие первичную обработку, направляются для замеса в месильную машину. Для контрольного варианта тесто готовили на

химических разрыхлителях, минуя стадию брожения, для чего вручную или с помощью месильной машины замешивается тесто из рецептурных компонентов до образования однородной массы. Тесто должно быть гладким и эластичным после формования. Замес теста для булочек образцов №1 и №2 проводили в месильной машине, предварительно растворив пресованные дрожжи и соль в воде. Внесение псиллиума при замесе способствовало увеличению объема и мягкости мякиша. В полученную суспензию вносят оставшиеся компоненты, в последнюю очередь просеянную муку кассавы (образец №1) и смесь пшеничной муки и муки кассавы в указанном соотношении (образец №2). Воду добавляют из расчета обеспечения соответствующей влажности теста 48-49%; замешивая однородное тесто при температуре $(24 \pm 2)^\circ\text{C}$ Яблочное пюре и яйцо увлажняет мякиш изделия, придавая ему приятную кислинку. Разрыхлитель успешно может быть заменен дрожжами или дрожжевой закваской. Продолжительность брожения теста составляет для образца №2 – 60 минут. Тесто формовали на заготовки развесом 30 г и укладывали на пекарские противни. Расстаивали при температуре 37°C в течении 25-30 минут. Выпекают тестовые заготовки при температуре 190°C . Была проведена серия пробных лабораторных выпечек с использованием бесклеяковинного сырья. В таблице 2 представлены качественные характеристики изделий с использованием муки кассавы.

Таблица 2

Качественные характеристики изделий с использованием муки кассавы

Показатели качества	Образец №1	Образец №2	КВ
	Органолептические показатели		
Форма	овальная, без притисков	не расплывчатая	не расплывчатая
Поверхность	с мелкими трещинами	с мелкими трещинами	слегка шероховатая, без глубоких подрывов
Цвет	равномерно коричневый	равномерно коричневый	светло- коричневый
Пористость	достаточно развитая, поры крупноватые	достаточно развитая, поры крупноватые	мелкая и средняя с преобладанием мелкой
Запах	приятный, выраженный без посторонних запахов и затхлости	приятный, выраженный без посторонних запахов и затхлости	без посторонних запахов и затхлости
Вкус	свойственный данному виду, без посторонних привкусов	свойственный данному виду, приятный ореховый вкус	свойственный данному виду, приятный ореховый вкус
Физико-химические показатели			
Пористость, %	58	65	54
Формоустойчивость, (Н:Д)	0,50	0,60	0,48
Кислотность мякиша, град	1,75	2,0	1,5

Булочки из 100% кассавы наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту к аглютеновой продукции, что сказывается на структурно-механических свойствах теста, и незначительному снижению качества готового продукта.

Исследуемые образцы булочек имели хорошие органолептические показатели качества. Образец №2 отличался более лучшей формоустойчивостью, благодаря содержанию глютена. По исследуемым физико-химическим показателям все образцы имели категорию качества «хорошее». Достаточная пористость для аглютеновых изделий (КВ и образец №1,2) обусловлена внесением псиллиума. На рисунке 1 изображен образец №1 из стопроцентной муки кассавы.



Рис. 1. Образец булочки из муки кассавы

Среди недостатков выпекаемых образцов можно отметить короткий срок хранения, высокое содержание углеводов, в основном крахмала при низком уровне содержания витаминов. Достоинства повышение содержания пищевых волокон за счет внесения порошка псиллиума.

Обсуждение научных результатов. В работе предложена технология приготовления хлебобулочных изделий на основе муки кассавы и смеси муки кассавы и пшеничной муки 1 сорта. Экспериментально обоснован количественный состав, входящий ингредиентов. Результаты анализа свидетельствует о перспективности использования муки кассавы в производстве хлебобулочных изделий и порошка псиллиума. В результате исследований установлено так же, что выбранное соотношение рецептурных компонентов даст оптимальный реологический профиль тесту, характерный для безглютеновой продукции.

Заключение. На основе проведенного анализа литературных и справочных данных о химическом составе сырьевых источников, мониторинга научной информации в целом, обоснована целесообразность использования маниоковой муки в сочетании с порошком псиллиума, обладающим доказанным терапевтическим эффектом. Несмотря на общность существующих подходов в производстве хлебобулочных изделий с использованием аглютеновых сырьевых источников, есть возможность позиционировать разработанные изделия как продукты функциональной значимости. Разработка продукта и технология приготовления хлебобулочных изделий с использованием муки кассавы и порошка псиллиума по предложенной рецептуре, является актуальной в комплексе мероприятий по диетотерапии, глютеновой энтеропатии. Употребление хлебобулочных изделий из муки кассавы поможет снизить уровень сахара в крови и улучшить чувствительность к инсулину. Применение продукта переработки маниоки – муки кассавы, содержащей в физиологически

значимых количествах незаменимые макро- и микронутриенты и пребиотики позволит расширить ассортимент продуктов профилактического и лечебного питания.

Список литературы

1. Вохмянина, Н.В. Современное представление о целиакии [Текст] / Н.В. Вохмянина. – СПб.: Изд-во СПбГМУ, 2009. – 152 с.
2. Полное руководство по приготовлению и наслаждению хлебом из маниоки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dhgate.com/ru/blog/the-ultimate-guide-to-making-and-enjoying-cassava-bread-b/>.
3. Капустина, К.Ф. Разработка технологии безглютеновых хлебобулочных изделий с использованием пищевкусовой добавки из мяты перечной [Текст] / К.Ф. Капустина // Молодой ученый. – 2020. – № 24. – С. 99-105.
4. Попов, В.Г. Тенденции использования безглютеновых видов муки в производстве продукции функционального назначения [Текст] / В.Г. Попов, Н.Г. Хайруллина, Х.Н. Садыкова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2021. – Т. 83. – № 1 (87). – С. 121-128.
5. Минцевич, А.С. Обоснование применения псиллиума в технологии безглютеновых мучных изделий из дрожжевого теста [Текст] / А.С. Минцевич, Е.Г. Меркулова // Образование и наука без границ: социально-гуманитарные науки. – 2020. – № 14. – С. 133.
6. Сарафанкина, Е.А. Псиллиум – новый вид ингредиента в производстве продуктов питания [Текст] / Е.А. Сарафанкина, С.А. Буренкова // Инновационная техника и технология. – 2021. – Т. 8. – № 4. – С. 27-32.

Материал поступил в редакцию 02.04.24.

Н.В. Иванникова¹, О.Н. Антимонова²

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

²Ресей Федерациясының Президенті жанындағы Ресей халық шаруашылығы және Мемлекеттік қызмет академиясы, Волгоград басқару институты, Волгоград қ., Ресей Федерациясы

КАССАВА ҰНЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП НАН ӨНІМДЕРІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ДАЙЫНДАУ

Аңдатпа. Мақалада кассава ұнын қолдана отырып нан өнімдерінің рецептурасы мен технологиясы ұсынылған, шикізат пен дайын өнімнің сапалы органолептикалық және физикалық-химиялық көрсеткіштері анықталған, кассава ұны мен псиллиум ұнтағын қоса қолдану нәтижелері жалпыланған. Сонымен қатар кассава ұнының қасиеттері зерттеліп, оны глютенсіз өнімдерді дайындау үшін шикізат ретінде пайдалану мүмкіндігі анықталған. Нан өнімдерін өндірудің технологиялық режимдері мен рецептураларының құрамдас құрамына салыстырмалы талдау жүргізілген.

Тірек сөздер: кассава ұны, псиллиум ұнтағы, глютенсіз өнімдер, нан өнімдері, сапаны бағалау.

N.V. Ivannikova¹, O.N. Antimonova²

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

²*Russian Academy of National Economy and Public Administration under the
President of the Russian Federation Volgograd Institute of Management,
Volgograd, Russia*

DEVELOPMENT OF BAKERY PRODUCTS TECHNOLOGY WITH THE USE OF CASSAVA FLOUR

Abstract. In the article recipes and technology of bakery products with the use of cassava flour are presented, qualitative organoleptic and physical and chemical parameters of raw components and finished products are determined, the results of practical joint application of cassava flour and psyllium powder are generalised. The properties of cassava flour have been studied and the possibility of its use as a raw material for preparation of gluten-free products has been determined. A comparative analysis of component composition of recipes and technological modes of bakery products production has been carried out.

Keywords: cassava flour, psyllium powder, gluten-free products, bakery products, quality assessment.

References

1. Vokhmyanina N.V. *Sovremennoye predstavleniye o tseliakii* [Modern idea of celiac disease]. – SPb.: St. Petersburg: Publishing house of St. Petersburg State Medical University, 2009. – 152 p., [in Russian].
2. A Complete Guide to Making and Enjoying Cassava Bread [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.dhgate.com/ru/blog/the-ultimate-guide-to-making-and-enjoying-cassava-bread-b/>, [in Russian].
3. Kapustina K.F. *Razrabotka tekhnologii bezglyutenovykh khlebobulochnykh izdeliy s ispol'zovaniyem pishchevkusovoy dobavki iz myaty perechnoy* [Development of technology for gluten-free bakery products using peppermint flavoring additive] // *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2020. No. 24. P. 99-105, [in Russian].
4. Popov V.G., Khayrullina N.G., Sadykova KH.N. *Tendentsii ispol'zovaniya bezglyutenovykh vidov muki v proizvodstve produktsii funktsional'nogo naznacheniya* [Trends in the use of gluten-free flours in the production of functional products] // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 2021. Vol. 83. No. 1 (87). P. 121-128, [in Russian].
5. Mintsevich A.S., Merkulova Ye.G. *Obosnovaniye primeneniya psilliuma v tekhnologii bezglyutenovykh muchnykh izdeliy iz drozhzhevogo testa* [Rationale for the use of psyllium in the technology of gluten-free flour products made from yeast dough] // *Obrazovaniye i nauka bez granits: sotsial'no-gumanitarnyye nauki* [Education and science without borders: social and humanitarian sciences], 2020. No. 14. P. 133, [in Russian].
6. Sarafankina Ye.A., Burenkova S.A. *Psillium – novyy vid ingrediyyenta v proizvodstve produktov pitaniya* [Psyllium is a new type of ingredient in food production] // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya* [Innovative technology and technology], 2021. Vol. 8. No. 4. P. 27-32, [in Russian].

FTAMP 65.59.03

М.С. Сериккызы¹ – негізгі автор, | ©
Қ.Р. Манап², Л.К. Байболова³, Т.К. Кулажанов⁴



¹PhD, қауымдас. профессор, ²Магистр, ^{3,4}Техн. ғылым. д-ры, профессор

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-1653-9890> ³<https://orcid.org/0000-0002-8118-1581>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-8309-2809>



^{1,2,3,4}Алматы Технологиялық Университеті,



Алматы қ., Қазақстан



¹Khali_17_10_94@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/NUOM5661>

ЫСТАЛҒАН ШҰЖЫҚТЫҢ САПАСЫ МЕН ҚАУІПСІЗДІГІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Мақала қазіргі уақытта функционалды тағам өнімдерінің ассортиментін кеңейтудің өзекті мәселесіне арналған. Жұмыс диеталық тамақтануға арналған тағамдық құндылығы жоғары сиыр етінен жасалған ысталған шұжық өніміне күнжіт ұнтағы мен күнжіт майын қосып зерттеу жүргізуге бағытталған. Алынған үлгілердің органолептикалық және физикалық-химиялық көрсеткіштері анықталды. Зерттеу нәтижелері бойынша эксперименттер негізінде алынған үлгілер науқастардан басқа мұқтаж адамдарға десерт түрінде қолдануға ұсынылады.

Тірек сөздер: күнжіт, күнжіт ұнтағы, ысталған шұжық, күнжіт майы, функционалдық тамақтану, ет өнімдері.



Сериккызы, М.С. Ысталған шұжықтың сапасы мен қауіпсіздігін зерттеу [Мәтін] / М.С. Сериккызы, Қ.Р. Манап, Л.К. Байболова, Т.К. Кулажанов // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №2(84). – Б.30-37. <https://doi.org/10.55956/NUOM5661>

Кіріспе. Қазіргі заманғы әлемдік азық-түлік өнімдері нарығының бағыты функционалдық, емдік, профилактикалық және арнайы мақсаттағы өнімдерді әзірлеуге және өндіруге бағытталған. Жана ғасырдың функционалдық өнімдерін әзірлеу маңызды практикалық мәні мен әлеуметтік тиімділігі бар тамақ өнеркәсібін дамытудың перспективалық бағыты болып табылады [1].

Ет өнімдерінің мысалын пайдалана отырып, астық, көкөніс және басқа да өсімдік материалдары бар қосымша құрамдар негізінде функционалды өнімдерді әзірлеу тиімді екендігі анықталды. Ет өнімдерінің алуан түрлілігін ескере отырып, нақты ысталған шұжық өнімін функционалдық тамақ бағытына бейімдедік [2].

Біздің жұмысымыздың мақсаты – күнжіт ұнтағы мен күнжіт майы қосылған ысталған шұжық функционалды өнімінің және ысталған шұжық өнімдерін өзара салыстырып зерттеу. Негізгі міндет – ет өніміндегі ақуызды көбейту, сонымен қатар күнжіттің құрамындағы витаминдермен байыту. Күнжіт – қатерлі ісікке қарсы қасиеттері бар әртүрлі қоректік заттардың,

витаминдердің, антиоксиданттардың маңызды көзі. Күнжіт тұқымында 20,45% ақуыз бар. Сонымен қатар, күнжіт тұқымдары мыс пен марганецтің тамаша көзі болып табылады, сонымен қатар олар кальций, темір, фосфор, мырыш, молибден, селен, талшық және В1 дәруменіне бай. Осы маңызды қоректік компоненттерден басқа, күнжіт тұқымында екі ерекше зат бар: сезамин және сезамоллин [3].

Күнжіт тұқымдарының химиялық құрамын суреттеу үшін біз USDA Ұлттық қоректік заттардың стандартты анықтамалық деректер базасынан алынған деректерді ұсынамыз (1-кесте).

Кесте 1

Күнжіт тұқымының тағамдық құндылығы (*Sesamum indicum*)
(бүтін түрінде, құрғатылған)

Тағамдық заттар	Өлшем бірлігі	100 г құрамында	Минералды заттар	Өлшем бірлігі	100 г құрамында
Су	г	4,69	Ca	мг	975
Энергетикалық құндылығы	ккал	573	Fe	мг	14,55
Ақуыз	г	17,73	Mg	мг	351
Май	г	49,67	P	мг	629
Күлділігі	г	4,45	K	мг	468
Көмірқышқыл	г	23,45	Na	мг	11
Тағамдық талшықтар, сумма	г	11,8	Zn	мг	7,75
Қант	г	0,30	Cu	мг	4,082
			Mn	Мг	2,460
			Se	Мсг	5,7
Дәрумендер:			Майлар:		
Тиамин	мг	0,791	Қаныққан май қышқылы	г	6,957
Рибофлавин	мг	0,247	14:0	г	0,124
Ниацин (PP)	мг	4,515	16:0	г	4,441
Пантотен қышқылы	мг	0,050	18:0	г	2,090
В6 дәрумені	мг	0,790	Моноқаныққан май қышқылы	г	18,759
Фолацин	мкг	97	16:1	г	0,149
Е дәрумені (альфа-токоферол)	мг	0,25	18:1	г	18,521
			20:1	г	0,070
			Полиқаныққан май қышқылы	г	21,773
			18:2	г	21,375
			18:3	г	0,376
Фитостериндер	мг	714			

Күнжіт май мен ақуыздың көзі ретінде өсіріледі, оның күнжіт тұқымындағы мөлшері сәйкесінше 55% және 20% жетеді. Майсыздандырылған күнжіт ұнтағында 50% дейін ақуыз бар. Май мен ұнтақ алу үшін қабығы жоқ тұқымдар қолданылады. Күнжіттің майлылығы 45-55% құрайды. Күнжіт майының айрықша ерекшелігі оның құрамындағы линол қышқылының жоғарылығы, Е дәруменінің басқа изомерлерінен гамма-

токоферолдың басым болуы, сонымен қатар майда еритін лигнандардың көп болуы. Күнжіт тұқымдарындағы бір қанықпаған май қышқылдарының жалпы мөлшері 18 г/100 г құрайды, олар толығымен дерлік 18:1 олеин қышқылымен ұсынылған. Күнжіт тұқымындағы қанықпаған май қышқылдары шамамен 7 г/100 г тұқымды құрайды және олар 16:0 және 18:0 қышқылдарымен ұсынылған. Полиқанықпаған май қышқылдары толығымен дерлік 18:2 линол қышқылымен ұсынылған және тұқымда 21-22 г/100 г құрайды. Күнжіт майында ұзын тізбекті май қышқылдары немесе омега-3 май қышқылдары жоқ [4]. Күнжіт тұқымында В тобының дәрумендері (В1, В6, РР және аз дәрежеде В2), сондай-ақ γ -токоферол фракциясымен ұсынылған Е дәрумені бар [5].

Минералды заттардың ішінде кальцийдің, магнийдің, фосфордың, сондай-ақ мырыш, мыс, темір және селен микроэлементтерінің жоғары құрамын атап өту керек. Селен мен селенометиониннің жалпы мазмұны 2-кестеде келтірілген шетелдік әдебиет деректеріне сәйкес.

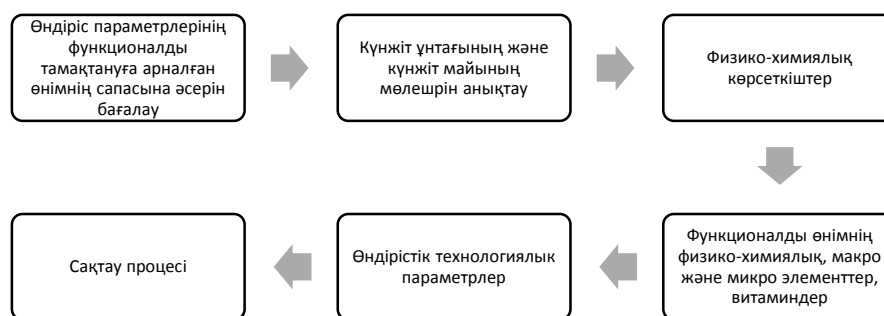
Кесте 2

Күнжіт тұқымындағы селеннің органикалық және органикалық емес формасының мөлшері

Se (мкг/кг) жалпы құрамы		Se-Met (мкг Se/кг) тұқымдағы құрамы
Күнжіт майында	Күнжіт ұнтағында	
690	1000	440

Зерттеу шарттары мен әдістері. Ет өнеркәсібінің негізгі бағыттарының бірі, жаңа тағамдық өнімдерді шығару болып табылады. Сол себепті, ысталған шұжық құрамына күнжіт ұнтағын мен күнжіт майын қосу жайлы зерттеу жұмысы жүргізілді. Зерттеу барысы үш түрлі үлгі бойынша жасалды. Сондай-ақ, ысталған шұжық өндіру кезінде, олар міндетті түрде мемлекеттік стандарт талаптарына сай болуы керек.

Күнжіт майын және күнжіт ұнтағын қолданып, дайындалған ысталған шұжық өнімдерінің органолептикалық сапа көрсеткішін зерттеу Алматы Технологиялық Университетінің «Тамақ өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігі» кафедрасының зертханасында жүргізілді. Физика-химиялық зерттеулер Алматы Технологиялық университетінің аккредиттелген «Тағам қауіпсіздігі» зертханасында жүргізілді. Ғылыми зерттеудің өткізілген сызбасы 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1. Ғылыми зерттеудің өткізілу тәртібі

Жұмысты орындау барысында органолептикалық көрсеткіштері МЕМСТ 7269-79 бойынша, ал физика-химиялық көрсеткіштер МЕМСТ

55810-2013 «Тиобарбитуралық санды анықтау», МЕМСТ 5548-2013 «Қышқыл үлесін анықтау», «Микробиологиялық көрсеткіштерді анықтау» МЕМСТ 30518-97 мемлекеттік стандарттары қолданылды.

Жұмысты орындау барысында келесідей жұмыстар атқарылды:

- ысталған шұжық өнімдерінің үлгісін әзірлеу;
- лабораторияға дайындау;
- лабораториялық әдістерді анықтау;
- нәтижелерді салыстырып тексеру;
- өнімнің сақтау мерзіміне сәйкес зерттеу жұмысын жүргізу [6].

Сынақ үлгілері ретінде келесі өнімдер алынды:

- 1-үлгі ретінде сиыр етінен жасалған ысталған шұжық өнімі;
- 2-үлгі ретінде 0,5% күнжіт ұнтағы қосылған ысталған шұжық өнімі;
- 3-үлгі ретінде 1% күнжіт ұнтағы қосылған ысталған шұжық өнімі;
- 4-үлгі ретінде 1% күнжіт майы қосылған ысталған шұжық өнімі.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. *Органолептикалық көрсеткіштер.* Сапаның барлық құрамы 5 баллдық шкала бойынша бағаланады. Органолептикалық бағалау ҚР СТ 1731-2007 «Ет және ет өнімдері», сапа көрсеткіштерін анықтаудың органолептикалық әдісі бойынша жүргізілді және 3-кестеде көрсетіледі.

Кесте 3

Органикалық көрсеткіштердің бағалануы

№	Өнім атауы	Өнімді 5 баллдық жүйе бойынша бағалау						
		Сыртқы түрі	Түсі	Иісі, қош иісі	Консистенция	дәмді	сөлділігі	Жылпы балы
1	1 үлгі	Жақсы (4)	Тегіс емес, аздап түссізденген (3)	Жеткілікті хош иісті (4)	Жұмсақ (4)	Дәмді (4)	Жеткілікті сөлді (4)	3,9
2	2 үлгі	Жақсы (4)	Қылғылт түсті тегіс емес (4)	Жеткілікті хош иіссіз (3)	Жұмсақ (4)	Дәмді (4)	Жеткілікті сөлді (4)	3,9
3	3 үлгі	Өте жақсы (5)	Ашық қызыл тегіс (5)	Хош иісті (5)	Жұмсақ (4)	Өте дәмді (5) күнжіт дәмі сезіледі	Жеткілікті сөлді (4)	4,8
4	4 үлгі	Жақсы (4)	Қылғылт түсті тегіс (5)	Хош иісті (5)	Өте жұмсақ (5)	Өте дәмді (5) күнжіт дәмі сезіледі	Жеткілікті сөлді (4)	4,8

Ысталған шұжық өніміне күнжіт ұнтағының екі түрлі пайызда және күнжіт майын қосу нәтижесінде проффилограммасын 2-суретте көрсетілген.



Сурет 2. Ысталған шұжық өніміне әр түрлі түрде күнжіт ұнтағын қосып дайындаған үлгілердің проффилограммасы

Дайын өніммен салыстырғанда органолептикалық бақылауда айқын өзгерістер байқалмады.

Физикалық-химиялық көрсеткіштерді зерттеу жұмыстары МЕМСТ 55810-2013. Тиобарбитуралық санды анықтау әдісі; МЕМСТ 5548-2013. Қышқыл үлесін анықтау әдісі МЕМСТ 29299-92. Ет және ет өнімдері. Нитриттерді анықтау әдісі әдістемелік нұсқауларға сәйкес жүзеге асырылды. Ысталған шұжық өнімдерінің физикалық-химиялық көрсеткіштері 4-кестеде көрсетілген.

Кесте 4

Ысталған шұжық өнімдерінің физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Ысталған шұжықтар				Стандарт бойынша
	Ысталған шұжық Үлгі 1	Ысталған шұжық 0,5% күнжіт ұнтағы қосылған Үлгі 2	Ысталған шұжық 1% күнжіт ұнтағы қосылған Үлгі 3	Ысталған шұжық 1% күнжіт майы қосылған Үлгі 4	
Тиобарбитурлық сан, мг/кг	0,5252	0,3712	0,4416	0,5195	0,0339 мг МА\кг - 0,500 мг МА\кг
Қышқыл саны, мг/г	4,3	3,5	2,9	3,8	
Натрий нитрит құрамының қалдық саны, мг/кг	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Блғалдың үлес салмағы,%, артық емес	48	47	52	58	70%
Ас тұзының үлес салмағы, %, артық емес	3,6	3,1	2,8	2,8	2,5%

Зерттеліп жатқан күнжіт ұнтағы мен күнжіт майы қосылған ысталған шұжық өнімдерінде микробиологиялық сапа көрсеткіштерінде микроағзалар анықталмады (5-кесте).

Кесте 5

Ысталған шұжық өнімдерінің микробиологиялық көрсеткіштері

Микробиологиялық:	Бақылау	Үлгі 1	Үлгі 2	Үлгі 3	Үлгі 4
КМАФАнМ, КОЕ/г	$7,2 \times 10^2$	$7,2 \times 10^2$	$7,2 \times 10^2$	$7,2 \times 10^2$	$7,2 \times 10^2$
E. coli тобының бактериялары (колиформалар) 1 г	Табылмады	Табылмады	Табылмады	Табылмады	Табылмады
Сульфитредуктивті клостридиялар 0,1 г	Табылмады	Табылмады	Табылмады	Табылмады	Табылмады
Қаіпсіздік көрсеткіштері:	Бақылау	Үлгі 1	Үлгі 2	Үлгі 3	Үлгі 4
Қорғасын мөлшері, мг/кг	< 0,013	-	-	-	-
кадмий мөлшері, мг/кг	< 0,005	-	-	-	-
сынап мөлшері, мг/кг	< 0,0023	-	-	-	-
мышьяк мөлшері, мг/кг	< 0,015				
Стронций мөлшері, мг/кг 90, Бк/кг	< 10	-	-	-	-
Цезий мөлшері, мг/кг 137, Бк/кг	< 30	-	-	-	-

Жүргізілген талдаулер нәтижелерінен байқағанымыздай, ысталған шұжық өнімдерінің органолептикалық, физикалық-химиялық және микробиологиялық көрсеткіштері қойылатын талапқа сай екендігін байқаймыз.

Кез-келген мемлекет экономикалық дамудың белгілі бір кезеңінде өсу нүктесі болып табылатын саланы анықтайды. Сондай салалардың бірі өсімдік тектес компоненттерді қосу арқылы етті аспаздық өнімдерді өндіру болып табылады.

Қорытынды. Қорыта келе, сынамаға алынған ысталған шұжық өніміне күнжіт ұнтағы мен күнжіт майын қосу арқылы жасалынған өнімдер жақсы нәтижелер көрсетті. Органолептикалық, физикалық-химиялық және микробиологиялық сапа көрсеткіштері бойынша зерттеулер жасалынды. Жүргізілген зерттеулер мен сынамалар 0,5%-да күнжіт ұнтағын қосу нағыз ысталған шұжықтан аса бір айырмашылығы жоқ екендігін көрсетті, ал күнжіт майы мен күнжіт ұнтағы 1% қосылған ысталған шұжық өнімі дәмімен және физикалық-химиялық көрсеткіштерімен ерекшеленді. Алынған күнжіт ұнтағы және күнжіт майы қосылған ысталған шұжық өнімін тек функционалдық бағытта ғана емес, сонымен қатар тағамдық рационаын түзетуге мұқтаж халықтың топтарына да күнделікті тағам негізінде қолдануға ұсынылады.

Әдебиеттер тізімі

- Петрунина, И.В. Проблемы формирования пищевых систем на основе животного сырья [Текст] / И.В. Петрунина // Мясная индустрия. – 2019. – № 1. – С. 28.

2. Шумский, Ю.А. Оптимизация производства мясопродуктов с пищевыми добавками Ariva Spice [Текст] / Ю.А Шумский // Мясная индустрия. – 2019. – № 3. – С. 22.
3. Хуснидинова, А.Р. Современные направления совершенствования качества мясных полуфабрикатов [Текст] / А.Р. Хуснидинова, В.В. Котков // Молодежь и наука. – 2017. – № 4. – С. 79–83.
4. Шарипова, А.Ф. Разработка безопасных функциональных мясных полуфабрикатов с использованием растительного сырья [Текст] / А.Ф. Шарипова, С.Г. Канарейкина, Д.Д. Хазиев, В.И. Канарейкин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 5 (61). – С. 111–113.
5. Джумабекова, Г.Ш. Ет өндірісіндегі тағамдық қоспаларды пайдалану [Текст] / Г.Ш. Джумабекова // Международная научно-практическая конференция «Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства» посвященная 60-летию АТУ. – 2017. – С. 36-38.
6. Асилова, Г.М. Исследование качества и безопасности кулинарных изделий из мяса с добавлением растительных компонентов [Текст] / Г.М. Асилова, М.С. Сериккызы, Ж.А. Жарылкасынова, Г.Ш. Джумабекова // Научный журнал «Ізденістер, нәтижелер- Исследования, результаты». – 2015. – № 4. – С. 9-11.

Мақала АП15473123 «Ұзақ сақтау кезінде жартылай ысталған шұжықтардың сапасын жақсарту үшін ет өнімдерін қадағалау жүйесін цифрландыру» ғылыми-техникалық бағдарламасы бойынша «Жас Ғалым» жобасы аясында дайындалды (2022-24 ж.)

Материал редакцияға 12.04.24 түсті.

М.С. Сериккызы¹, Қ.Р. Манап¹, Л.К. Байболова¹, Т.К. Кулажанов¹

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

ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ КОПЧЕННОЙ КОЛБАСЫ

Аннотация. Статья посвящена актуальному в настоящее время вопросу расширения ассортимента продуктов функционального питания. Работа посвящена исследованиям по добавлению кунжутного порошка и кунжутного масла в копченый колбасный продукт из говядины с высокой пищевой ценностью для диетического питания. Определены органолептические и физико-химические показатели полученных образцов. По результатам исследований, образцы, полученные в ходе экспериментов, рекомендованы к употреблению в виде десерта нуждающимся людям, помимо больных.

Ключевые слова: кунжут, кунжутный порошок, копченая колбаса, кунжутное масло, функциональное питание, мясные продукты.

M.S. Serikkyzy¹, K.R. Manap¹, L.K. Baybolova¹, T.K. Kulazhanov¹

¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

RESEARCH ON THE QUALITY AND SAFETY OF SMOKED SAUSAGE

Abstract. The article is devoted to the currently relevant issue of expanding the range of functional food products. The work is devoted to the research on the addition of sesame powder and sesame oil in smoked beef sausage product with high nutritional value for dietary nutrition. Organoleptic and physico-chemical parameters of the obtained samples were determined. According to the results of the research, the samples obtained are recommended for consumption in the form of dessert for needy people, in addition to sick people.

Keywords: sesame, sesame powder, smoked sausage, sesame oil, functional nutrition, meat products.

References

1. Petrunina I.V. Problemy formirovaniya pishchevykh sistem na osnove zhitovogo syr'ya [Problems of forming food systems based on animal raw materials] // Myasnaya industriya [Meat industry], 2019. No. 1. P. 28, [in Russian].
2. Shumskiy, YU.A Optimizatsiya proizvodstva myasoproduktov s pishchevymi dobavkami Ariva Spice [Optimization of the production of meat products with food additives Ariva Spice] // Myasnaya industriya [Meat industry], 2019. No. 3. P. 22, [in Russian].
3. Khusnidinova A.R., V.V. Kotkov Sovremennyye napravleniya sovershenstvovaniya kachestva myasnykh polufabrikatov [Modern directions for improving the quality of semi-finished meat products] // Molodezh' i nauka [Youth and science], 2017. No. 4. P. 79–83, [in Russian].
4. Sharipova A.F., Kanareykina S.G., Khaziyev D.D., Kanareykin V.I. Razrabotka bezopasnykh funktsional'nykh myasnykh polufabrikatov s ispol'zovaniyem rastitel'nogo syr'ya [Development of safe functional semi-finished meat products using vegetable raw materials] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [News of the Orenburg State Agrarian University], 2016. No. 5 (61). P. 111–113, [in Russian].
5. Dzhumabekova G.SH. Yet öndirisindegi tağamdyk, kospalardy paydalanu [Use of food additives in meat production] // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Innovatsionnoye razvitiye pishchevoy, legkoy promyshlennosti i industrii gostepriimstva» posvyashchennaya 60-letiyu ATU [International scientific and practical conference “Innovative development of the food, light industry and hospitality industry” dedicated to the 60th anniversary of Almaty Technological University], 2017. P. 36-38, [in Kazakh].
6. Asilova G.M., Serikkyzy M.S., Zharylkasynova ZH.A., Dzhumabekova G.SH. Issledovaniye kachestva i bezopasnosti kulinarnykh izdeliy iz myasa s dobavleniyem rastitel'nykh komponentov [Study of the quality and safety of culinary products made from meat with the addition of plant components] // Nauchnyy zhurnal “Ízdeníster, nätizheler- Issledovaniya, rezul'taty” [Scientific journal “Research, results”], 2015. No. 4. P. 9-11, [in Russian].

МРНТИ 65.09.05

О.И. Болгер¹ – основной автор, | ©
Г.Е. Сариева², Ф.Б. Сариев³



¹Студент, ²Канд. биол. наук, доцент, ³Канд. экон. наук, доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0003-5333-7141> ²<https://orcid.org/0000-0002-4420-7834>

³<https://orcid.org/0009-0003-5871-601X>



^{1,2,3}Иссык-Кульский государственный университет им. К. Тыныстанова,



г. Каракол, Республика Кыргызстан



¹zakalv717@gmail.com

<https://doi.org/10.55956/XPGT9999>

ОБОГАЩЕНИЕ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ЙОДОМ В ЦЕЛЯХ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ЙОДОДЕФИЦИТА

Аннотация. Для обеспечения населения Кыргызстана йодом в необходимом для физиологических потребностей количестве используется обогащенная этим микроэлементом соль, но количество йода в ней очень трудно контролировать. Хорошей альтернативой йодированной соли могут быть кисломолочные продукты, обогащенные экстрактом листьев грецкого ореха, богатым йодом. Грецкий орех в Кыргызстане является местным растением, свободно произрастает во всех регионах Кыргызстана, но в пищевой технологии его растительное сырье никак не используется. В данной работе обсуждается технология приготовления взбитого творожного десерта с добавлением экстракта листьев грецкого ореха. Добавление экстракта из высушенных и измельченных листьев грецкого ореха в рецептуру творожного десерта не ухудшает их органолептические показатели, а благодаря высокому содержанию органического йода данный продукт вполне может быть использован для обогащения рациона и профилактики дефицита йода.

Ключевые слова: кисломолочные продукты, йододефицит, технология, содержание йода



Болгер, О.И. Обогащение кисломолочных продуктов йодом в целях профилактики и лечения йододефицита [Текст] / О.И. Болгер, Г.Е. Сариева, Ф.Б. Сариев // *Механика и технологии / Научный журнал*. – 2024. – №2(84). – С.38-43.
<https://doi.org/10.55956/XPGT9999>

Введение. Йод принадлежит к жизненно важным микроэлементам, необходимым для нормального роста и развития человека, так как регулирует синтез и выделение нормального количества тиреоидных гормонов [1]. Недостаток йода в пище приводит к развитию йододефицитных состояний и болезней [2]. По данным ВОЗ, в 118 странах мира йододефицит признан актуальной проблемой здравоохранения. Кыргызстан находится в Центральной Азии, не имеет выхода к морю, и в силу этих причин входит в список стран с йододефицитом. Так, по данным министерства здравоохранения КР, в 2014 г. дефицит йода встречался у 61,6% беременных женщин и у 43,1% детей школьного возраста [3]. Исследования 2016 г. подтвердили недостаточную йодную обеспеченность у беременных и

кормящих женщин в Кыргызстане [4]. В начале 2000-х наиболее острый йододефицит наблюдали в южных регионах КР [5]. Этот факт представляет собой особый интерес, так как именно в южной Джалал-Абадской области находится мировой природный центр происхождения грецкого ореха, листья и ядра которого давно рассматриваются как перспективный естественный источник органического йода [6,7]. Грецкий орех произрастает также и в северных областях Кыргызстана, но, как показало исследование, сельское население не информировано о достаточно высоком содержании йода в местных растительных продуктах [8]. И хотя статистические данные показывают, что в 2022-23 гг. количество больных эндемическим зобом на территории Иссык-Кульской области снижается, проблема обеспечения йодом населения требует активного решения.

В этой связи мы предлагаем использовать функциональные продукты специального назначения, а именно кисломолочные продукты, как альтернативу обогащенной йодом соли. Целью нашего исследования была разработка рецептуры молочного продукта, обогащенного органическим йодом из местных растительных продуктов – сухих листьев грецкого ореха.

Условия и методы исследования. Объектом исследования является молочный продукт – творожный десерт, обогащенный экстрактом из листьев грецкого ореха. Наиболее ценной частью молока является белок и минеральные вещества, эти компоненты в концентрированном виде содержатся в твороге. Поэтому мы выбрали именно творожный продукт для обогащения йодом. Выбор источника органического йода основан на опыте народной и официальной медицины, согласно которому листья грецкого ореха обладают широким спектром медицинского действия.

Результаты исследований и их обсуждение. Первой задачей было сравнить химический состав порошка из листьев грецкого ореха и морской водоросли – ламинарии. Результаты сравнения литературных данных приведены в таблице 1. Молодые листья грецкого ореха по разным источникам содержат меньше йода по сравнению с ламинарией [6], но являются источником биологически активных веществ, в том числе характеризуются высоким содержанием витаминов С и Р, и поэтому могут быть использованы в качестве комплексной обогащающей добавки при создании пищевых продуктов функционального назначения. Кроме того, наибольшее содержание йода в листьях обнаружено в мае.

На основании литературных данных химического состава сухих листьев грецкого ореха (табл. 1) мы произвели расчеты сухой массы для приготовления экстракта из листьев грецкого ореха с необходимым количеством йода.

Таблица 1

Сравнительный анализ химического состава
листьев грецкого ореха и ламинарии

Наименование показателей	Содержание веществ	
	В сухих листьях грецкого ореха	В сухой ламинарии
1	2	3
Массовая доля %		
влажность	11,1	16,51
белков	7,8	7,65
липидов	1,1	0,48

Продолжение таблицы 1

1	2	3
углеводов, в том числе клетчатки	36,5 28,63	12,29 5,7
Минеральных веществ	8,5	20,0
Дубильных веществ	3,0	–
Безазотистых экстрактивных веществ	32,0	43,07
Массовая доля витаминов, мг/100 г		
С	1300	500
А (β-каротин)	330	622
Р	2,3	1,6
В ₁	500	530
В ₆	180	140
Е	230	150
Массовая доля микроэлементов, мг/100 г		
кальций	1240	686
магний	1260	514
калий	664	527
марганец	101	97
железо	23,1	74
цинк	25,7	12,8
фтор	1,06	3,4
йод	1120	980
Примечание: данные взяты из источника [6].		

Масса сухих листьев грецкого ореха, из которых будут получен экстракт:

1000 г сухих листьев грецкого ореха – 1120 мг йода

Z г – 0,312.5 мг йода

$Z = 1000 \cdot 0.312.5 / 1120 = 0,28$ г

Количество экстракта, содержащее необходимую дозу йода, составит:

100 мл экстракта – 2 г листьев грецкого ореха

X г – 0,28 г

$X = 100 \cdot 0,28 / 2 = 14$ мл.

После расчетов мы разработали предварительную технологию приготовления творожного десерта с добавлением экстракта листьев грецкого ореха: для производства творога берется цельное молоко. Молоко нагревают до 40°C, затем вносят 20% раствор CaCl₂ из расчета 4 г безводной соли на 1 литр молока и продолжают нагревание до 60-70 °С в течение 230-25 мин. Затем полученный сгусток собирают в марлевый мешочек для самопрессования в течение 2 ч., охлаждают и смешивают со стабилизирующей системой, в которую входят водный экстракт листьев грецкого ореха, сахарный песок и желатин. Затем всю смесь сбивают в блендере в течение 3-5 мин. Отправляют на расфасовку в 100 г стаканчики и хранят при температуре 0-6 °С не более 36 час.

Приготовление водного экстракта: 2,8 кг сухих листьев грецкого ореха залить 140 л кипящей воды и настаивать в течение 1 ч. Настой отфильтровать, охладить до 35-40°C, внести 6 кг цитрусового пектина или желатина и смешать с предварительно просеянным сахарным песком, смесь выдержать 0,5 ч, охладить до 1-2°C и внести в белковую массу для стабилизации взбитой структуры.

Готовый продукт имеет следующие органолептические показатели:
 Вкус и запах – чистый кисломолочный с характерным привкусом и запахом листьев грецкого ореха.
 Цвет – кремовый, с зеленым оттенком, обусловлен наличием настойки из листьев грецкого ореха. Равномерный по всей массе.
 Консистенция – однородная, взбитая масса
 Итоговая рецептура приготовления творожного десерта указана в таблице 2. Технологическая схема показана в таблице 3.

Таблица 2

Рецептура приготовления творожного десерта

Наименование сырья	Закладка в кг на 1000 кг без учета потерь
Творог пресный	622
Яичный белок	119
Сахар	113
Желатин	6
Настойка из сухих листьев ореха(МДСВ 3%)	140
Итого	1000

Таблица 3

Технологическая схема

Приемка и определение качества сырья
Подогрев и сепарирование молока, t=35-45°C
Внесение 20%-ного CaCl ₂ и нагрев смеси
Осаждение белков молока
Самопрессование и прессование
Охлаждение до температуры взбивания
Измельчение
Внесение наполнителей
Взбивание
Расфасовка
Хранение

Заключение. Грецкий орех является местным растением в Кыргызстане, свободно произрастает во всех его регионах, но в пищевой технологии это растительное сырье никак не используется. Экстракт сухих листьев грецкого ореха вполне можно использовать для обогащения функциональных продуктов, в том числе кисломолочных. Добавление экстракта из высушенных и измельченных листьев грецкого ореха в рецептуру творожного десерта не ухудшает их органолептические показатели, а, наоборот, обогащает готовый продукт ценным микроэлементом. Такие функциональные продукты вполне могут быть альтернативой йодированной соли, содержание йода в которой очень трудно контролировать.

Список литературы

1. Йод, эндемический зоб и йоддефицитные заболевания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://thyronet.rusmedserv.com/th_pati/iod-patient.html.
2. Абдулхабирова, Ф.М. Клинические рекомендации «Заболевания и состояния, связанные с дефицитом йода» [Текст] / Ф.М. Абдулхабирова, О.Б. Безлепкина, Д.Н. Бровин, Т.А. Вадина, Г.А. Мельниченко, Е.В. Нагаева, Л.В. Никанкина, В.А. Петеркова, Н.М. Платонова, А.А. Рыбакова, Т.В. Солдатова, Е.А.

- Трошина, Т.Ю. Ширяева, // Проблемы эндокринологии. – 2021. – № 67(3). – С.10-25. Russian. doi: 10.14341/probl12750. PMID: 34297498; PMCID: PMC9753844.
3. Минздрав: В Кыргызстане высока заболеваемость из-за дефицита йода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vb.kg/doc/267024_minzdrav: v kyrgyzstane vysoka zaboлеваemost i z za deficita yoda.
 4. Султаналиева, Р.Б. Оценка обеспечения йодом питания беременных и кормящих женщин в Кыргызстане [Текст] / Р.Б. Султаналиева, Б.И. Бейшекеева, Г.А. Герасимов, // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2016. – № 12(1). – С.34-37.
 5. Султаналиева, Р.Б. Состояние проблемы йодной недостаточности в Кыргызстане [Текст] / Р.Б. Султаналиева, С.К. Мамутова, // Проблемы эндокринологии. – 2003. – № 49 (3). – С. 26-28.
 6. Орлова, О.Ю. Традиционные и перспективные растительные источники йода для обогащения пищевых продуктов [Текст] / О.Ю. Орлова, Т.В. Пилипенко, Л.П. Нилова, М.В. Никулина // Научный журнал НИУ ИТМО. – 2015. – № 4. – С. 26-34.
 7. Красина, И.Б. Листья грецкого ореха – перспективное йодосодержащее сырье для кондитерской промышленности [Текст] / И.Б. Красина, М.А. Сквиря, Т.Н. Прудникова, Е.Н. Пушкова // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2007. – № 4. – С.49-50.
 8. Сариева, Г.Е. Сохранение разнообразия сортов местных фруктовых деревьев и диких ягод в Иссык-Кульской области Кыргызстана [Текст] / Г.Е. Сариева, М.К. Турдиева, Ж.Т. Айтбаева, С.К. Кадыркулова, Ш.К. Качекова, А.К. Кудайбергенова // Овощи России. – 2019. – № 3. – С.109-115. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-109-115>.

Материал поступил в редакцию 13.04.24.

О.И. Болгер¹, Г.Е. Сариева¹, Ф.Б. Сариев¹

¹К. Тыныстанов атындағы Ыстық-Көл мемлекеттік университеті,
Каракол қ., Қырғыз Республикасы

ЙОД ЖЕТИСПЕУШІЛІГІНІҢ АЛДЫН АЛУ ЖӘНЕ ЕМДЕУ МАҚСАТЫНДАҒЫ СҮТҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМДЕРДІ ЙОДПЕН БАЙЫТУ

Аңдатпа. Қырғызстан халқын физиологиялық қажеттіліктерге қажетті мөлшерде йодпен қамтамасыз ету үшін осы микроэлементпен байытылған тұз пайдаланылады, бірақ ондағы йод мөлшерін бақылау өте қиын. Йодталған тұзға салыстырғанда йодпен бай жаңғақ жапырағы сығындысымен байытылған ашытылған сүт өнімдері болуы мүмкін. Қырғызстандағы жаңғақ жергілікті өсімдік болып табылады, ол Қырғызстанның барлық аймақтарында еркін өседі, бірақ оның өсімдік шикізаты тағамдық технологияда пайдаланылмайды. Бұл мақалада жаңғақ жапырағы сығындысы қосылған бұлғанған сүзбе десертін дайындау технологиясы талқыланады. Сүзбе десертіннің рецептіне кептірілген және ұсақталған жаңғақ жапырақтарының сығындысын қосу олардың органолептикалық қасиеттерін төмендетпейді, және органикалық йодтың көп болуына байланысты бұл өнімді диетаны байыту және йод тапшылығының алдын алу үшін пайдалануға болады.

Тірек сөздер: ашытылған сүт өнімдері, йод тапшылығы, технология, йод мөлшері.

O.I. Bolger¹, G.E. Sariyeva¹, F.B. Sariyev¹

¹Issyk-Kul State University named after. K. Tynystanov, Karakol, Republic of Kyrgyzstan

ENRICHMENT OF FERMENTED MILK PRODUCTS WITH IODINE FOR THE PURPOSES OF PREVENTION AND TREATMENT OF IODINE DEFICIENCY

Abstract. To provide the population of Kyrgyzstan with iodine in the amount necessary for physiological needs, salt enriched with this microelement is used, but the amount of iodine in it is very difficult to control. A good alternative to iodized salt can be fermented milk products enriched with walnut leaf extract, rich in iodine. Walnut is a local plant in Kyrgyzstan; it grows freely in all regions of Kyrgyzstan, but its plant raw materials are not used in food technology. This paper discusses the technology for preparing whipped curd dessert with the addition of walnut leaf extract. Adding an extract from dried and crushed walnut leaves to the recipe for curd dessert does not impair their organoleptic properties, and due to the high content of organic iodine, this product can be used to enrich the diet and prevent iodine deficiency.

Keywords: fermented milk products, iodine deficiency, technology, iodine content.

References

1. Iodine, endemic goiter and iodine deficiency diseases [Electronic resource]. – Access mode: http://thyronet.rusmedserv.com/th_pati/iod-patient.html, [in Russian].
2. Abdulhabirova F.M., Bezlepkina O.B., Brovin D.N., Vadina T.A., Mel'nichenko G.A., Nagaeva E.V., Nikankina L.V., Peterkova V.A., Platonova N.M., Rybakova A.A., Soldatova T.V., Troshina E.A., SHiryayeva T.YU. Klinicheskiye rekomendatsii «Zabolevaniya i sostoyaniya, svyazannyye s defitsitom yoda» [Clinical guidelines "Diseases and conditions associated with iodine deficiency"] // Problemy endokrinologii [Endocrinology problems], 2021. No. 67 (3). P. 10-25, [in Russian].
3. Ministry of Health: In Kyrgyzstan, there is a high incidence of disease due to iodine deficiency [Electronic resource]. – Rezhim dostupa: https://www.vb.kg/doc/267024_minzdrav, [in Russian].
4. Sultanalieva R.B., Bejshekeeva B.I., Gerasimov G.A. Ocenka obespecheniya jodom pitaniya beremennyh i kormyashchih zhenshchin v Kyrgyzstane [Assessment of the provision of iodine in the diet of pregnant and lactating women in Kyrgyzstan] // Klinicheskaya i eksperimental'naya tireoidologiya [Clinical and experimental thyroidology], 2016. No. 12 (1). P. 34-37, [in Russian].
5. Sultanalieva R.B., Mamutova S.K. Sostoyanie problemy jodnoj nedostatochnosti v Kyrgyzstane [State of the problem of iodine deficiency in Kyrgyzstan] // Problemy endokrinologii [Problems of endocrinology], 2003. No. 49 (3). P. 26-28, [in Russian].
6. Orlova O.YU., Pilipenko T.V., Nilova L.P., Nikulina M.V. Tradicionnye i perspektivnye rastitel'nye istochniki joda dlya obogashcheniya pishchevyyh produktov [Traditional and promising plant sources of iodine for food fortification] // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO [Scientific journal NIU ITMO], 2015. No. 4. P. 26-34, [in Russian].
7. Krasina I.B., Skvirya M.A., Prudnikova T.N., Pushkova E.N. List'ya greckogo orekha – perspektivnoe jodosoderzhashchee syr'e dlya konditerskoj promyshlennosti [Walnut leaves are a promising iodine-containing raw material for the confectionery industry] // Izvestiya VUZov. Pishchevaya tekhnologiya [News of Universities. Food technology], 2007. No. 4. P. 49-50, [in Russian].
8. Sariyeva G.E., Turdieva M.K., Ajtbaeva ZH.T., Kadyrkulova S.K., Kachekova SH.K., Kudajbergenova A.K. Sohranenie raznoobraziya sortov mestnyh fruktovyh derev'ev i dikih yagod v Issyk-Kul'skoj oblasti Kyrgyzstana [Preserving the diversity of local fruit trees and wild berries in the Issyk-Kul region of Kyrgyzstan] // Ovoshchi Rossii [Vegetables of Russia], 2019. No. 3. P. 109-115, [in Russian]. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-109-115>.

FTAMP 65.35.91

А.Ж. Оразов¹ – негізгі автор, | ©
Г.З. Каирғалиева², Д.С. Жаксығалиева³, А.Қ. Амантай⁴



¹Техн. ғылым. канд., доцент м.а., ²Магистр, аға оқытушы,
³Магистр, оқытушы, ⁴Магистрант

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-2191-1295> ²<https://orcid.org/0000-0002-6941-4805>
³<https://orcid.org/0009-0008-3646-0259> ⁴<https://orcid.org/0009-0004-7252-0934>



^{1,2,3,4}Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық
университеті,



Орал қ., Қазақстан



¹orazov_avan@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/TXSM4071>

ҚАНТТЫ ПЕЧЕНЬЕНІҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫНА ГҮЛ ТОЗАҢЫНЫҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа. Зерттеу жұмысында қантты печеньеңің тағамдық құндылығын арттыру үшін биологиялық белсенді шикізат ретінде гүл тозаңының әсері зерттеліп, тағамдық құндылығы жоғары қантты печеньеңің рецептурасын әзірлеу нәтижелері келтірілген. Құрамында қант, флавоноидтар, дәрумендер, минералдар және маңызды аминқышқылдары бар гүл тозаңын биологиялық белсенді шикізат ретінде қолдану мүмкіндігі көрсетілген. Қантты печеньеңі өндіруде жоғары сұрыпты бидай ұнына 3 г, 5 г, 7 г, 9 г мөлшерінде гүл тозаңы енгізілді. Гүл тозаңы қосылған қантты печеньеңің физико-химиялық көрсеткіштері, тағамдық және биологиялық құндылығы анықталған. Дайын өнімнің ақуыз мөлшері 0,31%, май 3,44%, көмірсу 15,48% артты. Зерттеу нәтижелеріне сүйене келе, гүл тозаңын қантты печеньеңге қолдану, өнімнің тағамдық құндылықтарын жоғарылатып, өнімге ерекше дәм мен хош иіс берді. Қантты печеньеңге гүл тозаңын қосу өнімді дұрыс тамақтануға бағытталған тұтынушылар үшін пайдалы ете отырып, өнімнің тұтынушылық қасиеттерін жақсартты.

Тірек сөздер: ұнды кондитерлік өнім, қантты печенье, гүл тозаңы, дәстүрлі емес шикізат, тағамдық қоспа.



Оразов, А.Ж. Қантты печеньеңің тағамдық құндылығына гүл тозаңының әсері [Мәтін] / А.Ж. Оразов, Г.З. Каирғалиева, Д.С. Жаксығалиева, А.Қ. Амантай // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №2(84). – Б.44-53. <https://doi.org/10.55956/TXSM4071>

Кіріспе. Тамақтану – адам денсаулығына, жұмысына, шығармашылығына, белсенділігі мен өмір сүру ұзақтығына үлкен әсер ететін негізгі факторлардың бірі, өйткені барлық қажетті қоректік заттар ағзаға тағаммен бірге сіңеді [1]. Метаболизм нәтижесінде қоректік заттар жасушалардың құрылымдық элементтеріне айналады, адамды қажетті энергиямен қамтамасыз етеді.

Сондай тағамдардың бірі, адам ағзасы үшін маңызды тағамдық заттардың дәстүрлі көзі – ұнды кондитерлік өнімдер. Мұндай өнімдерге, әдетте қант мөлшері көп, жоғары калориялы және сіңімді, жағымды дәмі,

хош иісі және тартымды сыртқы көрінісі бар тағамдар жатады [2]. Дегенмен, ұнды кондитерлік өнімдердің көпшілігінің құрамында ақуыздың, алмастырылмайтын аминқышқылдарының, дәрумендердің, минералдардың және адамның тамақтануы үшін басқа да физиологиялық маңызды компоненттердің жеткілікті мөлшері аз. Заман талаптарына сәйкес тағам өнімдері, оның ішінде кондитерлік өнімдер бос калория тасымалдаушысы емес, белгілі бір функционалды фокусқа ие болуы керек [3]. Ол үшін кондитерлік өнімдердің құрамына өнімнің органолептикалық қасиеттерін жақсартатын, тағамдық және биологиялық құндылығын арттыратын, бірақ калория мөлшерін азайтуға көмектесетін функционалды ингредиенттерді, микронутриенттерді, биологиялық белсенді шикізаттарды қолдану қажет [4].

А.С. Лоцманов, Г.И. Назимова, А.С. Романов ғалымдарының зерттеулерінде гүл тозаңының химиялық құрамы көрсетілген, ондағы ақуыздардың мөлшері орташа есеппен 33%, көмірсулар 30%, құрғақ заттар 76% құраған. Ал талшық тозаң дәндерінің қабығында целлюлоза түрінде 1-3% дейін кездессе, крахмал мөлшері 7% дейін жеткен [5].

А.Н. Медянцева, Н.Г. Кудрявцева ғалымдарының зерттеулерінде гүл тозаңындағы май қышқылдық құрамы пальмитин қышқылына 34.9% және 33.4% және 12.1% мөлшерінде полиқанықпаған линолен ω -3 және линол ω -6 қышқылын құрайтынын көрсеткен [6]. Полиқанықпаған май қышқылдары қандағы холестерин концентрациясының төмендеуіне, оны ағзадан шығаруға ықпал етеді, сондықтан атеросклерозға профилактикалық және емдік әсер етеді [7].

З.А. Канарская, Ф.К. Хузин, А.Р. Ивлева, В.М. Гематдинова ғалымдарының жұмыстарында гүл тозаңындағы маңызды аминқышқылдарының толық жиынтығы бар екені зерттелген. Лейцин, аланин және пролиннің көп мөлшерде кездесетінін атап өткен [8].

Маңызы дәлелденген гүл тозаңын ұнды кондитерлік өнімдерге қосу оны байытудың ең перспективалы жолы болып табылады. Гүл тозаңы – балшырындар мен ара бездерінің секрециясы қосылған тозаң дәндерінен алынатын омарта шаруашылығының өнімі [9-11]. Гүл тозаңының құрамы күрделі және бай, ағзаның өсуі мен дамуына қажетті барлық қоректік заттарды қамтиды, бірақ оның химиялық құрамы өзгермелі, ол өсімдік түріне, гүлдену кезеңіне, географиялық жағдайларға және жинау мерзіміне тәуелді [12,13]. Сондықтан, зерттеу жұмысында қантты печененің тағамдық құндылығын арттыру үшін жоғары сапалы бидай ұнына ұтымды мөлшерде гүл тозаңын енгізу ұсынылып отыр. Жұмыстың мақсаты – қантты печенье технологиясында тозаңды биологиялық белсенді шикізат ретінде және тағамдық құндылығын арттыру үшін қолдану мүмкіндігін зерттеу.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеулер ЖШС «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институтында», АҚ «Алматы технологиялық университетінде» және Жәңгір хан атындағы БҚАТУ «Тағам және қайта өңдеу өндірістерінің технологиялары» жоғары мектебінің зертханаларында жүргізілді.

Технологиялық нұсқауларға сәйкес жоғары сұрыпты ұннан жасалған қантты печененің рецептурасы мен дайындау режимі негіз ретінде алынды. Зерттеу нысаны – бақылау үлгісі мен ұн массасына гүл тозаңының 3 г, 5 г, 7 г, 9 г дозаларын қолдану арқылы жасалған қантты печенье. Сәйкесінше үлгілерге келесідей нөмірлер берілді: бақылау және №1, №2, №3, №4 үлгілер. Жұмыста жалпы қабылданған зерттеу әдістері қолданылды:

- Гүл тозаңының органолептикалық сапа көрсеткіштері ГОСТ 28887-90 «Гүл тозаңы. Техникалық шарттар» бойынша;
 - Қантты печеньелердің органолептикалық сапа көрсеткіштері ГОСТ 4901-2014 «Печенье. Жалпы техникалық шарттары» бойынша;
 - Қантты печеньедегі ақуыздың массалық үлесін анықтау әдісі ГОСТ 34551-2019 «Кондитерлік өнімдер. Ақуыздың массалық үлесін анықтау» бойынша;
 - Көмірсу мен майдың массалық үлесін анықтау әдістері ГОСТ 25832-89 «Диеталық нан-тоқаш өнімдері. Техникалық шарттары» бойынша;
 - Аминқышқылдық құрамы ГОСТ 55569-2013 «Жем, құрама жем, құрама жем шикізаты. Протеиногенді аминқышқылдарын капиллярлық электрофорез әдісімен анықтау» бойынша;
 - Майқышқылдық құрамы ГОСТ 30418-96 «Өсімдік майлары. Май қышқылының құрамын анықтау әдістері» бойынша жүргізілді.
- Гүл тозаңы ұсақталған күйде қолданылды, ол үшін гүл тозаңы Kenwood multipro микромельницасында 25-30 секунд ұнтақтау арқылы алынды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Ұнды кондитерлік өнімдердің сапа көрсеткіштерін бағалау – бұл өнімнің сапасына кіретін бір немесе бірнеше қасиеттерінің сандық сипаттамасы, оны құру мен пайдаланудың немесе тұтынудың белгілі бір шарттарына қатысты қарастырылады [14]. Зерттеу бірнеше кезеңдерге бөлінді:

I кезең: биологиялық белсенді шикізат гүл тозаңының органолептикалық көрсеткішін бағалау;

II кезең: бақылау, №1, №2, №3, №4 үлгілерінің рецептурасын құрастыру;

III кезең: үлгілердің органолептикалық және физико-химиялық көрсеткіштерін бағалау;

IV кезең: бақылау үлгісі мен №1 үлгісінің аминқышқылдық және майқышқылдық құрамын зерттеу.

Органолептикалық талдаудың басты артықшылығы – ең аз шығындармен мүмкіндігінше қысқа мерзімде тағамның қасиеттері туралы түсінік алу мүмкіндігі. Бағалаудың бұл түрі шикізаттың, өнімнің сапасын тез және қарапайым бағалауға, рецептураның бұзылуын, ыдыс-аяқтарды өндіру және жобалау технологиясын анықтауға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде анықталған кемшіліктерді жою үшін шараларды алдын алуға өте тиімді. Зерттеудің бірінші кезеңінде гүл тозаңының органолептикалық көрсеткіштері анықталды (1-кесте).

Кесте 1

Гүл тозаңының органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіш	ГОСТ 28887-90 «Гүл тозаңы. Техникалық шарттар»	Тәжірибелі гүл тозаңы	Сәйкестігі
1	2	3	4
Сыртқы түрі	Дәнді, оңай сусымалы	Дәнді, оңай сусымалы	Сәйкес
Консистенциясы	Қатты, саусақпен иленбейді, қатты затпен басқанда тегістеледі немесе жартылай ыдырайды.	Қатты, саусақпен иленбейді, қатты затпен басқанда тегістеледі немесе жартылай ыдырайды.	Сәйкес

1-кестенің жалғасы

Дәндерінің мөлшері	1,0-4,0	2,0-3,0	Сәйкес
Түсі	Сарыдан күлгін және қараға дейін	Түрлі түсті дәндер – сарыдан қою күлгінге дейін	Сәйкес
Иісі	Арнайы бал иісі, тозаңға тән иіс	Спецификалық, балдың айқын иісі	Сәйкес
Дәмі	Хош иісті, тәтті, ащы немесе қышқыл болуы мүмкін	Хош иісті, тәтті, ащы-қышқыл дәм	Сәйкес
Механикалық қоспалардың массалық үлесі, %, артық емес	0,1	Табылмады	Сәйкес

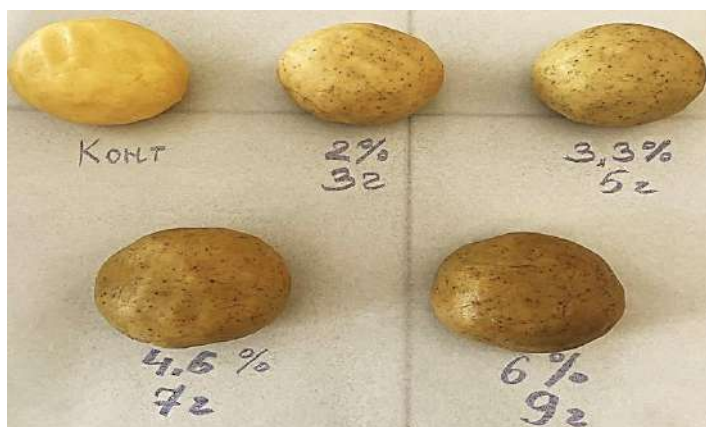
1-кестедегі деректер гүл тозаңының ГОСТ 28887-90 көрсеткіштеріне сәйкес келетінін көрсетті, бұл зерттеуді әрі қарай жалғастыруға және оны биологиялық белсенді шикізат ретінде пайдалануға мүмкіндік берді.

Қантты печеньенің органолептикалық көрсеткіштерінің өзгеруін анықтау үшін гүл тозаңының мөлшерінің дайын өнімнің көрсеткіштеріне әсері зерттелді. Ол үшін ұнның бір бөлігі 3 г, 5 г, 7 г, 9 г мөлшерінде биологиялық белсенді гүл тозаңымен ауыстырылды (2-кесте). Дайын қамырлар 1-суретте көрсетілген.

Кесте 2

Қантты печенье рецептуралары

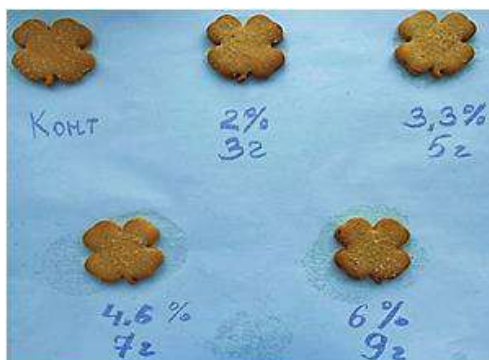
№	Шикізат атауы	Шикізаттар мөлшері, г				
		Бақылау үлгісі	№1	№2	№3	№4
1	Бидай ұны ж/с	150	147	145	143	141
2	Сары май	80	80	80	80	80
3	Ванильді қант	10	10	10	10	10
4	Жұмыртқа сарысы	20	20	20	20	20
5	Қант ұнтағы	30	30	30	30	30
6	Крахмал	20	20	20	20	20
7	Қопсытқыш	8	8	8	8	8
8	Тұз	2	2	2	2	2
9	Барлығы:	320	320	320	320	320



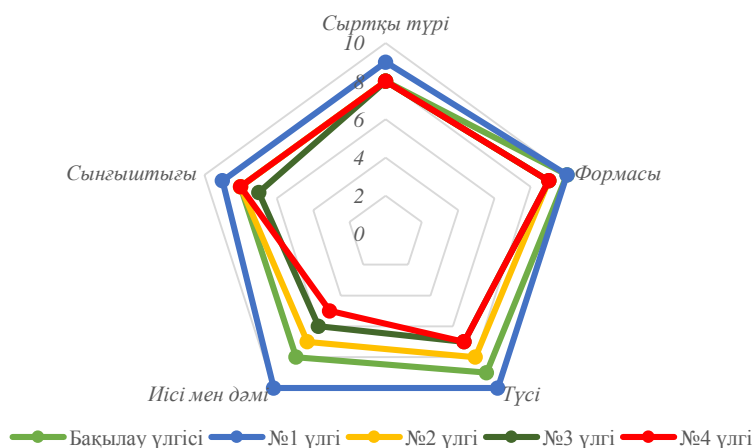
Сурет 1. Қантты печеньенің дайын қамырлары

Бақылау үлгісіне карағанда №1 және №2 үлгілерінің қамыры сарғыштау және қою сары реңк берді. Ал, №3 және №4 үлгілерінің қамыры қоңыр түске дейін боялды. Гүл тозаңының мөлшері өскен сайын дәнінің ұнтақтары қамырда айқын көрініс тапты. Ол дайын өнімнің пісу уақытына, кеуектілігіне, сынғыштығына және сыртқы түріне теріс әсерін берді.

Дайын өнімнің органолептикалық сапасын бағалау үшін әр үлгіден орташа сынама алынып, оның сыртқы түріне, формасына, түсіне, иісі мен дәміне және сынғыштығына сараптау жүргізіліп, зерттеу нәтижесі сурет 2,3 көрсетілген. №1, №2 үлгілерінде қантты печеньенің түсінің өзгеруі байқалады, ал №3, №4 үлгілерінде қантты печеньенің түсі күшейе түсті. Гүл тозаңының дозасын жоғарылату печеньелердің түс қарқындылығының өзгеруіне және дәміне айтарлықтай өзгерістер көрсетті. Балдың жағымды дәмінен айқын қышқыл дәмге дейін жетті. №2, №3, №4 үлгілер өнімнің пісу уақытына, дәміне, сынғыштығына, кеуектілігіне және тауарлық көрінісіне теріс әсерін берді.



Сурет 2. Гүл тозаңы қосылып пісірілген сынақ қантты печеньелер



Сурет 3. Үлгілердің органолептикалық сапа бағалауы

Дегустациялық бағалау нәтижелері бақылау үлгісімен салыстырғанда №1 үлгінің формасы, түсі және иісі мен дәмі ең жоғары баллдармен бағаланып, оңтайлы мөлшер ретінде тандап алынды. №1 үлгідегі қантты

печенье бал мен тозаңның жағымды хош иісімен, жұмсақ, біркелкі кеуекті болды. Сондықтан алдағы зерттеулер бақылау және №1 үлгілеріне жүргізілді.

Кондитерлік өнімдердің сапасын бағалау кезінде тұтынушылық қасиеттері, сондай-ақ физика-химиялық көрсеткіштері ескеріледі, олар өнімнің тағамдық құндылығын тез бағалауға мүмкіндік береді (3-кесте).

Кесте 3

Қантты печеньеңің физикалық-химиялық көрсеткіштері

№	Көрсеткіштердің атауы	ГОСТ 24901-2014 «Печенье. Жалпы техникалық шарттар»	Бақылау үлгісі	№1 үлгісі
1	Ақуыз, %	5-10	8,00	8,31
2	Май, %	15-30	25,71	29,15
3	Көмірсу, %	40-70	44,76	60,24

Екі үлгінің сапалық көрсеткіштерін салыстыру кезінде №1 үлгісінің ақуыз мөлшері 0,31%, май 3,44% және көмірсу 15,48% жоғарылағанын атап өтуге болады. Гүл тозаңындағы ақуыздар, бос аминқышқылдары, көмірсулар, майлар, дәрумендер, макро және микроэлементтер, органикалық қышқылдар, фитогормондар, пигменттер тозаңның тұтас биологиялық белсенді кешенін құрайтындықтан осындай нәтиже көрсетті.

Рационалды тамақтанудағы маңызды рөл ақуыздарға тиесілі. Аминқышқылдарының құрамы мен тепе-теңдігі бойынша ақуыздар биологиялық тұрғыдан құнды, өйткені олардың сіңімділігі 90-95% құрайды [15]. Сол себепті, келесі кезеңде бақылау және №1 үлгілерінің аминқышқылдық құрамы зерттелді (4-кесте).

Кесте 4

Қантты печеньеңің аминқышқылдық құрамы

№	Аминқышқылдардың атауы	Аминқышқылдардың массалық үлесі, г/100г өнімде		
		ФАО/ДДҰ, 2011ж	Бақылау үлгісі	№1 үлгі
1	лизин	4,8	1,90	2,13
2	фенилаланин+тирозин	4,1	1,71	2,81
3	гистидин	1,6	1,91	2,53
4	лейцин	6,1	1,35	1,58
5	изолейцин	3,0	1,40	1,65
6	метионин+цистин	2,3	0,42	0,47
7	валин	4,0	1,01	1,19
8	треонин	2,5	2,00	2,87
9	триптофан	0,7	0,04	0,12

ФАО/ДДҰ ұсынған 2011 жылғы анықтамалық мәліметтер негізінде бақылау үлгісі мен №1 үлгісінің ақуыздық компонентіне есептеу жүргізілді. Бұл зерттеу эталондық ақуыздағы алмаспайтын аминқышқылдарының құрамына қатысты зерттелетін өнімдегі алмаспайтын аминқышқылдарының құрамының сәйкестігін бағалауға мүмкіндік береді. Жүргізілген есептеулердің нәтижесінде бақылау үлгісіне қарағанда №1 үлгісінің аминқышқылдығының мөлшері 13% артты. Сондықтан, №1 үлгісінің ақуыз компонентінің биологиялық құндылығы жоғары деген қорытынды жасауға болады. Гүл тозаңында аминқышқылдардың көп мөлшерде болуына байланысты осындай нәтиже көрсетті.

Өнімнің майлы компонентінің биологиялық құндылығы оның май қышқылдарының сапалық: қаныққан, моноқанықпаған және полиқанықпаған құрамымен сипатталады. Нутрицевтиканың қазіргі ережелеріне сәйкес полиқанықпаған май қышқылдары биологиялық құнды болып саналады. Осы зерттеу аясында бақылау үлгісі мен №1 үлгісінің майқышқылдары құрамы есептелді (5-кесте).

Кесте 5

Зерттелетін өнімдер майларының майқышқылдық құрамы

№	Майқышқылдарының атауы	Майқышқылдардың массалық үлесі, г/100г өнімде		
		Г.Г. Онищенко сәйкес тұтыну нормасы	Бақылау үлгісі	№1 үлгі
1	Қаныққан май қышқылдары	34,7	37,3	38,4
2	Моноқанықпаған май қышқылы	34,7	36,0	38,3
3	Полиқанықпаған май қышқылы	30,6	21,6	31,5

Гүл тозаңының құрамында маңызды майқышқылдардың жеткілікті мөлшері болғандықтан, бақылау үлгісіне қарағанда №1 үлгісінің қаныққан майқышқылдары 1,1 г, моноқанықпаған майқышқылдары 2,3 г, полиқанықпаған майқышқылдары 9,9 г артты. Тәуліктік норманың шегінен асып түсіп, оң нәтиже көрсетті. Алынған мәліметтер негізінде №1 үлгісінің майқышқылдық құрамы ең жоғары биологиялық құндылыққа ие екендігі анықталды. Гүл тозаңын пайдалану қантты печенье дайындаудың технологиялық процесінің және техникалық қолдануының параметрлерін қиындатпайтынын атап өткен жөн.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері қантты печенье технологиясында гүл тозаңын пайдалану өнімнің органолептикалық сапа көрсеткіштерін жақсартып, тағамдық және биологиялық құндылығын арттырды. 3 г тозаңды қосудың арқасында бақылау үлгісінен №1 үлгісінің ақуыз мөлшері 0,31%, май мөлшері 3,44% және көмірсу мөлшері 15,48% жоғарылаған. Бақылау үлгісіне қарағанда №1 үлгісінің алмаспайтын аминқышқылдары 13% артқан. Ал майқышқылдық құрамы бақылау үлгісіне қарағанда №1 үлгісінің қаныққан майқышқылдары 1,1 г, моноқанықпаған майқышқылдары 2,3 г, полиқанықпаған майқышқылдары 9,9 г көбейді. Тәуліктік норманың шегінен асып түсіп, оң нәтиже көрсеткен. Алынған мәліметтер негізінде №1 үлгісінің майқышқылдық құрамы ең жоғары биологиялық құндылыққа ие екендігі анықталған. Зерттеу қант печеньесіне гүл тозаңын қосу өнімді дұрыс тамақтануға бағытталған тұтынушылар үшін пайдалы ете отырып, бірегей артықшылықтар беретінін көрсетті.

Әдебиеттер тізімі

1. Халапханова, Л.В. Использование нетрадиционного сырья производстве мучных кондитерских изделий [Текст] / Л.В. Халапханова // Техника и технологии продуктов питания. – 2014. – № 3. – С. 258-262.
2. Типсина, Н.Н. Использование крыжовника в мучных кондитерских изделиях [Текст] / Н. Н. Типсина // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 4. – С. 41-44.
3. Faisal T., Greet K. The role of sugar and fat in sugar–snap cookies: Structural and textural properties // Journal of Food Engineering, 2009. Vol. 90, No. 3. P. 400-408.

4. Tkachenko A. Consumer properties improvement of sugar cookies with fillings with non-traditional raw materials with high biological value // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2016. Vol. 81, No. 3/11. P. 54-61.
5. Лоцманов, А.С. Использование продуктов пчеловодства для повышения пищевой ценности тортов и пирожных [Текст] / А.С. Лоцманов // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 3. – С. 119-126.
6. Медянцева, А.Н. Цветочная пыльца в технологии пшеничного хлеба [Текст] / А.Н. Медянцева // Инновационная техника и технология. – 2017. – № 4. – С. 66-72.
7. Katsumi W. Amino Acid Composition, Oxidative Stability, and Consumer Acceptance of Cookies Made with Quinoa Flour // Food Science and Technology Research, 2014. Vol.20, No. 3. P. 687-691.
8. Канарская, З.А. Тенденции развития технологии кондитерских изделий [Текст] / З.А. Канарская // Вестник ВГУИТ. – 2016, – № 3. – С. 195-204.
9. Zhuoyun T., Ran Y. Flower Pollen-Based Photosensitization Process for Enhanced Solar Disinfection of Drinking Water: Reactor Design and Inactivation Mechanisms // ACS ES&T Engineering, 2022. Vol. 4, No. 2. P. 629-641.
10. Типсина, Н.Н. Использование порошка голубики в мучных кондитерских изделиях [Текст] / Н. Н. Типсина // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 11. – С. 150-154.
11. Боташева, Х.Ю. Повышение биотехнологического потенциала мучных кондитерских изделий [Текст] / Х.Ю. Боташева // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11. – С. 32-36.
12. Щербакова, Е.И. Обоснование использования нетрадиционного сырья в производстве мучных кондитерских [Текст] / Е.И. Щербакова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2014. – № 3. – С. 94- 99.
13. Абуова, А.Б. Применение инновационных технологий в производстве мучных кондитерских изделий [Текст] / А. Б. Абуова // Евразийский Союз Ученых. – 2015. – № 11. – С. 31-34.
14. Типсина, Н.Н. Использование порошка облепихи в производстве кондитерских изделий [Текст] / Н. Н. Типсина // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 5. – С. 223-228
15. Rungach N. Rational nutrition as a prerequisite for eliminating the risk of overweight: public opinion and practice // Search life-sciences literature, 2018. Vol. 71, No. 3. P. 551–557.

Материал редакцияга 02.05.24 түсті.

А.Ж. Оразов¹, Г.З. Каирғалиева¹, Д.С. Жаксығалиева¹, А.Қ. Амантай¹

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

ВЛИЯНИЕ ЦВЕТОЧНОЙ ПЫЛЬЦЫ НА ПИЩЕВУЮ ЦЕННОСТЬ САХАРНОГО ПЕЧЕНЬЯ

Аннотация. В работе изучено влияние цветочной пыльцы в качестве биологически активного сырья для повышения пищевой ценности сахарного печенья. Приведены результаты разработки рецептуры сахарного печенья с высокой пищевой ценностью. Показано, что цветочная пыльца, содержащая сахар, флавоноиды, витамины, минералы и незаменимые аминокислоты, может использоваться в качестве биологически активного сырья. При производстве сахарного печенья в пшеничную муку высшего сорта вносилась цветочная пыльца в количестве 3 г, 5 г, 7 г, 9 г. Определены физико-химические показатели, пищевая и биологическая ценность сахарного печенья с добавлением цветочной пыльцы. Содержание белка в готовом продукте увеличилось на 0,31%, жиров на 3,44%,

углеводов на 15.48%. Основываясь на результатах исследования, использование цветочной пыльцы в сахарном печенье повысило пищевую ценность продукта и придало продукту особый вкус и аромат. Добавление цветочной пыльцы в сахарное печенье улучшило потребительские свойства продукта, сделав его более полезным для потребителей, ориентированных на здоровое питание.

Ключевые слова: мучная выпечка, сахарное печенье, цветочная пыльца, мед, пищевая добавка.

A.Zh. Orazov¹, G.Z. Kairgalieva¹, D.S. Zhaksygalieva¹, A.K. Amantay¹

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

INFLUENCE OF POLLEN ON THE NUTRITIONAL VALUE OF SUGAR COOKIES

Abstract. The paper studies the effect of flower pollen as a biologically active raw material to increase the nutritional value of sugar cookies. The results of the development of the recipe of sugar cookies with high nutritional value are presented. It is shown that flower pollen containing sugar, flavonoids, vitamins, minerals and essential amino acids can be used as biologically active raw material. In the production of sugar cookies, flower pollen in the amount of 3 g, 5 g, 7 g, 9 g was added to wheat flour of the highest grade. Physico-chemical parameters, nutritional and biological value of sugar cookies with the addition of flower pollen were determined. The content of protein in the finished product increased by 0.31%, fats by 3.44%, carbohydrates by 15.48%. Based on the results of the study, the use of flower pollen in sugar cookies increased the nutritional value of the product and gave the product a special flavor and aroma. The addition of flower pollen to sugar cookies improved the consumer properties of the product, making it more useful for health-conscious consumers.

Keywords: flour confectionery, sugar cookies, flower pollen, honey, food additive.

References

1. Khalapkhanova L.V. Ispol'zovaniya netraditsionnogo syr'ya proizvodstve muchnykh konditerskikh izdeliy [Use of non-traditional raw materials in the production of flour confectionery products] // *Tekhnika i tekhnologii produktov pitaniya* [Equipment and technology of food products], 2014. No. 3. P. 258-262, [in Russian].
2. Tipsina N.N. Ispol'zovaniye kryzhovnika v muchnykh konditerskikh izdeliyakh [The use of gooseberries in flour confectionery products] // *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University], 2015. No. 4. P. 41-44, [in Russian].
3. Faisal T., Greet K. The role of sugar and fat in sugar–snap cookies: Structural and textural properties // *Journal of Food Engineering*, 2009. Vol. 90, No. 3. P. 400-408.
4. Tkachenko A. Consumer properties improvement of sugar cookies with fillings with non–traditional raw materials with high biological value // *Eastern–European Journal of Enterprise Technologies*, 2016. Vol. 81, No. 3/11. P. 54-61.
5. Lotsmanov A.S. Ispol'zovaniye produktov pchelovodstva dlya povysheniya pishchevoy tsennosti tortov i pirozhnykh [The use of beekeeping products to increase the nutritional value of cakes and pastries] // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Equipment and technology of food production], 2011. No. 3. P. 119-126, [in Russian].
6. Medyantseva A.N. Tsvetochnaya pyl'tsa v tekhnologii pshenichnogo khleba [Flower pollen in wheat bread technology] // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya* [Innovative equipment and technology], 2017. No. 4. P. 66-72, [in Russian].

7. Katsumi W. Amino Acid Composition, Oxidative Stability, and Consumer Acceptance of Cookies Made with Quinoa Flour // *Food Science and Technology Research*, 2014. Vol.20, No. 3. P. 687-691.
8. Kanarskaya, Z.A. Tendentsii razvitiya tekhnologii konditerskikh izdeliy [Trends in the development of confectionery technology] // *Vestnik VGUIT [Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies]*, 2016. No. 3. P. 195-204, [in Russian].
9. Zhuoyun T., Ran Y. Flower Pollen–Based Photosensitization Process for Enhanced Solar Disinfection of Drinking Water: Reactor Design and Inactivation Mechanisms // *ACS ES&T Engineering*, 2022. Vol. 4, No. 2. P. 629-641.
10. Tipsina N.N. Ispol'zovaniye poroshka golubiki v muchnykh konditerskikh izdeliyakh [The use of blueberry powder in flour confectionery products] // *Vestnik KrasGAU [Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University]*, 2015. No. 11. P. 150-154, [in Russian].
11. Botasheva KH.YU. Povysheniye biotekhnologicheskogo potentsiala muchnykh konditerskikh izdeliy [Increasing the biotechnological potential of flour confectionery products] // *Fundamental'nyye issledovaniya [Fundamental Research]*, 2015. No. 11. P. 32-36, [in Russian].
12. Shcherbakova Ye.I. Obosnovaniye ispol'zovaniya netraditsionnogo syr'ya v proizvodstve muchnykh konditerskikh [Justification for the use of non-traditional raw materials in the production of flour confectionery] // *Vestnik YUUrGU. Seriya «Pishchevyye i biotekhnologii» [Bulletin of South Ural State University. Series “Food and Biotechnologies”]*, 2014. No. 3. P. 94- 99, [in Russian].
13. Abuova, A.B. Primeneniye innovatsionnykh tekhnologiy v proizvodstve muchnykh konditerskikh izdeliy [Application of innovative technologies in the production of flour confectionery products] // *Yevraziyskiy Soyuz Uchenykh [Eurasian Union of Scientists]*, 2015. No. 11. P. 31-34, [in Russian].
14. Tipsina N.N. Ispol'zovaniye poroshka oblepikhi v proizvodstve konditerskikh izdeliy [The use of sea buckthorn powder in the production of confectionery products] // *Vestnik KrasGAU [Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University]*, 2013. No. 5. P. 223-228, [in Russian].
15. Ryngach N. Rational nutrition as a prerequisite for eliminating the risk of overweight: public opinion and practice // *Search life–sciences literature*, 2018. Vol. 71, No. 3. P. 551–557.

FTAMP 65.09.03

Т.Ч. Тултабаева¹ – негізгі автор, ©
Г.Н. Жақупова², Қ.Қ. Мекангали³, А.Т. Сағандық⁴,
А.Х. Мулдашева⁵, А.Т. Ахметжанова⁶



¹Техн. ғылым. д-ры, доцент, ²Техн. ғылым. канд., доцент,
³PhD, аға оқытушы, ^{4,5}Оқытушы, ⁶Докторант

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-2483-7406> ²<https://orcid.org/0000-0001-7714-4836>
⁴<https://orcid.org/0000-0001-5480-933X> ⁵<https://orcid.org/0000-0003-0116-0260>
⁶<https://orcid.org/0009-0002-2584-654X>



^{1,2,3,4,5,6}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу
университеті,



Астана қ., Қазақстан



¹aygerim_talgatqyzy@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/QPRI2056>

СИММЕНТАЛЬ СИЫРЛАРЫНЫҢ УЫЗ СҮТІНІҢ ФИЗИКА- ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ТАМАҚ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУГЕ АРНАЛҒАН ШИКІЗАТ РЕТІНДЕ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Ұсынылған мақалада Ақмола облысының симментальды тұқымды сиырларының уыз сүтінің сапасын зерттеу нәтижелері келтірілген. Сиыр уызында биологиялық белсенді заттардың едәуір мөлшері бар, бұл оны функционалды бағыттағы өнімдер технологиясында қолдануға мүмкіндік береді. Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде сиыр уызының химиялық құрамы сиырларды төлдеу кезеңінен бастап өткен уақытқа байланысты екендігі анықталды. Төлдегеннен кейінгі бірінші күні сауылған уыз сүтіндегі ақуыз мөлшері 24 және 36 сағаттан кейін сауылған уыз сүтінен үш есе жоғары екені анықталды. Сондай-ақ, уыз сүтінде 1 күн және 2 күн құрғақ заттардың жоғары мөлшері анықталды. Биологиялық белсенді компоненттердің кең спектрін ескере отырып, мамандандырылған тамақ өнімдерін әзірлеуге болады.

Тірек сөздер: биологиялық белсенді қоспалар, сүт, уыз, химиялық құрамы.



Тултабаева, Т.Ч. Симменталь сиырларының уыз сүтінің физика-химиялық құрамын тамақ өнімдерін өндіруге арналған шикізат ретінде зерттеу [Мәтін] / Т.Ч. Тултабаева, Г.Н. Жақупова, Қ.Қ. Мекангали, А.Т. Сағандық, А.Х. Мулдашева, А.Т. Ахметжанова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №2(84). – Б.54-63. <https://doi.org/10.55956/QPRI2056>

Кіріспе. Дұрыс тамақтанбау дамушы және дамымаған елдерде кеңінен таралған ол балалардың денсаулық жағдайымен тығыз байланысты маңызды мәселе болып табылады. Өмір сүру ұзақтығы мен өлім-жітім деңгейін денсаулық жағдайының көрсеткіштері ретінде көрсетті және иммунитеті нашар нәрестелер мен балалар арасындағы өлім-жітімнің алаңдатарлық көрсеткіштерін түсіндірді. Мұндай популяцияларды уыз сүті мен оның препараттарымен тамақтандыру арқылы пассивті иммундау бұрыннан насихатталған.

Уыз сүті – бұл төлдегеннен кейін сау, сауын жануарды толығымен беру арқылы алынған сүт бездерінің алғашқы секрециясы. Бұл табиғи антиденелердің (иммуноглобулиндер – Ig), микробқа қарсы ақуыздардың (лизоцим, лактоферрин және лактопероксидаза) және бірқатар болжамды функциялары бар өсу факторларының ең бай көзі [1]. Көптеген зерттеулер жануарлар мен адамдарды пассивті иммундау, асқазан-ішек жолдарының бұзылуын жақсарту, спортшылардың жұмысын жақсарту және т.б. үшін уыз сүтін қолдануды ұсынды. Құрғақ препарат имунотерапиялық қасиеттерді сақтаудың ең қолайлы түрі болып табылады. Оларды сақтау, тасымалдау, қалпына келтіру және қолдану оңай. Алайда, уыз сүтінің биоактивті заттарының, атап айтқанда иммуноглобулиндердің термиялық өңдеуге осалдығы уыз сүтін коммерциялық өңдеуді шектейді [2,3].

Табиғи тамақ шикізатын пайдалану негізінде биологиялық құндылығы жоғары өнімдердің технологиясын әзірлеу және өндіру "Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2021-2025 жылдарға арналған ұлттық жобасы" мемлекеттік бағдарламасында тұжырымдалған маңызды міндеттер болып табылады.

Дүние жүзілік денсаулық сақтау ұйымы (ДДҰ), Азық-түлік және ауыл шаруашылығы ұйымы(ФАО), сондай-ақ басқа да халықаралық ұйымдар микроэлементтер мен дәрумендердің жетіспеушілігі әртүрлі ауруларға, әсіресе жүрек-қан тамырлары, аллергиялық, аутоиммунды және инфекциялық ауруларға әкелетінін анықтады. Емдік-профилактикалық мақсаттағы тамақ өнімдері технологиясын дамытудың ең перспективалы бағыттарының бірі – сиыр уызы – ақуыз, иммуноглобулиндер, минералдар, дәрумендер және басқа да биологиялық белсенді қосылыстардың көзі. Иммундық түзету мен денені қорғауды қамтамасыз ететін сиыр уызының функционалдық қасиеттері иммуноглобулин, лактоферин және басқа белсенді компоненттердің болуына байланысты [4,5].

Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында уыз сүтін жинау және өңдеу жүргізілмейді. Орташа алғанда, бір сиыр 40 л-ге дейін уыз сүтін беретінін ескерсек, бұзау тәулігіне 18 л ғана тұтынады, ал қалған уыз сүті өнеркәсіптік ауқымда іс жүзінде қолданылмайды. Шетелде, әсіресе АҚШ пен Францияда уыз сүті әртүрлі диеталық коспаларды өндіру үшін қолданылады. Сүтпен салыстырғанда уыз сүтінде (колострум) ақуыздар 5 есе көп (олардың 60-80%-ы сарысулық ақуыздар, негізінен иммуноглобулиндер), Ca, Mg, P, Fe және т.б. сияқты минералдар 1,5 есе көп. Сондай-ақ, A, E, D, C дәрумендерінің мөлшері сиыр сүтіне қарағанда 3 есе көп [6].

Сиыр уыз сүті мен оның компоненттері имундық реттеу қабілеті мен микробқа қарсы белсенділік арқылы жүрек-қан тамырлары, аутоиммунды, онкологиялық ауруларды қоса алғанда, әртүрлі ауруларды емдеу үшін қолданылатыны анықталды. Демек, сиыр уызын қолдану негізінде тамақ технологиясын дамыту өзекті мәселе болып табылады. Уыз сүтін тамақ технологиясында қолданудың ең тиімді әдісі кептіру әдісі болып табылады [7]. Қазіргі кезеңде кептірудің әртүрлі түрлері бар, бұл көбірек қызығушылық тудырады, өйткені ол тамақ өнеркәсібінде көптеген пайдалы әсерлер береді. Алайда, ең жақсы әсер сублимациялық кептіру арқылы көрсетіледі. Мұздатып кептіруді қолдану, сиыр уызында ұнтақ түрінде болатын тағамдық компоненттерді, антиоксиданттарды, жасушаларды және ферменттерді тағамға қосу қиын. Кептіру арқылы сиыр уызының биоактивті қосылыстарын қорғаудың, тұрақтандырудың, ерігіштігінің және бақыланатын босатудың тамаша қасиеттері қамтамасыз етіледі. Сонымен қатар, кептірілген уызды

қолдану әсер ету тиімділігін арттырады, сиыр уызын тамақ өнеркәсібінде қолдану аясын кеңейтеді, азық-түліктің жарамдылық мерзімін ұзартады және азық-түлік құнын төмендетеді [8].

Азық-түлік өндірісінде сиыр уызын қолдану бойынша зерттеулер, олардың дайын өнімге әсері аз. Осыған байланысты сиыр уызын қайта өңдеу және уыз сүтін қолдана отырып ет және сүт өнімдерінің технологиясын әзірлеу бойынша өндіріске енгізілген зерттеулердің жеткіліксіз саны байқалады, олардың құрамдас бөліктері адам денсаулығына оң әсер етеді [9].

Нутрацевтика және функционалды азық-түлік нарығы тұтынушылардың сұранысын қанағаттандыруға бағытталған айтарлықтай ілгерілеуді көрсетеді. Қазіргі уақытта адамдар жаңа және қауіпсіз тағамдық ингредиенттерді іздейді, олар тек қоректік заттардың көзі ғана емес, сонымен қатар олардың денсаулығына пайда әкеледі және әл-ауқатты қамтамасыз етеді. Бұл тұжырымдама тұтынушылардың назарын тағамдық биологиялық белсенді қосылыстарға, қоректік заттарға және функционалды тағамдарға аударады [10].

Әлеуеті жоғары бағаланбаған биологиялық белсенді тағамдардың бірі сиыр уызының әсерінен болады. Бұл әлемнің түкпір-түкпірінен келген ғалымдардың үлкен қызығушылығына ие. Сиыр сүті – бұл жаңа туған бұзауда пассивті иммунитет рөлін атқаратын, қорғанысқа кепілдік беретін және асқазан-ішек жүйесінің дамуына көмектесетін иммунологиялық агенттерге бай жем немесе қалыптан тыс сүт. Оның құрамы құрғақ заттарға, ақуыздарға, иммуноглобулиндерге, майларға және өсу факторларына бай, бұл оларды фармацевтикалық және тағамдық туындыларды жасауда қолдануға қызығушылық тудырады [11].

А.Г. Храмов және басқалар сиыр уызының қорғаныш заттарына (бактерияға қарсы факторларға) зерттеу жүргізді. Олар уыз сүті жаңа туған бұзауларға ғана емес, балаларға, спортшыларға, қарт адамдарға, туберкулезбен, асқазан жарасымен және қант диабетімен ауыратындарға да пайдалы деп санайды. Уыз сүтінің құрамында микробқа қарсы және вирусқа қарсы қасиеттері бар лактоферрин, лактопероксидаза және лизоцимнің едәуір мөлшері бар екені белгілі. Лактопероксидаза бактериялардың көбеюін реттеу арқылы липосахаридтердің байланысуына әсер етеді, ал лактоферрин бірқатар грам-позитивті және теріс бактериялардың уытты қасиеттеріне, сондай-ақ вирусқа қарсы қасиеттерге ие, ал лизоцим иммундық жүйеге грам-позитивті бактериялардың пептидогликан компонентіне шабуыл жасап, бактериялық лизис тудырады. Оның микробқа қарсы, саңырауқұлаққа қарсы және уыз сүтінің вирусқа қарсы әсері *E. coli*, ротавирус және криптоспоридий сияқты кейбір патогендерді жоюға мүмкіндік береді. [12].

Сондықтан, мәселенің шешімі симменталь сиырларының уыз сүтінің физика-химиялық құрамын тамақ өнімдерін өндіруге арналған шикізат ретінде өңдеу және алу технологиясын әзірлеу болып табылады [13,14]. Жалпы талаптар мемлекеттік стандарт бойынша келесі 1-кестеде келтірілген. 2-кестеде сиыр уызының дәрумендері көрсетілген.

Кесте 1

Сиыр уызының физикалық-химиялық талдау көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Бірінші сауылым	Екінші сауылым	Үшінші сауылым
1	2	3	4
Тығыздығы, А	53,4	43,74	33,62

1-кестенің жалғасы

1	2	3	4
Үлес салмағы	1,056	1,040	1,035
pH	6,32	6,32	6,33
Құрғақ зат, %	23,9	17,9	14,1
Жалпы ақуыз, %	14,0	8,4	5,1
Казеин, %	4,8	4,3	3,8
Альбуминдер, %	0,9	1,1	0,9
Иммуноглобулиндер,%	6,0	4,2	2,4
Май,%	6,7	6,4	3,9
Лактоза, %	2,7	3,9	4,4
Күл %	1,11	0,95	0,87
Са, %	0,26	0,15	0,15
Mg, %	0,04	0,01	0,01
К, %	0,14	0,13	0,14
Na, %	0,07	0,05	0,05

Кесте 2

Сиыр уызының дәрумендері

Дәрумендер	Бірінші сауылым	Екінші сауылым	Үшінші сауылым
A (ретинол), мкмоль/л	10,33	6,65	3,96
D (кальциферол), моль/л	4,53	3,38	2,23
E (токоферол), мкмоль/л	19,32	17,48	12,88
C (аскорбин қышқылы),	0,14	0,13	0,13
B1 (тиамин),мкмоль/л	1,72	1,71	1,75
B2 (рибофлавин)	1,92	2,22	2,52
B3 (пантоген қышқылы), мкмоль/л	7,79	11,09	14,40
B4 (холин), ммоль/л	5,74	2,79	1,89
B6 (пиридоксин), мкмоль/л	1,97	2,58	2,27
B12 (цианокобаламин)н моль/л	28,9	23,7	18,5
H (биотин), н моль/л	41,0	45,5	70,9

Зерттеу шарттары мен әдістері. Физикалық-химиялық және органолептикалық зерттеулерді анықтау бойынша эксперименттік зерттеулер С. Сейфуллин атындағы ҚАЗАТИУ «Сүт және сүт өнімдерін өңдеу жөніндегі өндірістік-эксперименттік цехтың» базасында сондай-ақ «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының ғылыми зертханасында жүргізілді.

Зерттеу барысында қолданылатын негізгі физика-химиялық талдаулар төменде келтірілген:

– «Сүттің (шикілей)» МЕМСТ 3624-92. Анықтау әдістері титриметриялық қышқылдықтар;

– Radwag та 60.3 у ылғал өлшегішінде уыздың ылғалдылығы анықталды;

– Белсенді қышқылдық рН-метрді қолдана отырып Потенциометриялық әдіспен анықталды МЕМСТ 8.135-2004 техникалық және метрологиялық сипаттамалары. Оларды анықтау әдістері.

– Ақуыздардың, майлардың және қатты заттардың құрамы сұйық және қатты материалдарды талдау үшін ft-Nir жақын инфрақызыл Tango

bruger зертханалық спектрометрдің көмегімен анықталды, спектрлік диапазон 11500-4000 см⁻¹.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Уыз сүтінің технологиясын әзірлеу үшін әртүрлі мөлшерлері таңдалды [15]. Уыз алу үшін шикізат ретінде «Симменталь» сиыр уызы қолданылды. Сүттің физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштері МЕМСТ 71167-2023 «Сиыр уызы (шикілей)» талаптарына сәйкес келді. Деректер 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3

Органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіш атаулары	Төлдегеннен кейін алынған уыз сүтінің нормасы		
	Бірінші күн	Екінші күн	Жетінші күн
Консистенция	Тығыз, қаймақ тәрізді		Тұнбасыз немесе қабыршақсыз біртекті сұйықтық
Түсі	Қоңыр-сарыдан сары-кремге дейін		
Дәмі	Тұзды-ащы		

Жүргізілген зерттеулерге сәйкес, уыздың МЕМСТ-қа сәйкес келетіндігі және барлық талаптарға сай келетіндігі анықталды. Шикі, жаңа сүтті уыз сүтіндегі физика-химиялық көрсеткіштерді анықтау үшін талдаулар жүргізілді. Бақылау үлгісі ретінде қолданыстағы МЕМСТ-71167-2023 пайдаланылды. Зерттеу деректері 4 кестеде келтірілген.

Кесте 4

Уыздың салыстырмалы стандарт бойынша көрсеткіштері

№	Көрсеткіштер	Сүт МЕМСТ-31450-2013	Бақылау үлгісі «УЫЗ» Бірінші күн	Уыз МЕМСТ-71167-2023 Бірінші күн	Бақылау үлгісі «УЫЗ» Екінші күн	Бақылау үлгісі «УЫЗ» Үшінші күн	Уыз МЕМСТ-71167-2023 Үшінші күн
1	Қышқылдылы, °Т, артық емес	20-21	58	60	40	24	32
2	Құрғақ заттар, % кем емес	8,2	19,17	19,0	17,11	13,45	13,15
3	Ақуыз, % кем емес	3	13,34	12,0	7,54	3,98	3,55
4	Лактоза, % артық емес	4,6	5,54	-	4,48	4,51	-
5	Май, % кем емес	2,8	4,08	4,5	3,96	3,95	4,5

Кестеде келтірілген талдау деректері уыздың талаптарға сай екенін көрсетеді. Салыстырмалы сипаттама үшін сиыр сүті туралы мәліметтер қолданыстағы МЕМСТ 3624-92-қа сәйкес келтірілген. 5-кестеде қолданыстағы МЕМСТ-71167-2023 сәйкес бірінші және үшінші күні бақылау үлгісі ретінде алынған уыздың химиялық құрамына сілтемелер келтірілген. Алайда, зерттеу жұмысында сиырларды сауу күн сайын, 5 күн бойы жүргізілді. Деректер алғашқы үш күнде келтірілген, өйткені сауудың үшінші күнінен кейін уыздың химиялық құрамы сиыр сүтінің құрамына жақын болды және ғылыми құндылығы жоқ. Зерттеу барысында сүтпен салыстырғанда уыз сүтінде құрғақ заттардың мөлшері жоғары екендігі анықталды. Жүргізілген зерттеулерге сәйкес, сүтпен салыстырғанда, жаңа

сауылған уыз сүтіндегі құрғақ заттардың мөлшері алғашқы тәулікте екі есе, ал ақуыз мөлшері 4 еседен асады. Алайда, үшінші күні уыз сүттің құрамына жақындайды, сондықтан оның құнды тағамдық қасиеттері де төмендейді. Келесі зерттеулерде бірінші және екінші күндік уызды тұтыну оңтайлы деген қорытынды жасауға болады. Одан әрі қарай зерттеу үшін уыз сүті 72-75°C температурада кем дегенде 20 секунд пастерленеді. Зертханалық жағдайда әрі қарай пастерленген уыздың негізгі көрсеткіштерін анықтау бойынша зерттеулер жүргізілді.

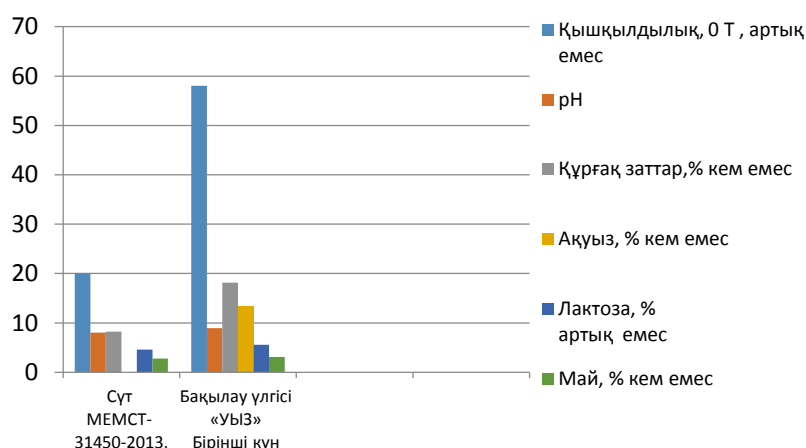
Кесте 5

Сиыр уызының физикалық-химиялық көрсеткіштері

№	Көрсеткіштер	«Пастерлеуге дейін» УЫЗ Бірінші күн	«Пастерлеуден кейін» УЫЗ Бірінші күн	«Пастерлеуге дейін» УЫЗ Екінші күн	«Пастерлеуден кейін» УЫЗ Екінші күн	«Пастерлеуге дейін» УЫЗ Үшінші күн	«Пастерлеуден кейін» УЫЗ Үшінші күн
1	Қышқылдылық, °Т, артық емес	55	58	50	47	35	50
2	pH	4,92	4,55	6,41	4,35	6,49	4,59
3	Құрғақ заттар, % кем емес	19,17	19,20	18,80	18,88	13,04	14,0
4	Ақуыз, % кем емес	13,34	11,0	3,67	3,51	4,1	4,0
5	Май, % кем емес	4,08	5,0	3,95	3,41	3,55	3,25

Жүргізілген зерттеулерге сәйкес, пастерлеу процесі уыздың сапасын төмендетпейтіні анықталды, бірақ сонымен бірге сақтау мерзімін арттырады. Жалпы, уыз сүті құнды ақуыздың көзі болып табылады және жүргізілген зерттеулер ақуыздың мөлшері сауудың үшінші күніне қарай баяу төмендейтінін дәлелдейді. Алғашқы екі күнде уыз сүті ең құнды биологиялық белсенділікке ие. Сиыр сүтіндегі ақуыздардың 75% құрайтын казеин биоактивті қасиеттерге ие, соның ішінде иммуномодельдеу және антиоксиданттық белсенділігі. Осы қасиеттерді ескере отырып, келесі жұмыстарда төлдегеннен кейінгі алғашқы 3 күнде алынған уызға терең зерттеу жүргізу жоспарлануда. 1-суретте сүт пен уыздың салыстырмалы сипаттамасы келтірілген.

Жұмыстың мақсаты симменталь сиырларының уыз сүтінің физика-химиялық құрамын тамақ өнімдерін өндіруге арналған шикізат ретінде зерттеу болып табылады. Суретте көрсетілгендей, уыздың сандық және сапалық мөлшері сиыр сүтінен едәуір асып түседі. Демек, уыз биологиялық белсенді қоспа ретінде қарастырылуы керек құнды өнім болып табылады, өйткені уызда болатын биоактивті компоненттер микробқа қарсы әсерге ие және асқазан-ішек жолындағы зақымдалған тіңдердің қалпына келуіне ықпал етеді.



Сурет 1. Сүт пен уыздың бақылау үлгісі

Қорытынды. Осылайша, сиыр уызының физикалық-химиялық және биологиялық қасиеттері сиыр сүтінен айтарлықтай ерекшеленеді. Бұл қасиеттерді одан әрі зерттеу ерекше ғылыми-практикалық қызығушылық тудырады, өйткені сиыр сүті макро- және микроэлементтер мен иммуномодуляторлардың бай көзі болып табылады. Сондықтан сиыр уызын адамның күнделікті тамақтануында биологиялық активті қоспалар (БАД) ретінде қолдану назар аударуға тұрарлық.

Әдебиеттер тізімі

1. Самбуrow, Н. Молозиво коров его состав и биологические свойства [Текст] / Н. Самбуrow, И. Палаус // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 59-61.
2. Симурзина, Е. Технология выпойки первых порций молозива новорожденным телятам [Текст] / Е. Симурзина, Р. Караулов // Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки. – 2023. – № 4. – С. 547-551.
3. Палиа, А. Встановлення бактеріального обсіменіння молозива корів з розробкою пристрою впоювання [Текст] / А. Палиа // Вестник Сумского национального аграрного университета. Серия: Животноводство. – 2020. – № 1 (40). – С. 72-81.
4. Сидоренко, С.В. Физико-химические свойства и состав молозива коров в зависимости от их возраста и уровня продуктивности [Текст] / С.В. Сидоренко // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2010. – № 13. – С. 360-366.
5. Смолин С.Г. и др. Сравнительный анализ физико-химического состава молозива, полученного от коз зааненской породы и у коров черно-пестрой породы при содержании их на зооферме [Текст] / С.Г. Смолин и др. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2019. – № 10 (151). – С. 82-87.
6. Леонтьева, С.А. и др. Молозиво коров-перспективное сырье для производства пищевых продуктов [Текст] / С.А. Леонтьева и др. // Индустрия питания. – 2021. – Т. 6. – № 2. – С. 23-33.
7. МакГрат Б.А. и др. Состав и свойства коровьего молозива: обзор [Текст] / Б.А. МакГрат // Молочная наука и технология. – 2016. – Т. 96. – С. 133-158.

8. Каскус, С. Иммуноглобулин в молозиве и здоровье новорожденных телят (обзор) [Текст] / С. Каскус, А. Фадлелмоула // Научный обзорный журнал. – 2015. – № 4. – С. 242–249.
9. Пуппель К., и др. Состав и факторы, влияющие на качество коровьего молозива: Животные [Текст] / К. Пуппель и др // Научный обзорный журнал. – 2019. – № 12. – С. 4-10.
10. Овчаренко, Э. Биологические свойства и использование молозива в животноводстве и медицине I. Физиолого-биологические аспекты обзор [Текст] / Э. Овчаренко // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2012. – № 1. – С. 16-26.
11. Вестхофф, Т. Приглашенный обзор: Факторы питания и рациона, влияющие на выработку и состав молозива у молочных коров [Текст] / Т. Вестхофф, С. Борхардт, С. Манн // Научный журнал по молочным продуктам. – 2024. – № 1. – С. 24-27.
12. Марков, В. и др. Изменения в профиле жирных кислот и показателях здоровья молозива крупного рогатого скота в первые дни лактации и их влияние на здоровье человека [Текст] / В. Марков и др. // Пищевая химия. – 2024. – С. 139042.
13. Халавах, Т. и др. Влияние степени гидролиза на антиоксиданты с алкалазой и антигенные свойства гидролизатов белков сыворотки и молозива [Текст] / Т. Халавах и др. // Журнал сельскохозяйственных и пищевых исследований. – 2024. – Т. 15. – С. 100975.
14. Лоретц, О. и др. Физико-химические показатели коровьего молозива и молока при применении продуктов биотехнологического производства [Текст] / О. Лоретц и др. // Вестник биотехнологии. – 2018. – № 1. – С. 14-14.
15. Поборска, А. и др. Способы скармливания молозива и их влияние на пассивный иммунитет [Текст] / А. Поборска и др. // Ветеринарный центр Аста в Брно. – 2021. – Т. 90. – № 1. – С. 21-25.

Бұл жұмыс ИРН BR21882184 «Азық-түлік өнімдерінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін тәуекелдерді басқару жөніндегі шаралар кешенін құру және биологиялық құндылығы жоғары ет-сүт өнімдерін әзірлеу» гранттық жоба аясында жүргізілді (2ПЦФ-МНВО/24).

Материал редакцияға 06.05.24 түсті.

**Т.Ч. Тұлтабаева¹, Г.Н. Жакупова¹, Қ.Қ. Макангали¹, А.Т. Сағандық¹,
А.Х. Мұлдашева¹, А.Т. Ахметжанова¹**

¹*Казахский агротехнический исследовательский университет имени
С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан*

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МОЛОЗИВА КОРОВ СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. В представленной статье приведены результаты исследований качества молозива коров симментальской породы Акмолинской области. Коровье молозиво содержит значительное количество биологически активных веществ, что дает возможность использовать его в технологии продуктов функционального направления. В результате проведенных исследований установлено, что химический состав коровьего молозива зависит от времени, прошедшего с момента отелы коров. Определено, что содержание белка в молозиве, собранного в первый день после отела в три раза выше, чем в молозиве, собранном через 24 и 36 часов. Также,

установлено высокое содержание сухих веществ в молозиве 1 дня и 2 дня. Учитывая, широкий спектр биологически активных компонентов представляется возможным разработка специализированной пищевой продукции.

Ключевые слова: биологически активные добавки, молоко, молозиво, химический состав.

**T.Ch. Tultabayeva¹, G.N. Zhakupova¹, K.K. Makangali¹, A.T. Sagandyk¹,
A.H. Muldasheva¹, A.T. Akhmetzhanova¹**

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

STUDY OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF COLOSTRUM OF SIMMENTAL COWS AS A RAW MATERIAL FOR FOOD PRODUCTION

Abstract. This article presents the results of research on the quality of milk of Simmental cows of Akmola region. Cow's colostrum contains a significant amount of biologically active substances, which makes it possible to use it in the technology of products of functional direction. As a result of the conducted researches it is established that chemical composition of cow's milk depends on the time elapsed from the moment of calving of cows. It was determined that the protein content in the colostrum collected on the first day after calving is three times higher than in the colostrum collected after 24 and 36 hours. Also, the content of solids in the milk of day 1 and day 2 was found to be high. Given the wide range of biologically active components, it is possible to develop specialised food products.

Keywords: biologically active additives, milk, colostrum, chemical composition.

References

1. Samburov N., Palus I. Molozivo korov yego sostav i biologicheskkiye svoystva [Colostrum of cows, its composition and biological properties] // Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy], 2014. No. 4. P. 59-61, [in Russian].
2. Simurzina Ye., Karaulov R. Tekhnologiya vypoyki pervykh portsiy moloziva novorozhdennym telyatam [Technology of feeding the first portions of colostrum to newborn calves] // Materialy vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy Dnyu rossiyskoy nauki [Materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference dedicated to the Day of Russian Science], 2023. No. 4. P. 547-551, [in Russian].
3. Palia A. Vstanovlennyya bakterial'nogo obsimeninnya moloziva koriv z rozrobkoyu pristroyu vipoyuvannya [Establishment of bacterial contamination of colostrum of cows with a discrete attachment] // Vestnik Sumskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta. Seriya: Zhivotnovodstvo, 2020. No. 1 (40). P. 72-81, [in Russian].
4. Sidorenko S.V. Fiziko-khimicheskiye svoystva i sostav moloziva korov v zavisimosti ot ikh vozrasta i urovnya produktivnosti [Physico-chemical properties and composition of cows' colostrum depending on their age and level of productivity] // Aktual'nyye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva [Current problems of intensive development of livestock farming], 2010. No. 13. P. 360-366, [in Russian].
5. Smolin S.G. et al. Sravnitel'nyy analiz fiziko-khimicheskogo sostava moloziva, poluchennogo ot koz zaanenskoy porody i u korov cherno-pestroy porody pri soderzhanii ikh na zooferme [Comparative analysis of the physico-chemical composition of colostrum obtained from Saanen goats and black-and-white cows when kept on a zoo farm] // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo

- universiteta [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], 2019. No. 10 (151). P. 82-87, [in Russian].
6. Leont'yeva S.A. et al. Molozivo korov-perspektivnoye syr'ye dlya proizvodstva pishchevykh produktov [Colostrum from cows is a promising raw material for food production] // *Industriya pitaniya* [Food industry], 2021. Vol. 6, No. 2. P. 23-33, [in Russian].
 7. MakGrat B.A. et al. Sostav i svoystva korov'yego moloziva: obzor [Composition and properties of cow colostrum: review] // *Molochnaya nauka i tekhnologiya* [Dairy Science and Technology], 2016. Vol. 96. P. 133-158, [in Russian].
 8. Kaskus S., Fadlelmoula A. Immunoglobulin v molozive i zdorov'ye novorozhdennykh telyat (obzor) [Immunoglobulin in colostrum and the health of newborn calves] // *Nauchnyy obzornyy zhurnal* [Scientific review journal], 2015. No. 4. P. 242–249, [in Russian].
 9. Puppel' K. et al. Sostav i faktory, vliyayushchiye na kachestvo korov'yego moloziva: Zhivotnyye [Composition and factors influencing the quality of bovine colostrum: Animals] // *Nauchnyy obzornyy zhurnal* [Scientific review journal], 2019. No. 12. P. 4-10, [in Russian].
 10. Ovcharenko E. Biologicheskiye svoystva i ispol'zovaniye moloziva v zhivotnovodstve i meditsine I. Fiziologo-biologicheskiye aspekty obzor [Biological properties and use of colostrum in animal husbandry and medicine I. Physiological and biological aspects review] // *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh* [Problems of biology of productive animals], 2012. No. 1. P. 16-26, [in Russian].
 11. Vestkhoff T., Borkhardt S., Mann S. Priglashenny obzor: Faktory pitaniya i ratsiona, vliyayushchiye na vyrabotku i sostav moloziva u molochnykh korov [Nutritional and dietary factors affecting the production and composition of colostrum in dairy cows] // *Nauchnyy zhurnal po molochnym produktam* [Scientific Journal of Dairy Products], 2024. No. 1. P. 24-27, [in Russian].
 12. Markov V. et al. Izmeneniya v profile zhirnykh kislot i pokazatelyakh zdorov'ya moloziva krupnogo rogatogo skota v pervyye dni laktatsii i ikh vliyaniye na zdorov'ye cheloveka [Changes in the fatty acid profile and health indicators of cattle colostrum in the first days of lactation and their impact on human health] // *Pishhevaya khimiya* [Food chemistry], 2024. P. 139042, [in Russian].
 13. Khalavakh T. et al. Vliyaniye stepeni gidroliza na antioksidanty s alkalazoy i antigennyye svoystva gidrolizatov belkov syvorotki i moloziva [The influence of the degree of hydrolysis on antioxidants with alcalase and the antigenic properties of whey and colostrum protein hydrolysates] // *Zhurnal sel'skokhozyaystvennykh i pishchevykh issledovaniy* [Journal of Agricultural and Food Research], 2024. Vol. 15. P. 100975, [in Russian].
 14. Loretts O. et al. Fiziko-khimicheskiye pokazateli korov'yego moloziva i moloka pri primenenii produktov biotekhnologicheskogo proizvodstva [Physico-chemical indicators of bovine colostrum and milk when using biotechnological production products] / O. Loretts i dr. // *Vestnik biotekhnologii* [Bulletin of Biotechnology], 2018. No 1. P. 14-14, [in Russian].
 15. Poborska A. et al. Sposoby skarmlivaniya moloziva i ikh vliyaniye na passivnyy immunitet [Methods of feeding colostrum and their effect on passive immunity] / A. Poborska i dr. // *Veterinarnyy tsentr Acta v Brno* [Acta Veterinary Center in Brno], 2021. Vol. 90, No. 1. P. 21-25, [in Russian].

FTAMP 65.53.30

Л.К. Сенгирбекова¹ – негізгі автор, | ©
Л.С. Сыздықова², А.Н. Серикбаева³, Г.Ш. Джумабекова⁴



^{1,3,4}Магистр, ²Техн. ғылым. канд., доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-0047-7381> ²<https://orcid.org/0000-0002-8953-6332>

³<https://orcid.org/0000-0001-8252-1034> ⁴<https://orcid.org/0000-0002-6375-3128>



^{1,2,3}Алматы Технологиялық Университеті, Алматы қ., Қазақстан

⁴Халықаралық инженерлік технологиялық Университеті,
Алматы қ., Қазақстан

@

¹laura_kalikulovna@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/UHBJ9355>

ӘРТҮРЛІ ЖАРМА ҚОСЫЛҒАН КӨКӨНІС ДӘМТАҒАМ КОНСЕРВІЛЕРІНІҢ МИКРОФЛОРАСЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Біздің планетамыздағы экологиялық жағдайдың нашарлауы және радионуклидтермен, улы химиялық қосылыстармен, биологиялық агенттермен, микроағзалармен тамақ өнімдерінің ластану деңгейі халықтың денсаулығының жағымсыз тенденцияларының өсуіне ықпал етеді. Көптеген елдерде ұлт денсаулығының негізгі факторларының бірі ретінде тамақтану құрылымы мен сапасын жақсартуға көбірек көңіл бөлінуде. Озық технологияларды енгізу және көкөніс дәмтағам консервілері өндірісінің көлемін ұлғайту, дайын өнімнің жеткілікті стерильділігін қамтамасыз ете отырып, жоғары температуралы зарарсыздандыру режимдерін төмендету мақсатында табиғи компоненттер негізінде жаңа консерванттарды пайдалану бойынша бірқатар шараларды жүзеге асыру қажет. ХХІ ғасыр дәуірінде ең перспективалы және дамып келе жатқан бағыт – тез тамақтандыру индустриясы. Қазіргі уақытта «жылдам дайындалатын» өнімдердің ассортиментін сүт, кондитерлік өнімдер, ет өнеркәсібі кәсіпорындары шығарады, бірақ көкөніс консервілері өндірісінде бұл өнімдердің спектрі өте аз және пісіру үшін қосымша құралдарды қажет етеді. Жеміс-көкөніс өнімдері витаминдердің, минералдардың, аминқышқылдарының, тағамдық талшықтардың және басқа да пайдалы заттардың маңызды көзі болып табылады. Оларды үнемі қолданған кезде метаболизм мен қан құрамы қалыпқа келеді, организм токсиндерден, канцерогендерден және улы заттардан тазартылады, жүрек-тамыр жүйесінің құрамы, ас қорыту жүйесінің қызметі жақсарады. Шетелдік тұтыну нарығында табиғи негіздегі консерванттар кеңінен қолданылады, ал Қазақстан нарығында бұл өнімдер даму сатысында. Консерванттың тиімділігі оның қоршаған ортаның рН концентрациясына, микрофлораның сапалық құрамына байланысты.

Консервант ретінде иодиол (қышқылда еритін және суда еритін) алынды. Оның ерітінділерін қолдану дайын өнімнің сақтау мерзімін ұзартуға, зарарсыздандыру режимін төмендетуге және дайын өнімдегі табиғи қасиеттерін сақтауға мүмкіндік береді

Тірек сөздер: консерванттар, иодиол, саңырауқұлақ, микроағзалар, хитозан, дилактин, лактоферрин, зеңдер.



Сенгирбекова, Л.К. Әртүрлі жарма қосылған көкөніс дәмтағам консервілерінің микрофлорасын зерттеу [Мәтін] / Л.К. Сенгирбекова, Л.С. Сыздықова, А.Н. Серикбаева, Г.Ш. Джумабекова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №2(84). – Б.64-72. <https://doi.org/10.55956/UHBJ9355>

Кіріспе. Қазіргі уақытта нормативтік құжаттаманың, мемлекеттік стандарттардың талаптарын сақтай отырып, жасанды химиялық қоспаларды консерванттар ретінде пайдаланбай және тұтынушының сұранысына сәйкес табиғи компоненттерді қолдана отырып өнім шығару мәселесі өткір тұр. Дәстүрлі консерванттарды – сірке қышқылы мен оның тұздарын, бензой қышқылын және оның натрий тұзын, пропион қышқылын және оның кальций тұзын, парабендерді, сульфиттерді, күкіртті ангидридті, нитраттар мен нитриттерді, низин препараттарын, дегидрацет қышқылы мен оның натрий тұзын, сорбин қышқылын және оның натрий мен калий тұздарын, низаплинді қолдана отырып консервілеу үнемді, бірақ сонымен бірге кемшілігі бар – кейбір жағдайларда қосымша термиялық өңдеу қажет, бұл қоректік заттардың, дәрумендердің, пектиндік заттардың, макро- және микроэлементтердің құрамын азайтады. Жаңа дәстүрлі емес технологияларды игеру ғылыми-техникалық прогрестің ажырамас элементі болып табылады. Осыған байланысты тамақ өнімдерін өндіру технологияларын жетілдіру қажеттілігі өзекті болды. Азық-түлік өнімдерінің бүлінуі олардың сапасының төмендеуіне, органолептикалық қасиеттерінің жақсаруына, зиянды және денсаулыққа қауіпті қосылыстардың жиналуына, сақтау мерзімінің күрт қысқаруына әкеледі. Нәтижесінде өнім жарамсыз болады [1].

Микроағзалар шабуылдаған және құрамында токсиндер бар бүлінген тағамдарды жеу ауыр улануға, кейде өлімге әкелуі мүмкін. Тірі микроағзалар адам ағзасына тамақ арқылы еніп, ауыр ауруларға әкелуі мүмкін. Дайын өнімдердегі азық-түлік шикізатының бұзылуы үлкен экономикалық шығындарға әкеледі. Сондықтан тамақ өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету, оларды сақтау мерзімін ұлғайту, шығындарды азайту үлкен әлеуметтік және экономикалық маңызға ие. Консервілеу өнеркәсібінде микробиологиялық бұзылулармен күресудің негізгі әдісі термиялық зарарсыздандыру болып табылады. Бұл жағдайда өнімнің өзінде қайталанбайтын процестер жүреді, бұл оның табиғи қасиеттерінің өзгеруіне әкеледі: дәрумендер мен басқа биологиялық белсенді заттардың мөлшері азаяды, сонымен қатар дайын өнім сапасының органолептикалық көрсеткіштерін нашарлататын бастапқы шикізатқа тән емес заттар жиналады.

Консервіленген өнімге термиялық әсер ету дәрежесін төмендету жолдарының бірі консерванттар – микроағзалардың тіршілік әрекетін тежейтін және олардың ішінара өлуіне себеп болатын заттарды қолдану болып табылады. Консерванттарды қолдану консервілеу кезінде өнімдерді термиялық өңдеу параметрлерін төмендетіп қана қоймай, сонымен қатар зарарсыздандырылмаған өнімдердің сақтау мерзімін ұзартуға мүмкіндік береді [2].

Консерванттар – бұл өнімдердің жарамдылық мерзімін ұзартатын, оларды микроағзалар (бактериялар, зеңдер, ашытқылар) тудыратын бұзылудан сақтайтын заттар, олардың ішінде патогенді микроағзалар болуы мүмкін. Белгілі бір консерванттың микробқа қарсы әсер ету спектрі зеңдерге, ашытқыларға, бактерияларға қатысты бірдей емес, яғни ол тамақ өнімдерінің микробиологиялық бұзылуларының ықтимал қоздырғыштарының барлық спектріне қарсы тиімді бола алмайды. Кейбір әсері төмен консерванттар кейбір бактерияларға қарсы өте тиімді емес. Консерванттың тиімділігі оның концентрациясымен тығыз байланысты, оны микроағзалардың көбеюінің бастапқы (сызықтық) кезеңінде қолдану керек, бұл оны қолдану дозасын азайтуға мүмкіндік береді және қазірдің өзінде бұзылған өнімдердің жаңа

піскен күйінің елесін тудырмайды. [3,4]. Өндірістік гигиена бұзылған немесе антисанитарлық жағдайда өнімдер өндірілген кезде консерванттарды қолдануға жол берілмейтінін атап өткен жөн. Консерванттар қоспасын пайдалану мыналарға мүмкіндік береді:

- әрекет спектрін кеңейту;
- жеке консерванттар концентрациясын төмендету;
- микробқа қарсы әсерді күшейту;
- жанама әсерлердің ықтималдығын азайту;
- экономикалық нәтиже алу.

Кейде консерванттар физикалық консервілеу әдістерімен (қызу, кептіру, төмен температура, сәулелендіру) бірге қолданылады, бұл энергия шығындарын үнемдеуге әкеледі. Консервант таңдау кезінде кейбір жалпы ережелерді сақтау керек [5].

Консервант кең ауқымды әсер ету спектріне ие болуы керек: берілген тағам жүйесіндегі микроағзаларға қарсы тиімді болуы; бүкіл сақтау мерзімі ішінде өнімде қалады; токсиндердің түзілуін баяулатады; тағамдық өнімнің органолептикалық қасиеттеріне әсер етпеу; технологиялық тұрғыдан жетілдірілген болуы (пайдалануға оңай), арзан болуы керек. Консервант физиологиялық қауіпті, тәуелділік тудырмауы, тағамдық жүйенің құрамдас бөліктерімен әрекеттесуі, технологиялық ағым кезінде экологиялық және токсикологиялық проблемаларды тудырмауы немесе тамақ өнімдерін өндіру кезінде осы технологияда қарастырылған микробиологиялық процестерге әсер етпеуі керек. Тек тиісті рұқсаты бар консерванттарды қолдануға болады. Қауіпті микроағзалар әртүрлі жағдайларда консервіленген көкөніс дәмтағамдарына түсуі мүмкін. Ол тікелей шикізатты қабылдаудан дайын өнімді қабылдауға дейінгі технологиялық процесс санитарлық-гигиеналық жағдайдың нашарлығына байланысты. Ақпараттық және патенттік әдебиеттерді талдау мұндай агенттердің ішінде мыналар ерекше назар аудартатынын көрсетеді: йодофор (йодиол), дилактиндер, лактоферрин және хитозан [6,7].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеу барысында «Таза сумен жуылған сәбіз», «Йодиол консервантымен жуылған сәбіз», «Таза сумен жуылған қызанақ», «Йодиол консервантымен жуылған қызанақ» бақылау үлгілері қолданылды. АҚ «АТУ» «Тамақ қауіпсіздігі ғылыми-зерттеу институтында» көкөніс дәмтағам консервілерінің қауіпсіздік көрсеткіштеріне зерттеу жүргізілді.

Берілген жұмыста йодиолмен өңделген шикізаттың кейбір биологиялық белсенді заттарының қауіпсіздігі зерттелді. Зерттеу объектілері шикізаттың келесі түрлері болды: сәбіз, қызанақ. Шикізат 1-3 минут ішінде 1 дм³ белсенді йодқа 100-200 мг концентрациясы бар йодофорлардың сулы ерітінділерімен өңделді. Зерттеуде сәбіз және қызанақтарда микроағзалардың өсуін тежеу үшін шикізатты алғаннан кейін жуу процесінде йодиолдың белгілі бір концентрациясымен жуылды. Үлгілерді зерттеу кезінде алынған микробиологиялық көрсеткіштер бойынша зерттеулер (КМАФАнМ КОЕ (см³), «МЕМСТ 30425-97», зендер ҚҚБ/г – МЕМСТ 10444.12-2013, физикалық-химиялық көрсеткіштерінен: пестицидтер және оның метаболиттері – МУ 2142-80, ГХЦГ, ДДТ бойынша жүргізілді [8,9].

Бұл жұмыстың мақсаты – көкөніс дәмтағам консервілерінің құрамына қосылатын тамыржемістілерді тиімді жолмен өңдеу арқылы құрамындағы микроағзалар мөлшерін жою және сақтау уақытын ұзарту.

Зерттеу нәтижелері. Біз микробқа қарсы әсері кең, соматикалық жасушаларға уытты емес, сақтау тұрақтылығы бар ICM йодиол – құрамында йод бар антисептиктерді қолдандық. Жүргізілген жұмыстар осы препараттардың жақсы бактерицидтік және фунгицидтік әсерін және өсімдік материалдарының сақтау мерзімін едәуір ұзарту мүмкіндігін көрсетті. Осыған байланысты йодиолмен өңделген шикізаттың кейбір биологиялық белсенді заттарының қауіпсіздігі зерттелді. Ол келесі кестеде көрсетілген.

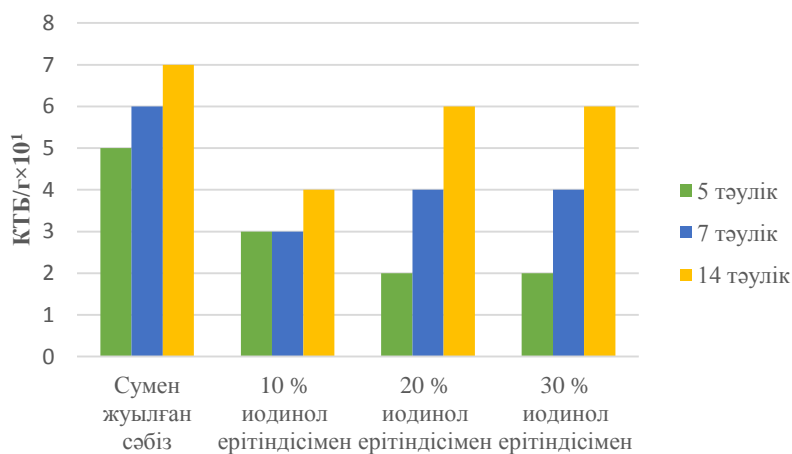
Кесте 1

Шикізатты жуу кезінде қолданылатын йодиолдың концентрациясы

Шикізаттың аталуы	Өңделетін шикізаттың мөлшері, кг	Йодиол концентрациясы, %	Ерітінді көлемі, л	Өңдеу уақыты, мин
Көкөністер (қызанақ, сәбіз)	100	0,1-0,2	70	1-3

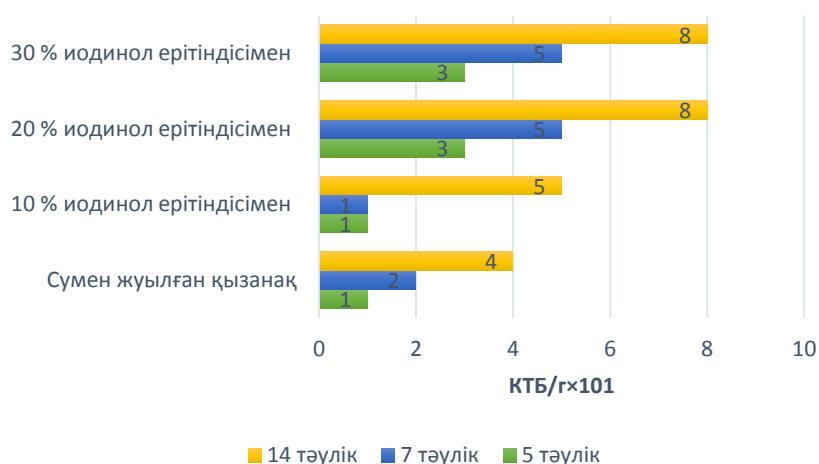
Кестеде йодиолдың 100 кг өнімге сумен араласқан концентрациясы көрсетілген. Біз зерттеу барысында 10%, 20%, 30% концентрацияда жуылған көкөністердің құрамындағы микроағзалар өзгерісін анықтадық.

Шикізатты консервант йодиолмен жуғаннан кейін оның сақтау мерзімі айтарлықтай өзгерді. Томенде суретте көрсетілгендей йодиолмен жуылған сәбіздің (1-сурет) және қызанақтың (2-сурет) бөлме температурасында сақтау мерзімі артып, құрамындағы микроағзалар мөлшері толығымен жойылды [10].



Сурет 1. Әртүрлі пайыздағы йодиол ерітіндісімен жуылған сәбіздің МАЖФАМС көрсеткіштеріне әсері

Суретте түрлі концентрациядағы йодиол ерітіндісімен жуылған сәбіздің 14 тәулікке дейін сақталғандығын байқауға болады. Демек қарапайым суға қарағанда йодиол ерітіндісімен жуылған сәбіз ұзаққа сақталады және одан дайындалған көкөніс дәмтағам консервілері де стерильденбей сақтау ұзақтығын арттырады деген сөз.



Сурет 2. Қызанақты әртүрлі пайыздағы иодиол ерітіндісімен жуған кездегі МАЖФАМС көрсеткіштеріне әсері

Суретте түрлі концентрациядағы иодиол ерітіндісімен жуылған қызанақтың 14 тәулікке дейін сақталғандығын байқауға болады. Демек қарапайым суға қарағанда иодиол ерітіндісімен жуылған қызанақ ұзаққа сақталады және одан дайындалған көкөніс дәмтағам консервілері де стерильденбей сақтау ұзақтығын арттырады деген сөз.

Келесі кестелерде иодиолмен жуылған қызанақтың (2-кесте) және сәбіздің (3-кесте) қауіпсіздік көрсеткіштері: пестицидтер және оның метаболиттері – МУ 2142-80, ГХЦГ, ДДТ бойынша анықталып құрамдық көрсеткіштері көрсетілген.

Кесте 2

Әртүрлі пайыздағы иодиол ерітіндісімен жуылған
қызанақтың қауіпсіздік көрсеткіштері

№	Атауы	Сүмен жуылған сәбіз	10% иодиол ерітіндісімен	20% иодиол ерітіндісімен	30% иодиол ерітіндісімен
1	Пестицидтер, мг/кг, көп емес: ГХЦГ (α , β , γ – изомерлер)	Табылмады	Табылмады	Табылмады	Табылмады
2	ДДТ және оның метаболиттері	Табылмады	Табылмады	Табылмады	Табылмады
3	Микробиологиялық көрсеткіштер: Зеңдер, КТБ/г	1X101	Табылмады	Табылмады	Табылмады

2-3-кестеде көрсетілгендей иодиолмен жуылған сәбіз бен қызанақтың құрамында пестицидтер, зең саңырауқұлақтары, ДДТ және оның метаболиттері табылмады. Бұл оның қауіпсіздік көрсеткіштерінің талапқа сай екендігінің дәлелі.

Кесте 3

Әртүрлі пайыздағы иодиол ерітіндісімен жуылған
сәбіздің қауіпсіздік көрсеткіштері

№	Атауы	Сумен жуылған сәбіз	10% иодиол ерітіндісімен	20% иодиол ерітіндісімен	30% иодиол ерітіндісімен
1	Пестицидтер, мг/кг, көп емес: ГХЦГ (α , β , γ – изомерлер)	Табылмады	Табылмады	Табылмады	Табылмады
2	ДДТ және оның метаболиттері	Табылмады	Табылмады	Табылмады	Табылмады
3	Микробиологиялық көрсеткіштер: Зеңдер, КТБ/г	2Х101	Табылмады	Табылмады	Табылмады

Ғылыми нәтижелерді талқылау. Диаграммада көрсетілгендей көкөніс консервілерінде қолданылатын көкөністердің (сәбіз, қызанақ) сақтау мерзімі консерванттың әсерінен ұзартылды. Бұл көкөніс дәмтағам консервілерінің де жарамдылық мерзімін ұзартады. Зерттеулер көрсеткендей, көкөністерді иодиолмен өңдегеннен кейін негізгі сапа көрсеткіштері өзгермеді. Кейбір биологиялық заттардың сақталуы көкөніс дәмтағам консервілерінің сақтау мерзімін ұзарту мақсатында көкөністерді өңдеу үшін белсенді йодтың дм^3 100-200 мг концентрациясында ИКМ және йодиолды тәжірибелік қолдануды ұсынуға мүмкіндік береді [11].

Қорытынды. Зерттеу барысында көкөніс дәмтағам консервілеріне қосылатын шикізаттардың ішінде микроағзалар топырақ арқылы көп шоғырланатын сәбіз бен қызанаққа талдау жасалды. Оларды өндірісте қарапайым сумен жуу барысында сақталып калатын жоғары споралы микроағзаларын жою мақсатында белгілі концентрацияда сумен араласқан иодиол консервантымен алмастырылды. Бақылау үлгісі мен иодиол ерітіндісі арқылы жуылған көкөністердің сақтау мерзімі және құрамындағы микроағзаларының мөлшерінің жойылғандығы кестелер арқылы көрсетілді. Иодиол экономикалық жағынан тиімді әрі адам ағзасына зиянсыз консервант. Консервант ерітіндісімен жуылған көкөністер өзінің сапа көрсеткіштерін сақтай білді. Жалпы алынған нәтижелер бойынша көкөністерді алынған концентрациядағы иодиол ерітіндісімен жуу тиімді нәтиже болып табылды.

Әдебиеттер тізімі

1. Сенгирбекова, Л.К. Особенности производства овощных закусочных консервов [Текст] / Л.К. Сенгирбекова, К. Бижанова, Л.С. Сыздыкова // Наука. ОБРАЗОВАНИЕ. Материалы Республиканской научно-практической конференции «Молодежь». – Алматы, 2019. – С. 26.
2. Сенгирбекова, Л.К. Рецепты овощных консервов с различными крупами [Текст] / Л.К. Сенгирбекова, К. Бижанова, Л.С. Сыздыкова // Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные проблемы эффективности научных исследований и пути их решения». – Волгоград, Россия, 2020. – С. 63.
3. Шикина, М.А. Микробиологические характеристики как критический фактор оценки безопасности производства мясных стерилизованных консервов в системе ХАССП [Текст]: дис. / Шикина М.А. – Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности им. ВМ Горбатова РАСХН, 2007.

4. Мегердичев, Е.Я. Технологические требования к сортам овощных и плодовых культур, предназначенным для различных видов консервирования [Текст] / Е.Я. Мегердичев. – Россельхозакадемия, 2003. – 91 с.
5. Подлесный, А.И. Консерванты в плодоовощной промышленности [Текст] / А.И. Подлесный, В.А. Ломачинский, О.И. Квасенков // Пищевая промышленность. – 2006. – № 2. – С. 54-55.
6. Смирнова, Т.Н. Влияние иодосодержащих консервантов на биологически активные компоненты сырья [Текст] / Т.Н. Смирнова // III Тезисы докладов всесоюзной научно-технической конференции молодых ученых и специалистов «Технологические способы обработки и консервирования овощной продукции». – Москва: ВНИИКОП, 1988.
7. Barnokhon Sattarova, Saidmakhammadjon Jorayev Safety criteria for canned vegetables // Open Access Repository, 2023. Vol. 4, No. 2. P. 109–117.
8. ГОСТ 30425-97. Консервы. Метод определения промышленной стерильности [Текст]. – Введ. 01.01.1998. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 14 с.
9. ГОСТ 10444.12-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов [Текст]. – Введ. 01.07.2015. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 10 с.
10. Аманов, М.А. Способ приготовления обеденных консервов [Текст] / М.А. Аманов, З.К. Конарбаева, Ш.Н. Зарпуллаев // Предварительный Патент РК №15234. 2005. МПК: A23L 1/214.
11. Паутов, Н.А. Автоклав для стерилизации консервов [Текст] / Н.А. Паутов // Предварительный Патент РК №10609. 2001. МПК: A23L 3/00.

Материал редакцияга 18.05.24 түсті.

Л.К. Сенгирбекова¹, Л.С. Сыздыкова¹, А.Н. Серикбаева¹, Г.Ш. Джумабекова²

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

²*Международный университет инженерии и технологий, г. Алматы, Казахстан*

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОФЛОРЫ ОВОЩНЫХ КОНСЕРВОВ С РАЗЛИЧНЫМИ КРУПАМИ

Аннотация. Ухудшение экологической обстановки на нашей планете и уровень загрязнения пищевых продуктов радионуклидами, токсичными химическими соединениями, биологическими агентами, микроорганизмами способствуют росту негативных тенденций в здоровье населения. Во многих странах все больше внимания уделяется улучшению структуры и качества питания как одному из основных факторов здоровья нации. В целях внедрения передовых технологий и увеличения объемов производства овощных вкусовых консервов, снижения высокотемпературных режимов стерилизации с обеспечением достаточной стерильности готовой продукции необходимо осуществить ряд мер по использованию новых консервантов на основе натуральных компонентов. Наиболее перспективным и развивающимся направлением в эпоху XXI века является индустрия быстрого питания. В настоящее время ассортимент продукции «быстрого приготовления» выпускают предприятия молочной, кондитерской, мясной промышленности, но при производстве овощных консервов спектр этих продуктов очень мал и требует дополнительных средств для приготовления пищи. Фруктовые и овощные продукты являются важным источником витаминов, минералов, аминокислот, пищевых волокон и других полезных веществ. При их регулярном употреблении нормализуется обмен веществ и состав крови, организм очищается от токсинов, канцерогенов и токсических веществ, улучшается состав сердечно-сосудистой системы, функции пищеварительной системы. На зарубежном потребительском рынке широко используются консерванты на натуральной основе,

а на казахстанском рынке эти продукты находятся на стадии развития. Эффективность консерванта зависит от его концентрации рН окружающей среды, качественного состава микрофлоры.

В качестве консерванта получен иодиол (растворимый в кислоте и водорастворимый). Применение его растворов позволяет продлить срок хранения готового продукта, снизить режим стерилизации и сохранить природные свойства готового продукта.

Ключевые слова: консерванты, йодиол, грибы, микроорганизмы, хитозан, дилактин, лактоферрин, плесень.

L.K. Sengirbekova¹, L.S. Syzdykova¹, A.N. Serikbaeva¹, G.Sh. Dzhumabekova²

¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

²International University of Engineering and Technology, Almaty, Kazakhstan

STUDY OF MICROFLORA OF CANNED VEGETABLES WITH DIFFERENT CEREALS

Abstract. The deterioration of the ecological situation on our planet and the level of contamination of food products with radionuclides, toxic chemical compounds, biological agents, and microorganisms contribute to the growth of negative trends in public health. In many countries, more and more attention is being paid to improving the structure and quality of nutrition as one of the main factors of national health. In order to introduce advanced technologies and increase the production of canned vegetable flavors, reduce high-temperature sterilization regimes with sufficient sterility of finished products, it is necessary to implement a number of measures to use new preservatives based on natural ingredients. The most promising and developing direction in the era of the XXI century is the fast food industry. Currently, the range of "fast food" products is produced by enterprises of the dairy, confectionery, and meat industries, but in the production of canned vegetables, the range of these products is very small and requires additional funds for cooking. Fruit and vegetable products are an important source of vitamins, minerals, amino acids, dietary fiber and other useful substances. With their regular use, metabolism and blood composition are normalized, the body is cleansed of toxins, carcinogens and toxic substances, the composition of the cardiovascular system and the functions of the digestive system are improved. Natural preservatives are widely used in the foreign consumer market, and these products are under development in the Kazakh market. The effectiveness of a preservative depends on its concentration, the pH of the environment, and the qualitative composition of the microflora.

As a preservative iodinol (acid-soluble and water-soluble) was obtained. The use of its solutions allows to extend the shelf life of the finished product, reduce the sterilization regime and preserve the natural properties of the finished product.

Keywords: preservatives, iodinol, fungi, microorganisms, chitosan, dilactin, lactoferrin, mold.

References

1. Sengirbekova L.K., Bizhanova K., Syzdykova L.S. Osobennosti proizvodstva ovoshchnykh zakusochnykh konservov [Features of the production of canned vegetable food] // Nauka. OBRAZOVANIYE. Materialy Respublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Molodezh'» [Science. EDUCATION. Materials of the Republican Scientific and Practical Conference "Youth"]. – Almaty, 2019. – P. 26, [in Russian].
2. Sengirbekova L.K., Bizhanova K., Syzdykova L.S. Retsepty ovoshchnykh konservov s razlichnymi krupami [Recipes for canned vegetables with various cereals] // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Fundamental'nyye i

- prikladnyye problemy effektivnosti nauchnykh issledovaniy i puti ikh resheniya» [International scientific and practical conference “Fundamental and applied problems of the effectiveness of scientific research and ways to solve them.”]. – Volgograd, Russia, 2020. – P. 63, [in Russian].
3. Shikina M.A. Mikrobiologicheskiye kharakteristiki kak kriticheskiy faktor otsenki bezopasnosti proizvodstva myasnykh sterilizovannykh konservov v sisteme KHASSP [Microbiological characteristics as a critical factor in assessing the safety of the production of sterilized canned meat in the HACCP system]: dissertation. – All-Russian Research Institute of Meat Industry named after. VM Gorbатов RAASKhN RASKhN, 2007, [in Russian].
 4. Megerdichev Ye.YA. Tekhnologicheskiye trebovaniya k sortam ovoshchnykh i plodovykh kul'tur, prednaznachennym dlya razlichnykh vidov konservirovaniya [Technological requirements for varieties of vegetable and fruit crops intended for various types of canning]. – Russian Agricultural Academy, 2003. – 91 p., [in Russian].
 5. Podlesnyy, A.I., Lomachinskiy V.A., Kvasenkov O.I. Konservanty v plodoovoshchnoy promyshlennosti [Preservatives in the fruit and vegetable industry] / Pishchevaya promyshlennost' [Food industry], 2006. No. 2. P. 54-55, [in Russian].
 6. Smirnova T.N. Vliyaniye iodosoderzhashchikh konservantov na biologicheski aktivnyye komponenty syr'ya [The influence of iodine-containing preservatives on biologically active components of raw materials] // III Tezisy dokladov vsesoyuznoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov «Tekhnologicheskiye sposoby obrabotki i konservirovaniya ovoshchnoy produktsii» [III Abstracts of the All-Union Scientific and Technical Conference of Young Scientists and Specialists “Technological Methods for Processing and Preserving Vegetable Products.”]. – Moscow: VNIKOP, 1988, [in Russian].
 7. Barnokhon Sattarova, Saidmakhammadjon Jorayev Safety criteria for canned vegetables // Open Access Repository, 2023. Vol. 4, No. 2. P. 109–117, [in Russian].
 8. GOST 30425-97. Konservy. Metod opredeleniya promyshlennoy steril'nosti [Method for determining industrial sterility]. – Introduced. 01.01.1998. – Moscow: Standartinform, 2011. – 14 p., [in Russian].
 9. GOST 10444.12-2013 Mikrobiologiya pishchevykh produktov i kormov dlya zhivotnykh. Metody vyyavleniya i podscheta kolichestva drozhzhey i plesnevykh gribov [Microbiology of food products and animal feed. Methods for identifying and counting the number of yeasts and molds]. – Introduced. 01.07.2015. – Moscow: Standartinform, 2014. – 10 p., [in Russian].
 10. Amanov M.A. Konarbayeva Z.K., Zarpullayev SH.N.Sposob prigotovleniya obedennykh konservov [Method for preparing canned lunches] // Preliminary Patent of the Republic of Kazakhstan No. 15234. 2005. IPC: A23L 1/214, [in Russian].
 11. Pautov N.A. Avtoklav dlya sterilizatsii konservov [Autoclave for sterilization of canned food] // Preliminary Patent of the Republic of Kazakhstan No. 10609. 2001. IPC: A23L 3/00, [in Russian].

IRSTI 65.65.03

A.E. Otunshiyeva¹ – main author, ©
S.A. Bolegenova², S.S. Vetokhin³,
S.A. Lamotkin⁴, A.K. Tulekbaeva⁵



¹PhD student, ²Doctor of Physics and Mathematics, Professor,
³Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor,
⁴PhD, Associate Professor, ⁵Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-5446-0227> ²<https://orcid.org/0000-0001-5001-7773>
³<https://orcid.org/0000-0002-8613-731X> ⁴<https://orcid.org/0000-0001-6620-8734>
⁵<https://orcid.org/0000-0002-4680-6216>



^{1,2}Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
^{3,4}Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus
⁵M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

@

¹03.08.1990.43@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/XSIA3662>

DEVELOPMENT OF NEW TYPES OF VEGETABLE OIL BLENDS WITH BALANCED FATTY ACID COMPOSITION ON THE BASIS OF KAZAKHSTAN COTTON OIL AND BELARUSIAN LINSEED OIL

Abstract. The article presents the results of research on the development of new types of vegetable oils, based on the combination of oils with higher content of such acids as linolenic and lenolic acids with oils in which these contents are lower. It has been established that the content of linoleic acid in cotton oil exceeds all other oils practically twice, and linseed oil in the content of α -linolenic acid practically 50 times. Consequently, the optimal fatty acid composition is a blend of cotton and linseed oils in ratios of 5:1 and 10:1. Such ratio allows to balance the blend by ω -3 and ω -6 acids, as well as to reduce the oxidizing ability of vegetable oils, affecting the shelf life of the final product.

Keywords: cottonseed oil, linoleic acid, blended vegetable oils, linseed oil, edible vegetable oils, linolenic acid, polyunsaturated fatty acids.



Otunshiyeva A.E., Bolegenova S.A., Vetokhin S.S., Lamotkin S.A., Tulekbaeva A.K.
Development of new types of vegetable oil blends with balanced fatty acid composition on
the basis of kazakh cotton oil and belarusian linseed oil // Mechanics and Technology /
Scientific journal. – 2024. – No.2(84). – P.73-80. <https://doi.org/10.55956/XSIA3662>

Introduction. The introduction of effective physiological regulators of biochemical processes in the human diet is becoming increasingly important nowadays. There are many nutrients among them that are necessary for normal development and functioning of the organism, the composition of which should be adjusted depending on sex, age, condition (pregnancy, lactation, diseases, gerontology, etc.) [1].

Wide medical and hygienic studies of diets of various population groups [2,3] have shown a significant imbalance of the main components, including low consumption of polyunsaturated fatty acids (PUFA) that are a part of the

phospholipids of cell membranes, where they participate in the regulation of impulse transmission from receptors. Their proper concentration triggers the synthesis of some hormones, such as eicosanoids, that are in charge of immune responses at the cellular level [4-6]. Increasing the share of PUFAs in the diet reduces the concentration of soft cholesterol in biological fluids and thus the risk of cholesterol deposits in blood vessels.

Bringing PUFAs consumption to the acceptable level is an important factor in supporting healthy lifestyle and preventing the growth of chronic non-infectious diseases among the population [2,3,7]. Enriching the traditional food with ω -3 and ω -6 polyunsaturated fatty acids is among of the ways to achieve this goal.

PUFAs of the ω -3 family are represented at Figure 1 over the example of α -linolenic acid; PUFAs of the ω -6 family are shown at Figure 2 through the example of linoleic acid.

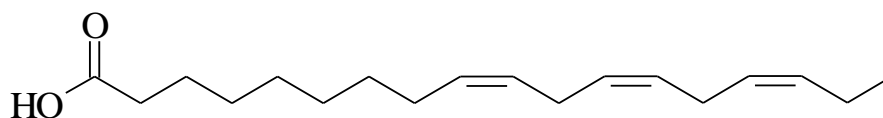


Fig. 1. Alpha-linolenic acid

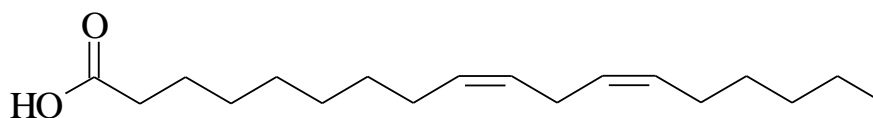


Fig. 2. Linoleic acid

Alpha-linolenic acid (C18:3, ω -3), from which cells synthesize long-chain PUFAs like eicosatetraenoic acid (C20:5, ω -3) and docosahexaenoic acid (C22:6, ω -3), is among the most important polyunsaturated fatty acids of the ω -3 class. However, the productivity of synthesis of these acids is insufficient, and with age it is significantly reduced or completely lost. This requires their supplementation to obtain a balance.

On the other hand, essential linoleic acid (C18:2, ω -6), which can be converted in the body to arachidonic acid (C20:4, ω -6), is found in cell membranes at a 10-fold ratio to α -linolenic acid. Almost all the vegetable oils (coconut oil is the exception) contain linoleic acid in their formulas. It is also produced as a dietary supplement in capsule form.

It is equally important when formulating the diet to take into account that the chain elongation and desaturation reactions of ω -3 and ω -6 fatty acids are catalyzed by the same enzymes, i.e. the fatty acids are the competitors. Such competition results in excess of fatty acids from one family by inhibition the synthesis of the corresponding acid from the other family, which emphasizes the need for a balanced composition of omega-3 and omega-6 PUFAs in the diet, because the synthesis of longer molecules can't improve the balance.

Among natural sources of polyunsaturated fatty acids, first of all, we should mention almost all common nuts and pumpkin seeds, sunflower seeds, legumes, including peanuts, vegetable oils, fish oil and fish of fatty and semi-fatty species (salmon, mackerel, herring, sardines, mackerel, trout, tuna and others), cod liver and shellfish [8]. However, the ratio of ω -3 and ω -6 fatty acids in them is usually

far from optimum [9-12]. This requires to blend the edible vegetable oils to increase the proportion of the desired lipids in the final product to reach the desirable amount of ω -3 and ω -6 PUFAs [3,9,10].

In the connection with the above mentioned, the aim of the present work was to study the fatty acid composition of various types of vegetable oils and to develop on the basis of this analysis the composition of a new type of blend with the optimal ratio of ω -3 and ω -6 polyunsaturated fatty acids with the assessment of oxidative stability of the final product during storage.

Materials and methods. As the objects of research there were chosen:

- *sample No.1* – cotton refined deodorised oil, isolated from cotton seeds by Kazakhstani producer JSC “Shymkentmai”, as the most widespread in the southern regions of Kazakhstan;

- *sample No. 2* – linseed oil, extracted from flax seeds, differing from other types of oils, high content of ω -3 PUFAs, produced in Belarus;

- *sample No.3* – corn oil extracted from corn seeds, also produced in Belarus;

- *sample No.4* – rapeseed oil, produced in Belarus, which is extracted from black rapeseed seeds.

Of all the listed types of vegetable oil, linseed oil is referred to the little studied oils in our country, because in industrial scale, it grows in the Republic of Belarus. Corn and rapeseed oil are rich with ω -6 polyunsaturated fatty acids.

The study of fatty acid composition of vegetable oils of selected samples was carried out by a gas chromatograph “Chromatek Crystal-5000” using the method of gas-liquid chromatography. The device “Chromatek Crystal-5000” is equipped with a flame ionisation detector (FID), a quartz capillary column with a diameter of 0.25 mm and a length of 100 m, with the applied phase – cyanopropyl phenyl polysiloxane. Nitrogen was used as the gas. The volume of the injected sample was 1 μ l. The method of measurements corresponded to GOST 30418-96 [11]. Preparation of fatty acid methyl esters was carried out in accordance with GOST 31665-2012 [12].

The following temperature regimes were used for measurements. Prior to analysis the column thermostat had an initial temperature of 140°C and was heated at this level for 4 minutes. The temperature was then programmatically increased at a rate of 3°C/min to 180°C and maintained for 40 minutes. Further, the temperature was increased at a rate of 3°C/min to 240°C. The isothermal regime was maintained for 25 minutes.

Chromatograph calibration and subsequent identification were carried out by Restek 35077 and Restek 35079 environmental fatty acid mixtures, FAME Mix, Supelco 37-component fatty acid methyl esters standard mixture, and literature data on retention indices.

Sample preparation: vegetable oil samples were weighed 0.1 ± 0.002 g and dissolved in 2.0 cm³ of hexane, then shaken well. Then 0.1 cm³ of sodium methylate solution in methanol with molar concentration of 2 mol/cm³ was added to the obtained solution by pipette, corked and stirred vigorously for 2 minutes. Then the reaction mixture was allowed to stand for 5 min and the upper layer containing the methyl esters was filtered through a paper filter. 0.1 to 2 mm³ of the fatty acid methyl esters solution was taken from the test sample and inserted onto the column.

Using Unichrome[®] software, the quantification of fatty acids in the tested samples was carried out by the internal normalisation method. Also, there were conducted organoleptic evaluation of blends by colour analysis in transmitted and reflected light on a white background, as well as by smell analysis at a sample

temperature of about 50°C and taste characteristics that were determined by the commission, which consisted of five trained testers who used a 5-grade scale under the principles of GOST ISO 13299-2015[13] and GOST ISO 11037-2013 [14].

The main indicators of oxidative deterioration during storage of vegetable oils and their blends under ultraviolet radiation and oxygen access at the air temperature of 20±5°C were estimated by the value of acid number according to GOST 31933-2012 [15] and peroxide number according to GOST 26593-85 [16]. A storage regime was chosen as close as possible to the conditions of household use. Every fortnight samples were taken for further testing.

The values of the quality indicators of the obtained vegetable oil samples are presented in Table 1.

Table 1

Values of quality indicators of tested oil samples

A trivial name	Nomenclature name	Fatty acid content, wt. %			
		Sample No.1	Sample No.2	Sample No.3	Sample No.4
Alpha-linolenic	cis-9,12,15-octadecatrienoic	0.1	51.7	8.1	1.0
Linoleic	cis-9,12-octadecane	51.5	15.6	22.7	43.0
Myristic	Tetradecanoic	0.8	-	0.1	0.1
Palmine	Hexadecanoic	23.1	5.8	4.9	5.4
Stearic	Octadecanoic	2.3	4.6	1.9	2.9
Oleic	Cis-9-octadecenoic acid	19.2	19.8	58.6	39.5

Moscow State University of Food Production has developed a methodology for calculating the composition of multi-component blended oils, which can be used as a method to calculate the ratio of linolenic and linoleic acids and the initial content of these acids in the oil. Formulas (1) and (2) that are presented below are intended for their calculation:

$$\frac{m_a \cdot c_a^1 + m_b \cdot c_b^1}{m_a \cdot c_a^2 + m_b \cdot c_b^2} = 10; \quad (1)$$

$$m_a + m_b = 1, \quad (2)$$

where: m_a, m_b – mass of vegetable oil, kg; c_a^1, c_b^1 – concentration of linoleic acid in vegetable oil, wt. %; c_a^2, c_b^2 – concentration of linolenic acid in vegetable oil, wt. %.

The blends were obtained by preliminary mixing of two basic oils in the laboratory at temperature of 20°C under continuous stirring by a magnetic mixer and subsequent introduction of minor blend components up to the required proportion.

Research results and discussion. To optimise the fatty acid composition of the studied blends and the data obtained for each of the vegetable oils, the most acceptable is linseed oil, due to its significant content of polynasaturated fatty acids, unlike other types of oils, which predetermines as the most preferable raw

material. Production of linseed oil at the industrial scale in Belarus is conducted under natural conditions of obtaining significant amounts of flax seeds.

However, the results of gas chromatographic analysis of the content of individual fatty acids in triglycerides of the oil samples that are presented at Figure 3 revealed significant differences.

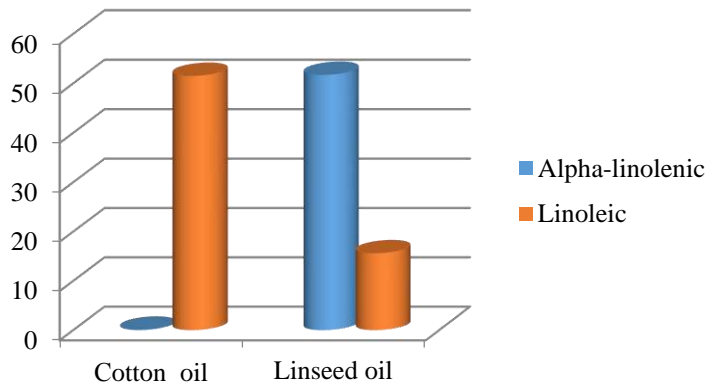


Fig. 3. Fatty acid content

The results for the composition of sample No. 1 (cotton oil) shows the largest amount of linoleic acid, approximately 50% by mass, and a very small amount of linolenic acid, less than 0.1% by mass. This correlates with the results that are available from literature data [6] and confirms the imbalance in the fatty acid composition of refined and unrefined cotton oils, which are widely used in the southern regions of Kazakhstan.

Rapeseed oil and cottonseed oil have similar fatty acid composition. Rapeseed oil contains about 40% linoleic acid and 1% linolenic acid. Corn oil, on the other hand, contains 22% linoleic acid and 8% linolenic acid. Because of this, corn oil can be used to enrich the composition of cottonseed oil.

The highest amount of linolenic acid is found in bilberry oil with a content of about 54%. This makes it the most promising ingredient of blends with a balanced fatty acid composition and that is why it was chosen by us as a source of linolenic acid. But it could be found to be too expensive for mass production.

Based on the results obtained, we proposed two blends based on cottonseed oil and linseed oil. The proposed blend No. 1, in which the ratio of polyunsaturated fatty acids is 10:1, can be recommended for daily use and prophylactic mean in diet.

Sample No. 2 is a product that is characterised by an increased content of flaxseed oil. This is a wonderful supplement that provides a 5:1 ratio of polyunsaturated fatty acids. The richness by flaxseed oil in this product makes it an ideal choice for those interested in therapeutic nutrition. Table 2 shows the compositions of recommended oil blends.

Table 2

Vegetable oil content in blends No. 1 and No. 2

Object number	Actual ratio of polyunsaturated fatty acids	Linseed oil	Cotton oil
Blending 1	10:1	0.09	0.91
Blending 2	5:1	0.25	0.75

The results of physicochemical and organoleptic parameters of the samples of blends 1 and 2 are presented in Table 3.

Table 3

Physic-chemical parameters of blended oils No. 1 and No. 2

Blend number	Linoleic acid content, wt.	Mass fraction of moisture and volatile substances, %	Linolenic acid content, wt.	Peroxide number, $\frac{1}{2}$ O mol/kg	Acid number, mg KOH/g
Blending 1	44.73	0.05	5.83	4.4	0.4
Blending 2	42.68	0.06	7.27	4.7	0.5

The results obtained for the values of acid and peroxide numbers for all blends corresponded to the requirements to unrefined edible oil blends.

It should be noted that the samples with a higher content of linseed oil have lower values of acid and peroxide numbers, which provides some advantage of these blends during production, bottling and storage due to lower oxidative capacity, and, therefore, better preservation of chemical and microbiological influence.

Thus, the results of the conducted research prove the possibility of producing all the proposed blends of vegetable oils, as they all fully meet to the established requirements by organoleptic and physico-chemical parameters.

In addition, the application of gas chromatography method allows to evaluate the compliance with the calculated ratio of PUFAs in the composition of the obtained vegetable oil blends. The results that are presented in Table 3 concerning the ratio of linoleic and linolenic acids in them fully correlate with the previously planned results.

Conclusion. The studies of this work resulted in two new blended vegetable oils based on cottonseed oil that include additives of linseed oil, corn oil and rapeseed oil, which are little used in our country, but widely produced in Belarus and Kazakhstan. Such blending allows to provide the best proportion of ω -3 and ω -6 fatty acids and will increase the biological value of fat goods, and, as well, in technological terms, will enhance high-quality and safe transportation and storage of such a product.

References

1. Kovalenko T.D. Innovacii v predpriyatiyah pishchevoj promyshlennosti: razrabotka novyh vidov produktov pitaniya [Innovation in food industry enterprises: development of new types of food products] // Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma «Nadezhnost' i kachestvo» [Proceedings of the international symposium "Reliability and Quality"], 2011. No. 1. P. 26-31, [in Russian].
2. Ladygin V.V. Konstruirovaniye oksistabil'nyh kompozitsiy rastitel'nyh masel [Design of oxystable compositions of vegetable oils]: dissertation for candidate of technical sciences: 05.18.06 / Ladygin Vasilij Vyacheslavovich. – Krasnodar, 2016. – 150 p., [in Russian].
3. Potashova A.B., Gulyaeva YU.N., Novoselov A.G. Issledovanie reodinamiki jogurtov, obogashchennyh selenom [Study of the rheodynamics of yoghurts enriched with selenium] // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv» [Scientific journal of NRU ITMO. Series "Processes and apparatus of food production"], 2016. No. 1. P. 37-44, [in Russian].
4. Lisicyan A.N. Sovremennyye tekhnologii proizvodstva novyh vidov maslozhirovoj produkcii [Modern technologies for the production of new types of fat and oil products] // Masla i zhiry [Oils and fats], 2014. No. 3-4. P. 30-33, [in Russian].

5. Zajceva L.V. Rol' razlichnyh zhirnyh kislot v pitanii cheloveka pri proizvodstve pishchevyh produktov [The role of various fatty acids in human nutrition during food production] // Pishchevaya promyshlennost' [Food industry], 2010. No.10. P. 60-63, [in Russian].
6. Vladykina D.S., Lamotkin S.A., Kolnogorov K.P., Il'ina G.N., Basharova A.O. Razrabotka kupazhej rastitel'nyh masel so sbalansirovannym zhirnokislotnym sostavom [Development of blends of vegetable oils with a balanced fatty acid composition] // Trudy BGTU. Seriya 2: Himicheskie tekhnologii, biotekhnologiya, geoekologiya [Proceedings of BSTU. Episode 2: Chemical technologies, biotechnology, geoecology], 2015. No. 4 (177). P. 240-245, [in Russian].
7. Bahtin YU.V., Budaeva V.V., Vereshchagin A.L. Effektivnost' ispol'zovaniya kedrovogo masla v kompleksnom lechenii bol'nyh s arterial'noj gipertoniej [The effectiveness of using cedar oil in the complex treatment of patients with arterial hypertension] // Vopr. Pitaniya [Nutrition issues], 2006. No. 1. P. 51-53, [in Russian].
8. Vasil'kova T.V., Polinenasyschennye zhirnye kisloty Omega-3 i Omega-6 v pitanii cheloveka [Polyunsaturated fatty acids Omega-3 and Omega-6 in human nutrition] // Minsk: Belorusskij gosudarstvennyj medicinskij universitet [Minsk: Belarusian State Medical University]. [?] P. 6, [in Russian].
9. Fats and fatty acids in human nutrition: Report of an expert consultation. FAO Food and Nutrition: Paper 91. – Rome: United Nations Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010. – 166 p.
10. Ostrikov A.N., Kopylov M.V. Kupazhirovanoe rastitel'noe maslo – funkcional'nyj produkt pitaniya [Blended vegetable oil – a functional food product] // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya [Advances of modern natural science], 2011. No. 7. P. 171-172, [in Russian].
11. GOST 30418-96 Masla rastitel'nye. Metod opredeleniya zhirnokislotnogo sostava. [Vegetable oils. Method for determining fatty acid composition]. – Introduced 01.01.1998. – Minsk: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification, 2017. – 7 p., [in Russian].
12. GOST 31665-2012 Masla rastitel'nye i zhiry zivotnye. Poluchenie metilovyh efirov zhirnyh kislot. [Vegetable oils and animal fats. Preparation of fatty acid methyl esters]. – Introduced 01.01.2014. –Minsk: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification, 2012. – 11 p., [in Russian].
13. GOST ISO 13299-2015 Organolepticheskij analiz. Metodologiya. Obshee rukovodstvo po sostavleniyu organolepticheskogo profilya. [Organoleptic analysis. Methodology. General Guidelines for Organoleptic Profiling]. – Introduced 01.07.2017. – Moscow Standardinform, 2014. – 24 p., [in Russian].
14. GOST ISO 11037-2013 Organolepticheskij analiz. Rukovodstvo po ocenke cveta pishchevyh produktov [Organoleptic analysis. Guide to Food Color Evaluation]. – Introduced 01.11.2002. – Moscow Standardinform, 2014. – 20 p., [in Russian].
15. GOST 31933-2012 Masla rastitel'nye. Metody opredeleniya kislotnogo chisla i kislotnosti [Vegetable oils. Methods for determining acid number and acidity]. – Introduced 01.01.2014. –Moscow Standardinform, 2019. – 24 p., [in Russian].
16. GOST 26593-85 Masla rastitel'nye.Metod izmereniya perekisnogo chisla [Vegetable oils. Method for measuring peroxide value]. – Introduced 01.01.1986. – Minsk: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification, 1985. – 11 p., [in Russian].

Material received on 20.04.24.

А.Е. Отуншиева¹, С.А. Болегенова¹, С.С. Ветохин², С.А. Ламоткин², А.К. Түлекбаева³

¹эл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті, Минск қ., Беларусь

³М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

ҚАЗАҚСТАНДЫҚ МАҚТА МАЙЫ ЖӘНЕ БЕЛАРУСЬ ЗЫҒЫР МАЙЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕ ТЕҢЕСТІРІЛГЕН МАЙ ҚЫШҚЫЛДЫ ҚҰРАМЫ БАР ӨСІМДІК МАЙЛАРЫНЫҢ ЖАҢА ТҮРІН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Мақалада линол және линолен қышқылдары сияқты қышқылдығы жоғары майларды құрамындағы азырақ майлармен біріктіру негізінде өсімдік майларының жаңа түрлерін әзірлеу бойынша зерттеулердің нәтижелері берілген. Мақта майы құрамындағы линол қышқылының мөлшері барлық басқа майлардан 2 есеге жуық жоғары, ал зығыр майы құрамындағы α -линолен қышқылының мөлшері бойынша барлық басқа майлардан 50 есеге жуық артық екені анықталды, бұл май қышқылдарының оңтайлы құрамы 5:1 және 10:1 қатынасындағы мақта және зығыр майларының қоспасы болып табылады деп қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Мұндай арақатынас ω -3 және ω -6 қышқылдарының қоспасын теңестіруге мүмкіндік береді, сонымен қатар соңғы өнімнің жарамдылық мерзіміне әсер ететін өсімдік майларының тотықтырғыш қабілетілігін төмендетеді.

Тірек сөздер: мақта майы, линол қышқылы, өсімдік май қоспалары, зығыр майы, тағамдық өсімдік майлары, линолен қышқылы, полиқанықпаған май қышқылдары.

А.Е. Отуншиева¹, С.А. Болегенова¹, С.С. Ветохин², С.А. Ламоткин², А.К. Түлекбаева³

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
г. Алматы, Казахстан

²Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь

³Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан

РАЗРАБОТКА НОВОГО ВИДА КУПАЖЕЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ СО СБАЛАНСИРОВАННЫМ ЖИРНО-КИСЛОТНЫМ СОСТАВОМ НА ОСНОВЕ КАЗАХСТАНСКОГО ХЛОПКОВОГО МАСЛА И БЕЛАРУССКОГО ЛЬНЯНОГО МАСЛА

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по разработке новых видов растительных масел, основанных на комбинировании масел с более высоким содержанием таких кислот, как линоленовая и линолевая с маслами, в которых эти содержания более низки. Установлено, что по содержанию линолевой кислоты хлопкового масла, превосходит все остальные масла практически в два раза, а льняное по содержанию α -линоленовой кислоты – практически в 50 раз. Следовательно, оптимальным по жирокислотному составу является купаж из хлопкового и льняного масел в соотношениях 5:1 и 10:1. Такое соотношение позволяет сбалансировать купаж по ω -3 и ω -6 кислотам, а также снизить окислительную способность растительных масел, влияющих на сроки хранения конечного продукта.

Ключевые слова: хлопковое масло, линолевая кислота, купажи растительных масел, льняное масло, пищевые растительные масла, линоленовая кислота, полиненасыщенные жирные кислоты.

МРНТИ 65.09.03

П.М. Маликтаева¹ – основной автор, | ©
К.Ш. Саржанова², Ш.Д. Умирбаева³



¹Канд. техн. наук, ²Канд. техн. наук, доцент, ³Инженер

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-1251-811X> ²<https://orcid.org/0009-0005-9898-8794>

³<https://orcid.org/0009-0009-1614-4184>



^{1,2}Международный Таразский инновационный институт им. Ш. Мұртаза,
г.Тараз, Казахстан

³Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати,
г.Тараз, Казахстан

@

¹Sakosh_78@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/XWYM2030>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТАБЛЕТОК ПОРОШКА КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА

Аннотация. Распадаемость таблеток порошка кисломолочного напитка является одним из важных технологических показателей качества готового изделия. Анализ полученных данных показал, что чем больше времени распадаемости при низкой влажности, таблетка становится прочным, не изменяет физико-механических свойств и долго сохраняет вид и вкусовые качества продукции. Результаты опытов показали, что распадаемость таблетки способствует быстрому разведению частиц спрессованной таблетки.

Ключевые слова: кисломолочный напиток, таблетирование, распадаемость таблеток, время распадаемости, влажность таблетки.



Маликтаева, П.М. Определение качественных показателей таблеток порошка кисломолочного напитка [Текст] / П.М. Маликтаева, К.Ш. Саржанова, Ш.Д. Умирбаева // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №2(84). – С.81-86.
<https://doi.org/10.55956/XWYM2030>

Введение. Одним из основных условий производства в таблетированной промышленности является соответствие готового продукта требованиям действующих нормативных актов и технических документов. Качество выпускаемых таблеток определяется различными показателями, которые подразделяются на следующие группы:

- органолептические;
- физические;
- химические;
- бактериологические;
- биологические.

Определение качества таблетки начинается с оценки ее внешнего вида (органолептических свойств), на которые влияют следующие факторы:

- условия прессования;
- адгезия и когезионные свойства таблетлируемой массы, а также содержание влаги;

- гранулометрическая структура;
- поверхность и точность прессования;
- способ нанесения покрытия и т.д.

Используя штангенциркуль можно определить размер (диаметр, высоту) таблетки в соответствии с типом таблетки по ОСТ 64-072-89, а также цвет и линию раздела. При этом таблетки не должны иметь дефектов по размеру, цвету, покрытию, надписи шрифтом и разделительной линии:

- выступ (поверхность в выступах, прилипшие частицы порошка);
- углубление (лунки, выкрошенные части таблеток);
- грязь или пыль на таблетках;
- мраморный рисунок (неравномерный цвет, локальное изменение цвета);
- сколы (отслаивание или крошка от таблеток для уменьшения толщины);
- слипание;
- крошение;
- деформация (нарушение округлости формы);
- царапины (царапины на поверхности таблетки);
- дефекты покрытия (неровная поверхность покрытия, разная толщина).

Распадаемость таблеток порошка кисломолочного напитка является одним из важных технологических показателей качества готового изделия. Распадаемость определяли по известной методике – определение распадаемости лекарственных форм.

Условия и методы исследования. Распадаемость таблеток определяли на приборе «Eureka». Прибор для контроля распадаемости марки «Eureka» соответствует последним требованиям зарубежных фармакопей. Прибор используют для определения времени распада таблеток, таблеток в оболочке, капсул. Прибор состоит из 2-х сборных корзинок, сосудов для жидкости, термостатического устройства, поддерживающего температуру 37°C и электромеханического устройства, сообщающего корзинкам возвратно-поступательные движения. В каждую трубку сборной корзинки помещают одну таблетку, что позволяет проводить определение распадаемости шести таблеток одновременно, а наличие 2х корзинок позволяет одновременно анализировать два наименования продукции.

За процессом наблюдали визуально. Таблетки считаются распавшимися, если все частицы разрушившихся таблеток прошли через сетку нижнего диска корзинки. Распадаемость таблеток и капсул не должна превышать 30 мин [1].

Определение распадаемости таблеток не дает информации о высвобождении активных веществ (растворении) из распавшейся таблетки и не позволяет сделать заключение о их доступности. Более надежным контролирующим методом является тест-растворение.

Для проведения испытаний использовали таблетки диаметром 16,58 мм, высотой 18 мм и массой 4 г., полученные при давлении прессования 6,0; 7,0; 8 и 10 МПа. Повторность опытов была трехкратной [2].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате экспериментальных исследований получили данные о времени распадаемости таблеток от давления прессования (табл. 1). В таблице 2

представлены результаты математической обработки результатов экспериментальных данных.

Таблица 1

Данные о времени распадаемости таблеток (t) от давления прессования (P)

1 серия опытов		2 серия опытов		3 серия опытов	
P, МПа	t, с	P, МПа	t, с	P, МПа	t, с
6,0	135,0	6,0	150,0	6,0	210,0
7,0	190,0	7,0	200,0	7,0	210,0
8,0	161,0	8,0	174,0	8,0	325,0
9,0	230,0	9,0	240,0	9,0	235,0
10,0	210,0	10,0	230,0	10,0	280,0

Наибольшее отклонение расчетных и экспериментальных значений t составляет 4,3%, что является удовлетворительным результатом. Таким образом функция, описывающая эксперимент зависимости времени распадаемости таблетки t, с от давления P, МПа прессования принимается нами в виде:

$$t=97,25 \cdot E^{0,09368 P} \quad (1)$$

Таблица 2

Результаты математической обработки результатов экспериментальных данных

P, МПа	t, с	Pi ²	lgti	Pi lgti	t _{теор}	$\frac{t_{теор} - t_{эксп}}{t_{эксп}} \times 100\%$
6,0	165	36,0	2,217484	13,3049	170,00	3,03
8,0	220	64,0	2,34242	18,73936	205,74	6,48
10,0	240	100,0	2,38021	23,8021	248,14	3,39
Σ	625	200,0	6,940114	55,84636	623,88	4,3

Зависимость времени распадаемости таблетки от давления прессования была аппроксимирована функциями в виде:

$$t=a_1P+a_2P^2; \quad (2)$$

$$t=a \cdot e^{bt}; \quad (3)$$

$$P_{расп} = -223,9 + 92,8t - 4,64t^2 \quad R=0,99 \quad (4)$$

Коэффициенты этих функций определяли с применением метода наименьших квадратов. На основе анализа устанавливали физические смыслы коэффициентов принимаемых функций [3].

Уравнение (2) при P=0 показывает время распадаемости не прессованных порошков, полностью соответствует реальному процессу.

Поэтому коэффициент a можно принять, как физически обоснованного параметра уравнения.

Результаты опытов показали, что распадаемость таблетки способствует быстрому разъединению частиц прессованной таблетки.

На рисунке 1 приведена кривая распадаемости таблеток от давления прессования, построенная по результатам опытных и расчетных данных. Из

нее следует, что таблетки полученные при давлении прессований в интервале 6-8 МПа распадаются быстрее.

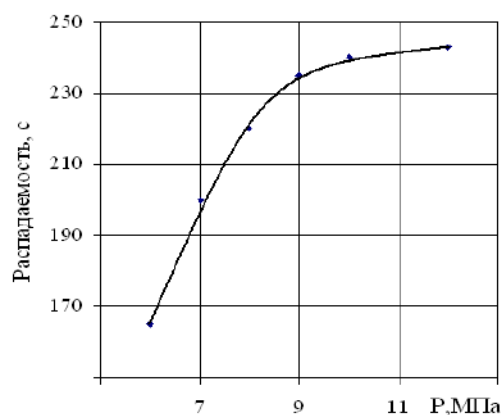


Рис. 1. Зависимость изменения распадаемости таблеток от давления прессования

Вид и запах исследуемой таблетки определяли по органолептическими показателям.

Влажность испытуемого образца определяли по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - c} \times 100\% \quad (5)$$

где: m_1 – масса пакета бумаги с порошком до сушки, г; m_2 – масса пакета бумаги с порошком после сушки, г; c – масса пакета бумаги без порошка, г.

Влажность таблетированной кисломолочной основы имеет большое значение на качество таблетки. По стандартным общепринятым методам влага прессуемой таблетки должна быть в пределах 7-10%. При выполнении исследования влажность таблетированного продукта показала в среднем 7,69%. Исследование влажности таблетки проводили на приборе влагомер ВЧ 5-10 минут при 160°C [4,5] (табл.3).

Таблица 3

Качественные показатели таблеток порошка кисломолочного напитка

№	Наименование показателей	Требование НД	Фактические полученные результаты
1	Описание	Таблетки цилиндрической формы, кремового цвета, со специфическим запахом.	Таблетки цилиндрической формы, кремового цвета, со специфическим запахом. Высота таблеток: 18 мм Диаметр таблеток: 16,58 мм
2	Влажность	7-10 %	7,69 %
3	Распадаемость	110-430 с	при 6,0МПа 165 с при 8,0МПа 220 с при 10,0МПа 240 с

Заключение. Анализ полученных данных показал, что чем больше времени распадаемости при низкой влажности, таблетка становится прочным, не изменяет физико-механических свойств и долго сохраняет вид и вкусовые качества продукции.

Список литературы

1. Государственная Фармакопея Союза Советских Социалистических Республик [Текст]: научное издание / МЗ СССР. - 9-е изд. - М.: Медицина, 1990. - 900 с.
2. Джунисбеков, Т.М. Прессование порошка кисломолочной основы [Текст] / Т.М. Джунисбеков, А. Мынбаева, П.М. Маликтаева, Е.С. Спандияров // Механика и моделирование процессов технологии. - 2002. - № 2. - С. 185-190.
3. Гутер, Р.С. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта [Текст] / Р.С. Гутер, Б.В. Овчинский. - М.: Наука, 1970. - 332-351 с.
4. Маликтаева, П.М. Компрессионные характеристики порошка национального кисломолочного напитка [Текст] / П.М. Маликтаева // Наука и образования Южного Казахстана. - 2006. - № 3. - С. 111-114.
5. Мачихин, Ю.А. Таблетирование пищевых материалов [Текст] / Ю.А. Мачихин, Г.Г. Зурабишвили. - М.: Пищевая промышленность, 1978. - 129-132 с.

Материал поступил в редакцию 17.05.24.

П.М. Маликтаева¹, К.Ш. Саржанова¹, Ш.Д. Умирбаева²

¹*Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз инновациялық институты, Тараз қ., Қазақстан*

²*М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан*

ҚЫШҚЫЛ СҮТТІ СУСЫН ҰНТАҒЫ ТАБЛЕТКАЛАРЫНЫҢ САПАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН АНЫҚТАУ

Аңдатпа. Ашыған сүт сусынының ұнтақ таблеткаларының ыдырауы дайын өнім сапасының маңызды технологиялық көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Алынған мәліметтерді талдау төмен ылғалдылықта ыдырау уақыты неғұрлым ұзағырақ болса, таблетка төзімді болады, физикалық-механикалық қасиеттерін өзгертпейді және өнімнің сыртқы түрі мен дәмін ұзақ уақыт сақтайды. Тәжірибе нәтижелері таблетканың ыдырауы сығылған таблетка бөлшектерінің жылдам ыдырауына ықпал ететінін көрсетті.

Тірек сөздер: ашытылған сүт сусыны, таблеткалау, таблетканың ыдырауы, ыдырау уақыты, таблетка ылғалдылығы.

P.M. Maliktaeva¹, K.Ch.Sarzhanova¹, S.D. Umirbaeva²

¹*International Taraz Innovative Institute named after Sh. Murtaza, Taraz, Kazakhstan*

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

DETERMINATION OF QUALITATIVE INDICATORS OF FERMENTED MILK DRINK POWDER TABLETS

Abstract. The disintegration time of fermented milk drink powder tablets is one of the important technological indicators of finished product quality. The analysis of the obtained data showed that the longer disintegration time at low humidity, the tablet becomes durable, does not change physical and mechanical properties and retains the

appearance and taste qualities of the product for a long time. The results of the experiments showed that tablet disintegrability favours rapid disintegration of compressed tablet particles.

Keywords: fermented milk drink, tableting, tablet disintegration, disintegration time, tablet moisture.

References

1. Gosudarstvennaya Farmakopeya Soyuzo Sovetskikh Sotsialisticheskikh Respublik [State Pharmacopoeia of the Union of Soviet Socialist Republics]: scientific publication / Ministry of Health of the USSR. - 9th ed. - Moscow: Medicine, 1990. – 900 p., [in Russian].
2. Dzhunisbekov T.M., Mynbayeva A., Maliktayeva P.M., Spandiyarov Ye.S. Pressovaniye poroshka kislomolochnoy osnovy [Pressing fermented milk base powder] // Mekhanika i modelirovaniye protsessov tekhnologii [Mechanics and modeling of technology processes], 2002. No. 2. P. 185-190, [in Russian].
3. Guter R.S., Ovchinskiy B.V. Elementy chislennogo analiza i matematicheskoy obrabotki rezul'tatov opyta [Elements of numerical analysis and mathematical processing of experimental results]. – Moscow: Science, 1970. – 332-351 p., [in Russian].
4. Maliktayeva P.M. Kompessionnyye kharakteristiki poroshka natsional'nogo kislomolochnogo napitka [Compression characteristics of national fermented milk drink powder] // Nauka i obrazovaniya Yuzhnogo Kazakhstana [Science and education of Southern Kazakhstan], 2006. No. 3. P. 111-114, [in Russian].
5. Machikhin YU.A., Zurabishvili G.G. Tabletirovaniye pishchevykh materialov [Tableting of food materials]. – Moscow: Food Industry, 1978. – 129-132 p., [in Russian].

МРНТИ 65.09.05

К.Ш. Саржанова¹ – основной автор, | ©
П.М. Маликтаева²



¹Канд. техн. наук, доцент, ²Канд. техн. наук

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0005-9898-8794> ²<https://orcid.org/0000-0002-1251-811X>



¹Международный Таразский инновационный институт им. Ш. Мұртаза,



г.Тараз, Казахстан



¹sarzhanova50@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/CQYI8171>

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА «ТОЛОКНА» ИЗ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

Аннотация. В статье освещены результаты экспериментального исследования влияния условий ВТО зерна кукурузы на потребительские свойства «толокна», определяемые органолептическими показателями. Показано, что за счет использования речного песка достигается равномерное прокаливание всей поверхности, как отдельно взятого зерна кукурузы так и всей массы. Установлены режимы позволяющие получить «толокно» с хорошими органолептическими показателями.

Ключевые слова: толокно, ВТО, кукуруза, песок, органолептические показатели.



Саржанова, К.Ш. Пути улучшения качества «толокна» из зерна кукурузы [Текст] / К.Ш. Саржанова, П.М. Маликтаева // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №2(84). – С.87-91. <https://doi.org/10.55956/CQYI8171>

Введение. В настоящее время, наряду с другими важнейшими задачами предусматривается создание изобилия продовольствия в стране, дальнейшее повышение материального благосостояния народа, что требует создания и внедрения новой техники и технологии в пищевой промышленности. Наряду с этим, необходимо расширить и ассортимент вырабатываемой продукции, в том числе и традиционных национальных продуктов [1]. Одним из таких продуктов является кукурузное «толокно» для приготовления которой используется кукурузная крупа кустарной выработки.

Условия и методы исследования. «Толокно» является традиционным национальным продуктом, отличающимся оригинальными вкусовыми и органолептическими показателями. Эффективность получения кукурузного «толокна» может быть повышена проведением ВТО, вследствие направленных изменений потребительского достоинства и химического состава сырья.

В Казахстане и других странах Центральной Азии «толокно», получаемую путем глубокой гидротермической обработки кукурузы, производят кустарным способом и в ограниченном количестве, хотя спрос на этот высококалорийный продукт очень велик [2]. Из за отсутствия

механизированных технологических линий в промышленности, выпускающих эту продукцию в требуемом количестве, сдерживается производство и расширение ассортимента традиционных национальных блюд [3]. Разработка эффективной технологии и создание соответствующего оборудования для производства кукурузного «толокна» возможны на основе проведения экспериментальных исследований и научного обоснования рациональных параметров гидротермической обработки кукурузы [4].

Исследования проводились на образцах рядовой кукурузы Жамбылской области в соответствии с общепринятыми правилами [5]. Кукуруза обрабатывалась на специально изготовленной лабораторной установке, которая позволяла проводить необходимые режимы водно-тепловой обработки. Необходимое число повторностей опытов устанавливали исходя из погрешности метода измерения в точности результатов при доверительной вероятности 0,95. Водно-тепловую обработку проводили по схеме включающей очистку, мойку, варку и обжаривание кукурузы с использованием песка в варочном котле.

Для выявления оптимального способа ВТО кукурузы были изучены 5 вариантов обработки. Во всех случаях обработки соотношение воды и зерна брали 3:1, кроме варианта III. Влажность зерна доводили до 40-45%, что было принято за критерий готовности при варке.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследования было установлено, что по варианту I зерно достигает готовности за 20-24 минуты. По варианту II продолжительность варки сокращалась до 25-29 и 10-14 минут соответственно. По варианту III длительность пропаривания составляла 120-150 минут, по варианту IV за 220-120 минут соответственно. Таким образом, очевидно, что длительность ВТО зависит от применяемого способа и от исходной температуры воды, поскольку эти два фактора определяют скорость увлажнения зерна [6]. В таблице 1 показаны Органолептические показатели «толокна» полученные при различных режимах ВТО.

Таблица 1

Органолептические показатели «толокна» полученные при различных режимах ВТО

Вариант обработки	Режимы обработки	Цвет	Запах	Вкус
I вариант	Варка зерна в воде с исходной температурой 70-80 ⁰ С	желтый ровный	слабоощутимый запах «толокна»	хороший
II вариант	Варка зерна предварительно замоченного в воде с температурой 18 и 50 ⁰ С	желто-серый	слабоощутимый запах «толокна»	Удовлетворительный
III вариант	Пропаривание зерна над кипящей водой	бледно-желтый	пропаренного зерна не свойственный «толокну»	сырого крахмала
IV вариант	Предварительная замочка в воде с температурой 18 и 50 ⁰ С без варки	желто-серый	сырого зерна не свойственный «толокну»	сырого крахмала

Скорость увлажнения в воде при температуре 70-80°C выше, чем при температуре 18-20°C. Так за первые 10 минут влажность зерна в горячей воде достигает 30-32%, а за последующие 14 минут возрастает лишь на 11%, тогда как во втором случае зерно увлажняется равномерно в течении всего периода варки. Результаты исследований показали, что варка зерна кукурузы является важной технологической операцией, определяющей вкусовые достоинства. Из всех вариантов ВТО «толокно» с хорошими органолептическими показателями получается при I варианте, т.е. при варке зерна в воде с исходной температурой 75°C и продолжительности варки 22 мин (табл. 1). Пропаривание и предварительное замачивание зерна с последующей варкой и без варки приводили к разному потемнению «толокна», которая теряла специфический аромат и вкус. ВТО кукурузы неизбежно сопровождается разваривание мелких, битых и поврежденных зерен, что снижает выход доброкачественного толокна. Поэтому на переработку в «толокно» необходимо направлять зерно с минимальным содержанием мелких, битых и поврежденных зерен.

Заключительным этапом обработки кукурузы при выработке «толокна» является обжаривание. При традиционном способе зерно после варки обжаривается в котле до определенной влажности. При таком варианте процесс обжаривания протекает неравномерно, т.к. зерно прилипая к горячей поверхности котла подгорают, ухудшается цвет и вкусовые качества готовой продукции. Для предотвращения прилипания в некоторых случаях обжаривание проводят с небольшим добавлением растительного масла, что ухудшает сохранность готового «толокна». Поэтому для решения всех этих проблемами предложено обжаривание зерна кукурузы с использованием песка, прошедшей процесс варки принятой за оптимальную.

С этой целью исследовали термическую обработку кукурузы при следующих режимах (табл. 2). Результаты исследований показали, оптимальным режимом термообработки кукурузы является IV вариант при температуре 250°C, продолжительностью обжаривания 15 минут, толокно при этом имело ровную ярко-желтую окраску, ароматный запах, хороший без горечи сладковатый вкус. Повышение температуры выше 250°C сопровождалось потемнением цвета «толокна» до желто-коричневого цвета. «Толокно» полученное обжариванием кукурузы при температуре ниже 220°C, имело привкус сырого крахмала и бледный оттенок, отсутствовал аромат «толокна». Установлено, что при использовании песка происходит равномерное обжаривание всех зерен и отдельных частей зерна кукурузы при температуре песка 250°C, длительность обжаривания сокращается до 15 мин.

Таблица 2

Влияние термообработки зерна на органолептические показатели готового «толокна»

Вариант обработки	Режимы обработки		Органолептические показатели		
	температура песка при обжаривании в °C	продолжительность обжарки в мин.	цвет	запах	вкус
1	2	3	4	5	6
I вариант	100	30	бледно-желтый	Слабоощутимый запах «толокна»	Удовлетворительный

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
II вариант	150	25	бледно-желтый	Слабоощутимый запах «толокна»	удовлетворительный
III вариант	200	20	желтый	Свойственный запах «толокна»	хороший без горечи
IV вариант	250	15	ярко-желтый	ароматный запах «толокна»	хороший без горечи, сладковатый
V вариант	300	20	желто-коричневый	горелый	сильно отдает горечь

Заключение:

1. Исследованиями установлено, что при подготовке кукурузы его необходимо промывать теплой водой (25-30°C), с последующим механическим обезвоживанием.

2. Обязателен также отбор мелкой фракции зерна проходом сита Ø2,5 мм, а также битых и испорченных зерен.

3. Варка зерна кукурузы в воде с температурой 75°C позволяет получить сырье для толокна с хорошими органолептическими показателями.

4. При обжаривание зерна кукурузы с использованием песка при температуре 250°C и продолжительности обработки в течении 22 минут получили продукт с наилучшими органолептическими показателями и химическим составом.

Список литературы

1. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/home/ru/>.
2. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stat.gov.kz>.
3. Коновалов, К.Л. Создание качественно новых продуктов с заданными свойствами [Текст] / К.Л. Коновалов, А.И. Лосева, М.Т. Шульбаева, Н.В. Печеник // Пищевая индустрия. – 2012. – № 5. – С. 9-12.
4. Анисимова, Л.В. Исследование способа гидротермической обработки зерна проса без пропаривания [Текст] / Л.В. Анисимова, Е.Я. Некрасова // Ползуновский альманах. – 1999. – № 3. – С. 104 -105.
5. Анисимова, Л.В. Распределение влаги в зерне крупяных культур при увлажнении и отволаживании [Текст] / Л.В. Анисимова // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2015. – № 1. – С.60-62.

Материал поступил в редакцию 17.05.24.

К.Ш. Саржанова¹, П.М. Маликтаева¹

¹Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз инновациялық институты,
Тараз қ., Қазақстан

ЖҮГЕРІ ДӘНІНЕН ЖАСАЛҒАН «ТАЛҚАННЫҢ» САПАСЫН ЖАҚСARTU ЖЭОЛДАРЫ

Аңдатпа. Мақалада жүгері дәнінің СЖӨ шарттарының органолептикалық көрсеткіштермен анықталатын «талқанның» тұтынушылық қасиеттеріне әсерін эксперименттік зерттеу нәтижелері көрсетілген. Өзен құмын пайдалану арқылы жеке жүгері дәндерінің де, бүкіл массаның да біркелкі қуырылуына қол жеткізілетіні көрсетілген. Жақсы органолептикалық сипаттамалары бар «талқан» алуға мүмкіндік беретін режимдер белгіленді.

Тірек сөздер: сұлы жармасы, СЖӨ, жүгері, құм, органолептикалық сипаттамалар.

K.Ch.Sarzhanova¹, P.M. Maliktaeva¹

¹International Taraz Innovative Institute named after Sh. Murtaza, Taraz, Kazakhstan

WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF "OATMEAL" FROM CORN GRAIN

Abstract. The article highlights the results of an experimental study of the influence of WTO conditions of corn grain on the consumer properties of oatmeal, determined by organoleptic indicators. It has been shown that through the use of river sand, uniform calcination of the entire surface, both individual corn grains and the entire mass, is achieved. Regimes have been established that make it possible to obtain "oatmeal" with good organoleptic characteristics.


Keywords: oatmeal, WTO, corn, sand, organoleptic characteristics.

References


1. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.fao.org/home/ru/>, [in Russian].
2. Bureau of National Statistics of the Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan [Electronic resource]. – Access mode: <http://stat.gov.kz>, [in Russian].
3. Konovalov K.L., Loseva A.I., Shulbayeva M.T., Pechenik N.V. Sozdaniye kachestvenno novykh produktov s zadannymi svoystvami [Creation of qualitatively new products with specified properties] // Pishchevaya industriya [Food industry], 2012. No. 5. P. 9-12, [in Russian].
4. Anisimova L.V., Nekrasova Ye.YA. Issledovaniye sposoba gidrotermicheskoy obrabotki zerna prosa bez proparivaniya [Research on the method of hydrothermal processing of millet grain without steaming] // Polzunovskiy al'manakh [Polzunovsky almanac], 1999. No. 3. P. 104 -105, [in Russian].
5. Anisimova, L.V. Raspredeleniye vlagi v zerne krupyanykh kul'tur pri uvlazhnenii i otvolazhivanii [Distribution of moisture in the grain of cereal crops during moistening and dampening] // News of Universities. Food technology, 2015. No. 1. P.60-62, [in Russian].

IRSTI 65.59.15

Zh. Zhamekova¹ – main author, ©
U. Chomanov², Zh. Iskakova³,
Zh. Kussainova⁴, M. Kaldarbekova⁵

 ¹Master of Technical Sciences, ²Doctor of Technical Sciences, Professor,
³Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
⁴PhD, Associate Professor, ⁵PhD, Senior Lecturer

ORCID ¹<https://orcid.org/0000-0002-4983-3340> ²<https://orcid.org/0000-0002-5594-8216>
³<https://orcid.org/0000-0002-2688-0670> ⁴<https://orcid.org/0000-0002-3278-2954>
⁵<https://orcid.org/0000-0002-0103-307X>

 ^{1,3,4}Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan
²Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Kazakhstan
⁵Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan


@ ¹zhazirazhamekova@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/KJYF4411>

FEATURES OF INDICATORS OF REPLACEABLE AND NON- REPLACEABLE AMINO ACIDS IN YOUNG CATTLE CUTS

Abstract. The article presents the results of a study of nonessential (arginine, proline, serine, alanine, glycine) and essential (lysine, tyrosine, phenylalanine, histidine, leucine + isoleucine, methionine, valine, threonine) amino acids in the cuts of young cattle of Auliekol, Galloway and Hereford stall-fed breeds. The results of studying the total amount of essential amino acids (lysine, tyrosine, phenylalanine, histidine, leucine + isoleucine, methionine, valine, threonine) in commercial cuts of cattle of various breeds have established that, in terms of the number of essential amino acids, the highest indicators are in 3 cuts: the inner part of the hip cut – $10.05 \pm 0.46\%$, upper leg, long-cut – $10.345 \pm 0.48\%$, flank – 13.82 ± 0.54 .

Keywords: amino acids, cuts, carcass cutting, carcass weight, young cattle.

 Zhamekova Zh., Chomanov U., Iskakova Zh., Kussainova Zh., Kaldarbekova M. Features of indicators of replaceable and non-replaceable amino acids in young cattle cuts // *Mechanics and Technology / Scientific journal.* – 2024. – No.2(84). – P.92-98. <https://doi.org/10.55956/KJYF4411>

Introduction. Most amino acids can be synthesized by the body during metabolism. Other (irreplaceable) amino acids: lysine, histidine, arginine, threonine, methionine, valine, leucine, isoleucine, phenylalanine, and tryptophan are not synthesized, which requires additional inclusion in the diet.

The measure of total metabolism in animals is the efficiency of the use of absorbed amino acids for deposition from the total pool of protein that entered the body with the feed, the limiting value of which in individual feeds is not shown for polygastric animals. Amino acid deficiency is accompanied by metabolic disorders, reduced growth, development and economic efficiency of growing productive animals. There are several ways to modify the amino acid composition by using proteins that are resistant to degradation in the rumen and have an amino acid

profile available to the animal body. Only due to this it is possible to favorably complement the composition of the proteins of rumen microorganisms. Another significant way to regulate amino acids in the gut is through the use of chemically isolated synthetic amino acids [1].

Inclusion of high amino acids in the diet stimulates early maturity of beef type animals, i.e. natural stimulation at an early age ensures obtaining of slaughter conditions and quality characteristics of meat by 15- 18 months of age [2-3].

Our findings are consistent with Huang VJ colleagues (2016), who, using a mixture of amino acids, found that lysine and methionine are the first critical amino acids in cattle diets. It is known that lysine participates in the synthesis of nucleoproteins and hemoglobin. He is inert in these metabolic processes. The irreplaceable amino acid methionine is involved in the formation of creatinine, choline, noradrenaline, etc. Scientists have found that a lack of this amino acid impairs the metabolism and many organs [4-6].

Materials and methods. The amino acid composition of proteins was determined on an amino acid analyzer “Kapel 105M”. Amino acid balance of meat products was characterized by amino acid scoring and biological value criteria: amino acid coefficient, coefficient of protein snailiness, indicator of comparable redundancy of amino acid composition of protein.

Research results. Calves of Auliekol, Galloway and Hereford breeds with an average weight of 220-225 kg, at the age of 10 months at the beginning of the experiment.

Study of replaceable (arginine, proline, serine, alanine, glycine) and irreplaceable (lysine, tyrosine, phenylalanine, histidine, leucine + isoleucine, methionine, valine, threonine) amino acids in cuts of young cattle of Auliekol, Galloway and Hereford breeds of stall-fed.

We studied the amino acid composition of the main 14 trade cattle cuts of two different breeds of stall-fed - Auliekol and Galloway. The results of the studies have been placed as diagrams in Figures 1 and 2.

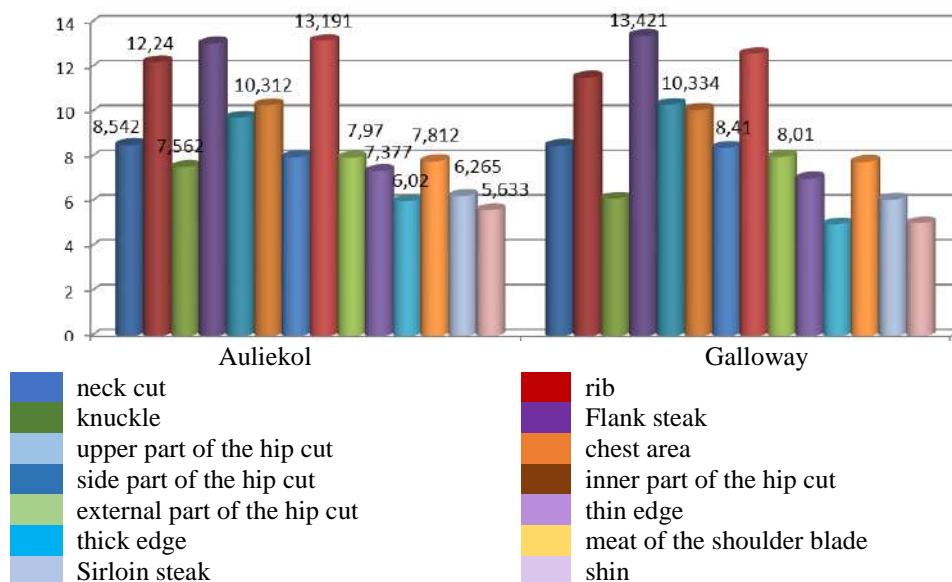


Fig. 1. Replaceable amino acids of basic cuts of cattle of Auliekol and Galloway breeds of stall-fed, %

The study of replaceable amino acids (arginine, proline, serine, alanine, glycine) in 14 cuts of cattle of Auliekol and Galloway breeds of stall-fed found that the amount of the above amino acids favorably differs Auliekol breed in 10 cuts: neck cut – 8.542%, rib – 12.24%, knuckle – 7.562% , chest area – 10.312%, inner part of the hip cut – 13.191%, thin edge – 7.377%, thick edge – 6.02%, meat of the shoulder blade – 7.812%, Sirloin steak – 6.265%, shin – 5.633%), and the Galloway breed in 4 (Flank steak – 13.421%, upper part of the hip cut – 10.334%, side part of the hip cut – 8.41%, external part of the hip cut – 8.01%).

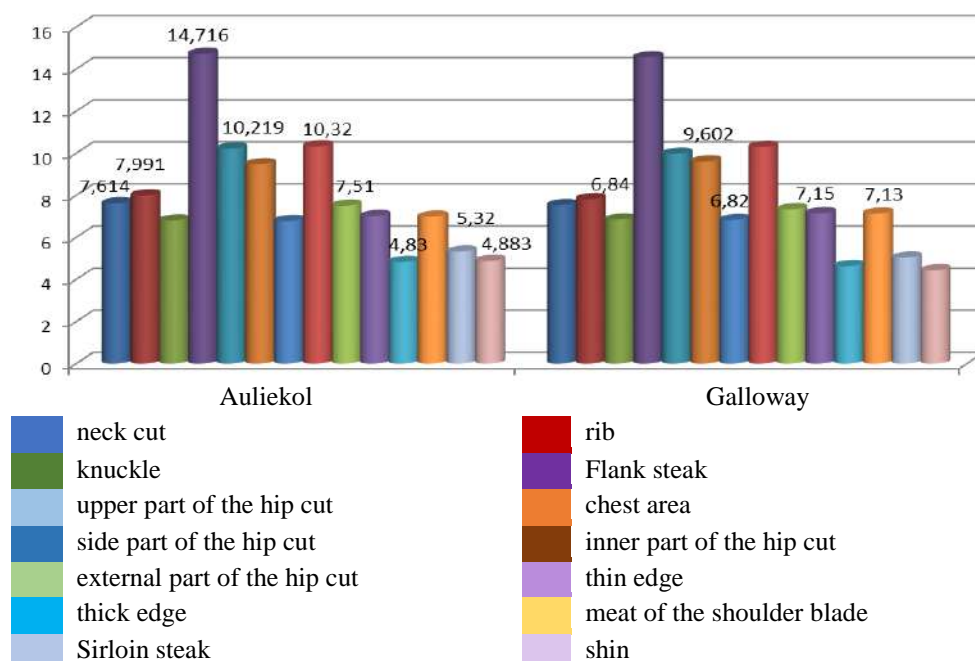


Fig. 2. Irreplaceable amino acids of basic cuts of cattle of Auliekol and Galloway breeds of stall-fed, %

The study of the total number of irreplaceable amino acids (lysine, tyrosine, phenylalanine, histidine, leucine + isoleucine, methionine, valine, threonine) found that the number of irreplaceable amino acids is highest in 9 cuts of Auliekol breed (neck cut – 7.614%, rib – 7.991%, Flank steak – 14.716%, upper part of the hip cut – 10.219% , inner part of the hip cut – 10.32%, external part of the hip cut – 7.51%, thick edge – 4.83%, Sirloin steak – 5.32%, shin – 4.883%) and 5 cuts of Galloway breed (knuckle – 6.84%, chest area – 9.602%, side of the hip cut – 6.82%, thin edge – 7.15%, meat of the shoulder blade – 7.13%).

We also studied the replaceable (arginine, proline, serine, alanine, glycine) and irreplaceable (lysine, tyrosine, phenylalanine, histidine, leucine + isoleucine, methionine, valine, threonine) amino acids in cuts of young cattle of Hereford breed (Figs. 3 and 4).

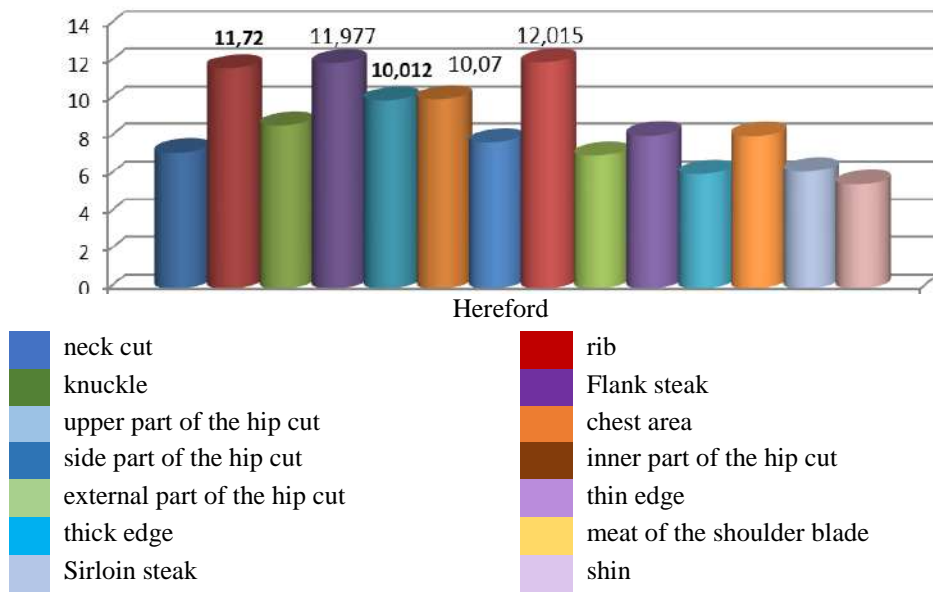


Fig. 3. Replaceable amino acids of Hereford cattle cuts, %

When examining the replaceable amino acids in 14 cuts of cattle of a Hereford breed of stall-fed, it was found that the amount of the above amino acids favorably differs in the following cuts: part of the hip cuts – $10.012 \pm 0.45\%$, chest area – $10.07 \pm 0.46\%$, rib – $11.72 \pm 0.49\%$, Flank steak – $11.977 \pm 0.51\%$, inner part of the hip cut – $12.015 \pm 0.52\%$.

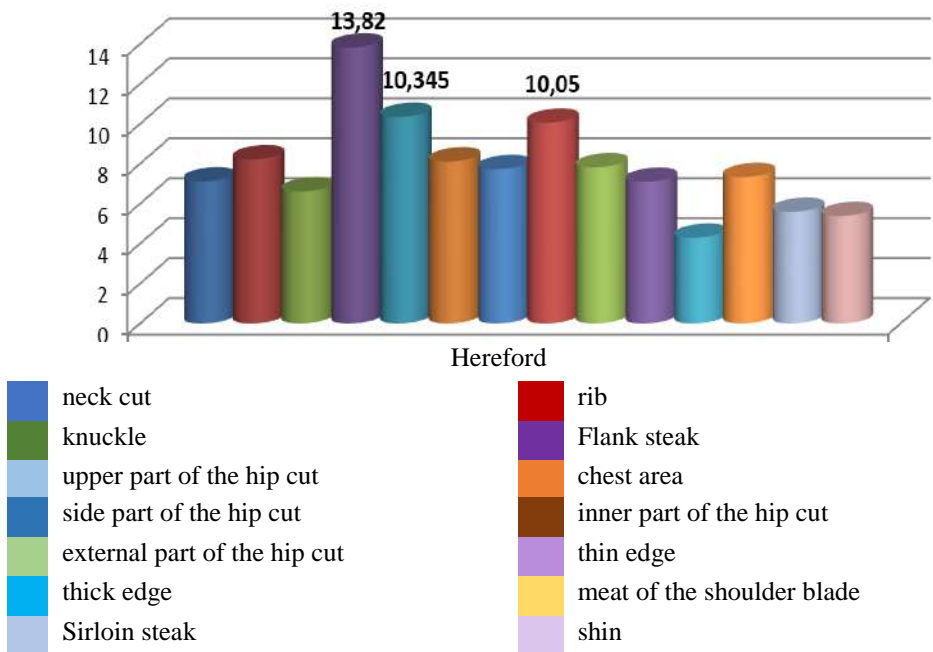


Fig. 4. Irreplaceable amino acids of Hereford cattle cuts, %

The result of studying the total amount of irreplaceable amino acids (lysine, tyrosine, phenylalanine, histidine, leucine + isoleucine, methionine, valine,

threonine) in trade cattle cuts of different breeds found that by the number of irreplaceable amino acids the highest indicators for 3 cuts (inner part of the hip cut – $10.05 \pm 0.46\%$, upper part of the hip cut – $10.345 \pm 0.48\%$, Flank steak – 13.82 ± 0.54). We analyzed the amino acid composition of beef from various literature sources near and far abroad. The results are in Table 1.

Table 1
Content of amino acids in beef (in % of the eatable part of product)

Name of amino acids	Sources			
	Amino acids % MedlinePlus Encyclopedia, 2015	"Merchandise's Handbook: Food Taxonomy" www.comodity.ru	"Amino Acids in Human Nutrition" by Yu.A. Lysikov, State University Institute of Nutrition	Skurikhin I.M. "Tables of Chemical Composition and Caloric Content of Russian Foodstuffs".
<i>Replaceable, in %:</i>				
arginine	1.27	1.03	0.65	1.04
proline	0.7	0.7	0.68	0.69
serine	0.78	0.79	0.76	0.78
alanine	1.12	1.1	1.13	1.09
glycine	1.19	0.91	0.9	0.94
<i>Irreplaceable, in %</i>				
lysine	1.66	1.59	0.86	1.59
tyrosine	0.63	0.65	0.65	0.66
phenylalanine	0.77	0.71	0.45	0.8
histidine	0.63	0.45	0.3	0.71
leucine	1.56	1.48	0.87	1.48
isoleucine	0.89	0.78	0.45	0.78
methionine	0.51	0.44	0.32	0.45
valine	0.97	1.03	0.59	1.03
threonine	0.78	0.8	0.53	0.8
tryptophan	0.13	0.21	0.12	0.21
Total:				
Replaceable	5.06	4.53	4.12	4.54
Irreplaceable	8.53	8.14	5.14	8.51
general	13.59	12.76	9.26	13.05

In a study of the replaceable and irreplaceable amino acids in beef, based on various sources, we were able to find that almost identical figures in proline – 0.68-0.7%, serine – 0.76-0.79%, alanine – 1.09-1.13%, tyrosine – 0.63-0.66%; But there are also significant differences among the authors, for example, arginine – from 0.65 to 1.27%, lysine from 0.86 to 1.66% and Leucine from 0.87 to 1.56%. The highest indicator for total amino acid composition 13.59%, and the lowest – 9.26%.

Discussion of scientific results. Thus, studies of the total amount of essential amino acids (lysine, tyrosine, phenylalanine, histidine, leucine+isoleucine, methionine, valine, threonine) in commercial cuts of cattle of different breeds have given us the following indicators that the number of essential amino acids is highest in 3 cuts – inner part of the hip cut, upper part of the hip cut, flank steak. These studies allowed us to analyze the amino acid composition of beef according to various literature sources from near and far abroad.

Conclusion. Thus, we studied the amino acid composition of natural anatomical parts of the Auliekol, Kazakh white-headed and Gallovian cattle breeds. The study of replaceable amino acids (arginine, proline, serine, alanine, glycine) in cattle cuts of different breeds found that the number of the above amino acids favorably differs Kazakh white-headed breed in 7 cuts; Auliekol breed – 1; Galloway – 1. The result of studying the total amount of irreplaceable amino acids (lysine, tyrosine, phenylalanine, histidine, leucine + isoleucine, methionine, valine, threonine) in trade cattle cuts of different breeds found that the highest indicators for the number of irreplaceable amino acids in 5 cuts of Kazakh whitehead breed; Auliekol breed – 3; Galloway – 1.

We studied replaceable (arginine, proline, serine, alanine, glycine) and irreplaceable (lysine, tyrosine, phenylalanine, histidine, leucine + isoleucine, methionine, valine, threonine) amino acids in cuts of young cattle of Auliekol, Galloway and Hereford breeds of stall-fed. As a result, we determined that in terms of the number of the above-mentioned replaceable amino acids favourably differs Auliekol breed in 10 cuts: neck cut – 8.542%, rib – 12.24%, knuckle – 7.562% , chest area – 10.312%, inner part of the hip cut – 13.191%, thin edge – 7.377%, thick edge – 6.02%, meat of the shoulder blade – 7.812%, sirloin steak – 6.265%, shin – 5.633%), and the Galloway breed in 4 (Flank steak – 13.421%, upper part of the hip cut – 10.334%, side part of the hip cut – 8.41%, external part of the hip cut – 8.01%); irreplaceable amino acids are highest in 9 cuts of Auliekol breed (neck cut – 7.614%, rib – 7.991%, Flank steak – 14.716%, upper part of the hip cut – 10.219%, inner part of the hip cut – 10.32%, external part of the hip cut – 7.51%, thick edge – 4.83%, sirloin steak – 5.32%, shin – 4.883%) and 5 cuts of Galloway breed (knuckle – 6.84%, chest area – 9.602%, side part of the hip cut – 6.82%, thin edge – 7.15%, meat of the shoulder blade – 7.13%).

References

1. Gálvez F., Maggiolino A., Domínguez R., Pateiro M., Gil S., De Palo P., Lorenzo J.M. Nutritional and meat quality characteristics of seven primal cuts from 9-month-old female veal calves: a preliminary study // *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2019. Vol. 99, No. 6. P. 2947-2956. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9508>.
2. Kenenbay G., Chomanov U., Tultabayeva T., Shoman A., Tultabayev N. Study of Sausage Products Prepared Using Biologically Active Additives from Sprouted Wheat and Cattle by Products // *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 2024. Vol. 2, No. 19. P. 133-141. <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2024.133.141>.
3. Zhamekova Zh., Chomanov U. Development of a technological scheme for cutting and deboning veal carcasses with international standards // *The Journal of Almaty Technological University*, 2024. Vol. 1, No. 143. P. 45-52, [in Kazakh] <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-1-45-52>.
4. Akhmetova V., Balji Y., Kandalina Y., Issayeva K., Zamaratskaia G. Self-reported consumption frequency of meat and fish products among young adults in Kazakhstan // *Nutrition and Health*, 2024. Vol. 2, No. 30. P. 309-318. <https://doi.org/10.1177/0260106022111423>.
5. Uzakov Y.M., Yessengaziyeva A.N., Kaimbayeva L.A., Chernukha I.M., Kaldarbekova M.A., Kozhahieva M.O. The Effect Of Hydrolysis Of The Enzyme Protepsin On The Ph And Moisture Binding Capacity Of Second-Rate Beef // *The Journal of Almaty Technological University*, 2022. No. 2. P. 97-101, [in Kazakh] <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-1-97-101>.
6. Jumabekova G., Erzhighitov E., Serikkyzy M., Chendagulova M., Mamaeva L., Zetbek G. Investigation of the quality of semi-smoked sausages in the haccp system

integrated by enterprises on the manufacture of meat and meat production // The Journal of Almaty Technological University, 2019 No. 1. P. 16-20, [in Russian].

Material received on 02.04.24.

**Ж.Ж. Жамекова¹, У. Чоманов², Ж.А. Исакова¹,
Ж.А. Кусаинова¹, М.Ә-А. Қалдарбекова³**

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан
²Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері Ғылыми зерттеу институты,
Алматы қ., Қазақстан

³Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ЖАС ІРІ ҚАРА МАЛЫНЫҢ АНАТОМИЯЛЫҚ БӨЛІГІНІҢ АЛМАСТЫРҒЫШ АМИНҚЫШҚЫЛДАРЫН ЖӘНЕ АМИНҚЫШҚЫЛДАР КӨРСЕТКІШТЕРІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. Әулиекөл, галловей және герефорд тұқымдарынан жас ірі қара малдың табиғи анатомиялық бөлігінің алмастырғыш аминқышқылдары (аргинин, пролин, серин, аланин, глицин) және маңызды аминқышқылдары (лизин, тирозин, фенилаланин, гистидин, лейцин + изолейцин, метионин, валин, треонин) зерттелінді. Зерттеу нәтижесінде әр түрлі тұқымды ірі қара малдың коммерциялық кебекіндегі алмастырылмайтын аминқышқылдарының (лизин, тирозин, фенилаланин, гистидин, лейцин+изолейцин, метионин, валин, треонин) жалпы санын зерттеу нәтижелері алмастырылмайтын аминқышқылдарының саны бойынша ұшаның 3 бөлігінде ең жоғары көрсеткіш анықталды: жамбас кесуінің ішкі бөлігі – $10,05 \pm 0,46\%$, жамбас кесуінің жоғарғы бөлігі – $10,345 \pm 0,48\%$, Пашина – $13,82 \pm 0,54$.

Тірек сөздер: амин қышқылдары, кесектер, ұшаларды мүшелу, сойыс салмағы, ірі қара малдың төлі.

**Ж.Ж. Жамекова¹, У. Чоманов², Ж.А. Исакова¹,
Ж.А. Кусаинова¹, М.А-А. Калдарбекова³**

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет,
г. Алматы, Казахстан

²Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Алматы, Казахстан

³Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАМЕНИМЫХ И НЕЗАМЕНИМЫХ АМИНОКИСЛОТ В ОТРУБАХ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Аннотация. В статье представлены результаты исследования заменимых (аргинин, пролин, серин, аланин, глицин) и незаменимых (лизин, тирозин, фенилаланин, гистидин, лейцин + изолейцин, метионин, валин, треонин) аминокислот в отрубях молодняка крупного рогатого скота аулиекольской, галловейской и герефордской породы стойлового откорма. Результаты изучения общего количества незаменимых аминокислот (лизин, тирозин, фенилаланин, гистидин, лейцин+изолейцин, метионин, валин, треонин) в торговых отрубях КРС различных пород установили, что по количеству незаменимых аминокислот самые высокие показатели у 3 отрубей: внутренняя часть тазобедренного отруба – $10,05 \pm 0,46\%$, верхняя часть тазобедренного отруба – $10,345 \pm 0,48\%$, пашина – $13,82 \pm 0,54$.

Ключевые слова: аминокислоты, отрубы, разделка туш, убойный вес, молодняк крупного рогатого скота.

IRSTI 65.59.15

Ya. Uzakov¹ – main author, | ©
M. Kozhakhieva², M. Kaldarbekova³, K. Makangali⁴



¹Doctor of Technical Sciences, ^{2,3,4}PhD, Senior Lecturer

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0001-2878-7170> ²<https://orcid.org/0000-0001-5767-5154>

³<https://orcid.org/0000-0002-0103-307X> ⁴<https://orcid.org/0000-0003-4128-6482>



^{1,2,3}Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan



⁴S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

@

¹kaldarbekovam@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/MXFY1640>

OPTIMIZATION OF PROTEIN HYDROLYSIS CONDITIONS TO INCREASE THE NUTRITIONAL AND FUNCTIONAL VALUE OF SAUSAGES

Abstract. The study included control samples without the enzyme and experimental samples with the addition of 6 ml of the enzyme, hydrolyzed at temperatures of 30°C, 40°C and 50°C for 1, 2, 3 and 4 hours. The results showed that the introduction of the enzyme significantly increases the content of amine nitrogen, especially at a temperature of 40°C and a duration of 3 hours, which was determined as optimal conditions. Under these conditions, the maximum amine nitrogen content of 2.10 mg/g was achieved. The prototypes obtained under optimal conditions demonstrated excellent organoleptic and functional properties. The hydrolysate has good fluidity and uniform texture, which is important for its further use in food products. The introduction of hydrolysate into sausages can lead to a number of improvements, such as an increase in nutritional value by enriching the product with easily digestible amino acids and peptides, an improvement in texture due to moisture binding and an increase in viscosity, as well as an improvement in taste qualities without changing the traditional taste and appearance of the product.

Keywords: protein, wool by-products, processing, secondary meat products, enzymatic hydrolysis.



Uzakov Ya., Kozhakhieva M., Kaldarbekova M., Makangali K. Optimization of protein hydrolysis conditions to increase the nutritional and functional value of sausages // *Mechanics and Technology / Scientific journal*. – 2024. – No.2(84). – P.99-104. <https://doi.org/10.55956/MXFY1640>

Introduction. The study of amine nitrogen during the hydrolysis of the legs of cattle (cattle) to obtain protein hydrolysate is relevant for several reasons. Firstly, protein hydrolysates are widely used in the food industry, medicine and sports nutrition due to their high nutritional value and easy digestibility [1]. Secondly, the use of cattle legs, which are a byproduct of the meat industry, contributes to the rational use of resources and waste reduction [2]. An important aspect is that protein hydrolysis makes it possible to obtain peptides and amino acids, which can have various functional properties, including antioxidant and antimicrobial activity [3]. In addition, hydrolysis methods can affect the degree of

hydrolysis and the composition of amine nitrogen, which directly affects the quality of the final product [4].

To date, the study of optimal hydrolysis conditions, including the choice of enzymes and reaction conditions, is key to improving the efficiency of protein hydrolysate production [5]. It is also important to note that amine nitrogen is one of the important indicators reflecting the degree of hydrolysis and bioavailability of proteins [6]. In the context of growing demand for high-quality protein products, the development of effective methods for obtaining protein hydrolysates from cattle legs is of great importance. Moreover, such research can contribute to the creation of new products with improved functional properties, which meets current trends in healthy nutrition and sustainable development.

Materials and methods. The following were used as the starting material for the study: beef legs with a putty joint (purchased at the specialized butcher shop "Green Market" in Almaty), the enzyme BLT 7 (produced by the National Center of Biotechnology, Astana, Republic of Kazakhstan) and commercial Protease from *Bacillus licheniformis* (P4860, Sigma, Denmark). The PH value was determined using acid-base indicators according to GOST 51478-99. The mass fraction of proteins was determined according to GOST 25011-2017. The organoleptic assessment according to GOST 6658-2016 is based on determining the compliance of organoleptic indicators of product quality with the requirements of regulatory and technical documentation.

Research results. Enzymatic hydrolysis was carried out for 1,2,3,4 hours at a temperature of 30°C, 40°C, 50°C. To begin with, we weigh a 500 ml flask on the AMPUT brand electronic scales, then fill it with a sample of the product (crushed tissues of cooked beef legs) in the amount of 33 grams, evenly distributing the sample over the flask. Next, distilled water with a volume of 65 ml is poured, 1% is added with BLT 7 enzyme (in 2 flasks), PS. The fermentation time was determined according to objective indicators. It is mixed with a glass stick. Thus, we get 6 flasks with experimental samples. 2 experimental samples treated with 1% BLT 7 enzyme are placed in a TS-1/80 SPU thermostat preheated to 45°C. 4 experimental samples treated with 1% BLT 7 enzyme, and PS enzyme are placed in a Climo-Shaker ISF1-X brand shaker preheated to 45°C with 150 rpm (rpm). After the expiration of the time of 1, 2, 3, 4 hours of enzymatic hydrolysis, samples are taken into test tubes and centrifugation is carried out to separate particles from the solution at a temperature of 40°C for 30 minutes at a rate of 10.8 rcf using a Centrifuge 5415 R brand device. The determination of the dry matter content in the product under study is carried out by drying at a temperature of 90°C to a constant mass for 30 minutes using a VIBRA brand device (Fig. 1).

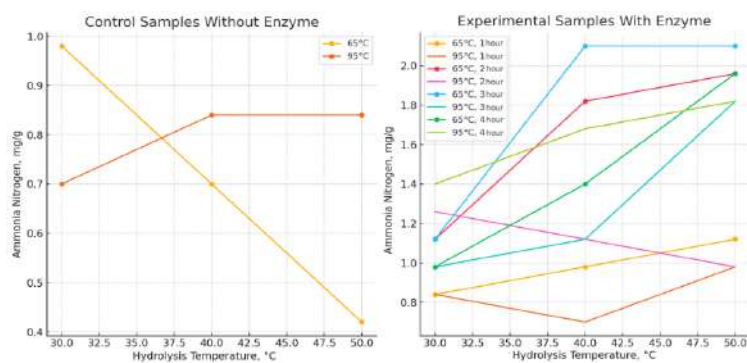


Fig. 1. Investigation of amine nitrogen in the obtained hydrolysates

To assess the depth of hydrolysis, the method of formal Serensen titration was used, which allows us to determine the content of amine nitrogen in samples. The experiment was carried out at different temperatures and duration of hydrolysis, both with and without the addition of the enzyme. For control samples hydrolyzed at a temperature of 65°C, a decrease in the content of amine nitrogen is observed with an increase in the hydrolysis temperature. At 95°C, the amine nitrogen content remains stable at temperatures of 40°C and 50°C. The addition of the enzyme significantly increases the content of amine nitrogen. At 65°C, the maximum content of amine nitrogen (2.10 mg/g) is achieved at 3 hours of hydrolysis and temperatures of 40°C and 50°C. At 95°C, the maximum content of amine nitrogen (1.82 mg/g) is achieved at 3 hours of hydrolysis and a temperature of 50°C. With longer periods of hydrolysis (3 hours), the maximum content of amine nitrogen is achieved.

Organoleptic studies have shown positive consumer properties of the resulting protein hydrolysate. Volumetric hygroscopic powder of homogeneous mass, pleasant light color, with a slight noticeable smell of raw materials. Based on the conducted research, a technological scheme for the production of protein hydrolysate from wool by-products is proposed (Fig. 2).

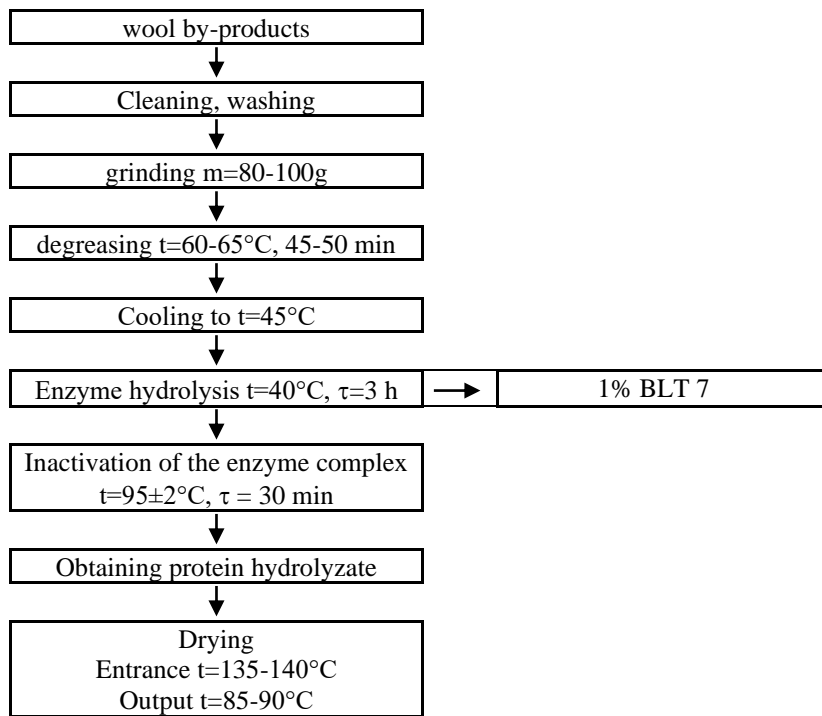


Fig. 2. Technology for the production of protein hydrolysate from wool by-products

During the hydrolysis of meat and bone raw materials, one of the main criteria is fat content, with a fat content of 15-20%, the process of obtaining protein hydrolysates becomes more complicated. One of the most common ways to degrease bones is heat treatment. Heating the raw materials denatures the proteins, making it easier to extract fat from the bones. During experimental studies, the shins of horses, cows, and sheep are stored at a temperature of 0-6°C and, no later than 8 hours after cleaning from bones, they are handed over for degreasing. If

necessary, these secondary products can be stored at a temperature of -18°C for no more than two months. Taking into account the peculiarities of the preparation of raw materials, the technological process was processed and a technological scheme for obtaining protein hydrolysate was proposed.

Samples of cow, horse and sheep paws were selected for experimental studies. As the optimal criteria for choosing an enzyme preparation for the purpose of shin hydrolysis, the pH value was determined to reflect the activity (pH 7-9) corresponding to the range of raw solutions containing collagen. According to the instructions for use of the enzyme preparation *Bacillus licheniformis*, the home proteolytic enzyme BLT 7 (*Bacillus licheniformis*) and the commercial protease *Bacillus licheniformis* have an optimal pH value of 7.5. the temperature optimum for both enzyme preparations is 45°C . To study the effect of enzyme preparations on connective tissue raw materials, beef, horse and sheep shins processed using traditional processing technology of meat and bone by-products used in meat processing enterprises were used. The shins are cut with a band saw into discs 15-20 mm wide and weighing 80-100 g. Since the reaction of enzymatic hydrolysis of proteins in an aqueous medium occurs on the basis of literature data, in this dissertation work it was decided to degrease meat bone raw materials in a wet way. 200 ml of distilled water was added to 100 g of shin and the suspension was heated at a temperature of $60-65^{\circ}\text{C}$ for 40-45 minutes. Waste oil was isolated. The fat-free bones were separated, and the meat part was sent to a fermentation container.

These results show the same effect as the commercial PS enzyme and the BLT 7 enzyme extract. Examination of control and experimental samples (determination of pH). Studies have shown that a processed enzyme extract of 1% BLT7 and commercial PS were achieved for protein hydrolysis after 3 hours in all samples. When the hydrolysis time was increased by more than 3 hours, the samples had a foreign odor. Thus, as a result of a series of experiments, 1% BLT 7 was selected as an enzyme extract for the production of protein hydrolysate. After completion of the hydrolysis process, the substrate is heated to a temperature of $95 \pm 2^{\circ}\text{C}$ for 30 minutes to inactivate the enzymes and thermocoagulate the residual protein. The resulting protein hydrolysate is filtered and sent to dry. The drying of the hydrolysate was carried out on a spray dryer Spray Dryer NSP-1500. Mode: drying temperature is $135-140^{\circ}\text{C}$ at the inlet and $85-90^{\circ}\text{C}$ at the outlet. The results of the organoleptic evaluation of protein hydrolysate are presented in Table 1.

Table 1

Results of organoleptic evaluation of protein hydrolysate

Name of indicators	Description
Appearance	Dry product with hygroscopic uniform powder-like consistency
Colour	Light blond color
Smell	The smell of the resulting raw materials is characteristic, not pronounced

Thus, the effectiveness of using 1% BLT 7 as an enzyme extract preparation is justified, which ensures the hydrolysis of beef leg proteins. The technological scheme for obtaining protein hydrolysate from wool by-products has been improved and proposed.

Discussion of scientific results. The resulting hydrolysate has good flowability and uniform texture, which is important for its further use in food

products. Hygroscopicity indicates the ability of the product to absorb moisture from the environment, which may require additional packaging to prevent clumping. The light color of the hydrolysate indicates minimal changes in proteins and the absence of significant thermal effects that could lead to darkening of the product. This is a positive indicator, since the light color facilitates the use of hydrolysate in various food products without changing their appearance. The unobtrusive smell is a positive quality, as it allows the use of hydrolysate in a wide range of food products without the risk of changing their flavor. This is especially important for products where preserving the original taste and smell is critical.

Protein hydrolysate obtained under optimal conditions (40°C, 3 hours, 2.10 mg/g of amine nitrogen) has high functional and organoleptic properties, which makes it an excellent additive to sausage products. The introduction of hydrolysate into the sausage formulation can lead to the following improvements, such as: increased nutritional value: hydrolysate enriches the product with easily digestible amino acids and peptides, improving its biological value; texture improvement: hydrolysate can help improve the texture of sausages by binding moisture and increasing viscosity; improved taste qualities: the unobtrusive smell and light color of the hydrolysate allow it to be used in sausages without changing their traditional taste and appearance.

Conclusion. The study showed that the introduction of the enzyme significantly increases the efficiency of protein hydrolysis. The optimal conditions for the hydrolysis of protein hydrolysate from the legs with a putty joint of cattle were determined as a temperature of 40°C and a duration of 3 hours, at which the maximum amine nitrogen content of 2.10 mg/g is achieved. This hydrolysate can be effectively used in sausage products to improve its nutritional and functional properties.

References

1. Liceaga A.M., Hall F. Nutritional, Functional and Bioactive Protein Hydrolysates // Encyclopedia of Food Chemistry, 2019. No. 1. P. 456–464. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.21776-9>.
2. Hall F.G., Liceaga A.M. Isolation and proteomic characterization of tropomyosin extracted from edible insect protein // Food Chemistry: Molecular Sciences, 2021. No. 3. P. 100049. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2021.100049>.
3. Hou Y., Wu Z., Dai Z., Wang G., Wu G. Protein hydrolysates in animal nutrition: Industrial production, bioactive peptides, and functional significance // Journal of Animal Science and Biotechnology, 2017. No. 8. P. 541-552. <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0153-9>.
4. Zhang Y., Chen R., Chen X., Zeng Z., Ma H., Chen S. Dipeptidyl Peptidase IV-Inhibitory Peptides Derived from Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) Proteins // Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2016. Vol. 4, No. 64. P. 831-839. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05429>.
5. Uzakov Y.M., Yesengazieva A.N., Kaymbayeva L.A., Chernukha I.M., Kaldarbekova M.A.-A., Kokhahieva M.O. The effect of the hydrolysis of the enzyme prothepsin on Ph and moisture-binding capacity of second-grade beef // Vestnik ATU [Bulletin of Almaty Technological University], 2022. No. 2. P. 97-101. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-1-97-101>.
6. Dzhumabekova G.Sh., Erzhigitov E.S., Serikkyzy M.S., Chendagulova M.K., Mamaeva L.A., Zetbek G.S. Study of the quality of semi-smoked sausages at enterprises for the production of meat and meat products with an implemented HACCP system // Vestnik ATU [Bulletin of Almaty Technological University], 2019. No. 1. P. 16-20. <https://www.vestnik-atu.kz/jour/article/view/145>.

Material received on 02.04.24.

Gratitude, conflict of interest (financing). This research is funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (AP19680380).

Я.М. Ұзақов¹, М.О. Кожихиева¹, М.Ә. Қалдарбекова¹, Қ.Қ. Мақанғали²

¹Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²С. Сейфуллина атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана қ., Қазақстан

ШҰЖЫҚТАРДЫҢ ТАҒАМДЫҚ ЖӘНЕ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН АРТТЫРУ ҮШІН АҚУЫЗ ГИДРОЛИЗИНІҢ ШАРТТАРЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Аңдатпа. Зерттеуге 1, 2, 3 және 4 сағат ішінде 30°C, 40°C және 50°C температурада гидролизденетін 6 мл фермент қосылған ферментсіз бақылау үлгілері мен прототиптер кірді. Нәтижелер ферментті еңгізу амин азотының құрамын айтарлықтай арттыратынын көрсетті, әсіресе 40°C температурада және ұзақтығы 3 сағат – оңтайлы жағдайлар ретінде анықталды. Бұл жағдайда амин азотының максималды мөлшері 2,10 мг/г құрайды. Оңтайлы жағдайларда алынған прототиптер керемет органолептикалық және функционалдық қасиеттерді көрсетті. Гидролизат жақсы сұйықтыққа және біркелкі құрылымға ие, бұл оны тамақ өнімдерінде одан әрі пайдалану үшін маңызды. Шұжықтарға гидролизатты енгізу өнімді оңай сіңетін аминқышқылдары мен пептидтермен байыту арқылы тағамдық құндылығын арттыру, ылғалды байланыстыру және тұтқырлықты арттыру арқылы құрылымды жақсарту және өнімнің дәстүрлі дәмі мен сыртқы түрін өзгертпестен дәмді жақсарту сияқты бірқатар жақсартуларға әкелуі мүмкін.

Тірек сөздер: ақуыз, жүнді субөнімдер, өңдеу, қайталама ет өнімдері, ферментативті гидролиз.

Я.М. Узаков¹, М.О. Кожихиева¹, М.А. Калдарбекова¹, К.К. Маканғали²

¹Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

²Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,
г. Астана, Казахстан

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ГИДРОЛИЗА БЕЛКОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. Исследование включало контрольные образцы без фермента и опытные образцы с добавлением 6 мл фермента, гидролизующиеся при температурах 30°C, 40°C и 50°C в течение 1, 2, 3 и 4 часов. Результаты показали, что введение фермента значительно повышает содержание аминокислотного азота, особенно при температуре 40°C и продолжительности 3 часа, что было определено как оптимальные условия. При этих условиях достигнуто максимальное содержание аминокислотного азота 2,10 мг/г. Опытные образцы, полученные при оптимальных условиях, продемонстрировали отличные органолептические и функциональные свойства. Гидролизат обладает хорошей текучестью и однородной текстурой, что важно для его дальнейшего использования в пищевых продуктах. Введение гидролизата в колбасные изделия может привести к ряду улучшений, таких как повышение питательной ценности за счет обогащения продукта легко усваиваемыми аминокислотами и пептидами, улучшение текстуры благодаря связыванию влаги и увеличению вязкости, а также улучшение вкусовых качеств без изменения традиционного вкуса и внешнего вида продукта.

Ключевые слова: протеин, шерстные субпродукты, переработка, вторичные мясные продукты, ферментативный гидролиз.

МРНТИ 67.09.33

С.К. Нурпеисов¹ - основной автор, | ©
А.К. Медетов², Н.Т. Карабаев³



¹Канд. техн. наук, ^{2,3}Магистр, ст. преподаватель

ORCID

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

³<https://orcid.org/0000-0001-6382-6617>



^{1,2,3}Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати



г. Тараз, Казахстан



¹knurlan68@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/LTXA8136>

БЕТОНОПОЛИМЕРЫ НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТОШЛАКОВЫХ БЕТОНОВ

Аннотация. В статье рассмотрена возможность получения цементобетона с электротермофосфорношлаковыми заполнителями и наполнителями, и дальнейшей пропиткой бетона ненасыщенными полиэфирными смолами для защиты его от водно-воздушных и агрессивных воздействий и увеличения срока службы. Это является одним из путей развития современной индустрии строительных материалов, позволяющей повысить их долговечность и дает значительный экономический эффект.

Ключевые слова: электротермофосфорный шлак, ненасыщенная полиэфирная смола, полимер, морозостойкость, гипериз.



Нурпеисов, С.К. Бетонополимеры на основе цементшлаковых бетонов [Текст] / С.К. Нурпеисов, А.К. Медетов, Н.Т. Карабаев // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №2(84). – С.105-111. <https://doi.org/10.55956/LTXA8136>

Введение. Многолетняя история строительства показывает, что главными материалами – являются железобетон и бетон. Вышеприведенные материалы прекрасно работают и долго сохраняют свои эксплуатационные характеристики при нормальных условиях работы. Воздействие таких природных и антропогенных факторов как: замораживание и оттаивание, увлажнение и высыхание, влияние химических и биологически агрессивных сред являются основными причинами вызывающими нарушение структуры и тем самым разрушение бетона и железобетона. Одним из путей решения этой проблемы являются разработка материалов и технологий направленных на повышение физико-технических характеристик создаваемых конструкций и сооружений и тем самым увеличение долговечности и срока службы. Одним из таких материалов, получивших широкое развитие являются бетонополимеры.

Бетоны поры которых пропитаны различными видами полимеров, называются бетонополимерами. Разработка технологии, изучение структуры и свойств, а также определение рациональной области применения конкретных полимеров были получены с широким развитием

промышленности полимерных материалов, примерно в 50-60-е годы двадцатого века.

В зависимости от используемого вида пропитанного материала различают: бетонополимеры на основе искусственных полимерных связующих (метилметакрилат, стирол, полиэфирные, эпоксидные связующие материалы и т.д.); бетоны где в качестве связующих материалов используются вязкие пропитывающие материалы типа дегти, битумы, парафин и т.д.; бетоны пропитанные серными композициями, мастиками, а также жидким стеклом и некоторыми другими составами [1,2].

Наиболее широкое распространение в качестве пропитывающих материалов для получения бетонополимеров получили полимеры: фурановые, фенольные, эпоксидные, акрилатные, полиэфирные, а также их модификации [3,4].

Нами в качестве пропитывающего состава были приняты ненасыщенные полиэфирные смолы. Отличительными свойствами ненасыщенных полиэфирных смол является способность к отверждению, как при комнатной температуре, так и при температуре 60-80°C. Наибольшее применение в строительной индустрии нашли смолы ЭД-20, ЭД-32, ПН-1, ПН-3, ФАМ, ПН-62, ПН-19 и др.

Условия и методы исследования. Широко используемыми и доступной по цене и свойствам является ненасыщенная полиэфирмалеиновая смола ПН-1, которая была использована нами в качестве пропитывающего материала. Полиэфирная смола ПН-1 представляет собой высоковязкую жидкость желто-коричневого цвета (стирольный раствор). Основные свойства неотвержденной и отвержденной ненасыщенной полиэфирной смолы ПН-1 приведены в таблице 1.

Таблица 1

Главные характеристики связующего ПН-1

Показатели	Ед.изм.	Кол-во
Неотвержденная		
Вязкость по ВЗ-1 (при +20°C)	°С	20-40
Средняя плотность (при +20°C)	кг/м ³	1130-1160
Жизнеспособность (при +20°C)	мин	55-115
Кислотное число	мг КОН/г	23-30
Содержание стирола	%	31-35
Отвержденная		
Средняя плотность (при +20°C)	кг/м ³	1200-1240
Усадка по объему	%	8,5-9,0
Нагрузки при разрушении:		
– сжатие;	МПа	95-145
– изгиб;	МПа	72-109
– растяжение.	МПа	44-72
Удельная вязкость	КДж/м ²	7-9
Теплостойкость определяемая по методике Мартенса	°С	44-54
Модуль упругости определяемая при изгибе	МПа	2150-2750
Твердость определяемая по методике Бринелля	МПа	135-175
Температура размягчения определяемая по прибору ВиКа	°С	79-109

Для исследования и в дальнейшем получения бетонополимера были изготовлены образцы 10×10×10 см на основе цементного вяжущего. Были использованы следующие материалы: портландцемент марки 400, в качестве щебня – электротермофосфорный шлак с наибольшей крупностью 10 мм, в качестве песка – электротермофосфорный шлак фракции до 5 мм.

Эксплуатационные и физико-технические механические свойства плотного фосфорного шлака указаны в таблице 2.

Таблица 2

Основные физико-механические свойства электротермофосфорного шлака

Показатели	Единица измерения	Величина
Средняя плотность	г/см ³	2,65-2,7
Истинная плотность	г/см ³	2,8-2,85
Объемная масса (насыпная)	кг/м ³	1400-1450
Пористость	%	0,5-1,0
Содержание зерен лещадной, игловатой и пластичной формы	%	9-11
Марка по пределу прочности на сжатии	МПа	92-120
Водопоглощение	%	1-3
Морозостойкость	цикл	100

Подбор составляющих бетонной смеси для дальнейшего получения бетонополимера осуществлялся согласно следующих требований:

- технологичность получения;
- особенности структуры, которые определяют окончательные показатели современного композиционного материала – бетонополимера.

Огромное значение в технологии имеют свойства, в меньшей мере важные при обычной технологии бетонных и железобетонных изделий. В следствие этого роль заполнителя, который имеет второстепенное значение при формировании свойств бетона, в исследуемых бетонополимерах возрастает, что дает возможность использовать структуру и технические характеристики заполнителя (форма зерен, прочность и др., приведены в таблице 2).

Результаты исследования и их обсуждение. Для получения бетонополимеров были изготовлены образцы, где в качестве песка и щебня использовались электротермофосфорные шлаки АО «Казфосфат» следующих составов (табл. 3).

Таблица 3

Составы бетонов и расходы материалов, кг на 1 м³ бетона

Составы	В/Ц _{затв}	Цемент	Вода	Песок	Щебень
1	0,37	385	143	600	1350
2	0,5	322	163	635	1310
3	0,63	278	177	660	1275
4	0,29	577	170	405	1310
5	0,42	484	202	520	1180
6	0,54	416	224	555	1140

Полученные образцы через 24 часа набора прочности в формах, распалубили и хранили в течении 28 суток при нормальных условиях – (20±2)°С до набора марочной прочности.

После достижения образцов бетона заданной прочности (после 28 суток) с целью подготовки образцов к пропитке была произведена сушка образцов согласно графика (рис. 1).

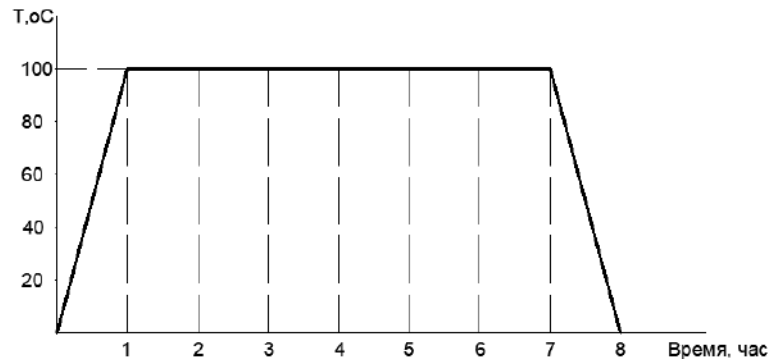


Рис. 1. Режим сушки образцов бетона

Сушка осуществлялась до остаточного содержания свободной воды в бетоне 0,1-0,2% по массе. Общее время сушки: 8 часов: 1 час подъем температуры до 100°C, 6 часов выдержка образцов, 1 час медленное остывание.

Главной технологической операцией получения бетонополимеров служит пропитка бетона мономерами.

В зависимости от глубины и полноты пропитки бетона, зависят характеристики конечного изделия [5,6].

Технология пропитки традиционно осуществляется погружением изделия на основе цементных вяжущих в раствор мономера.

Также нашли применение и другие альтернативные методы, которые применяются при поверхностной пропитке бетона (разлив мономера по поверхности, пропитка изделий пористой средой, многократная технология покраски и т.д.).

Свойства конечного продукта — бетонополимера в технологии пропитки во многом зависят от исходных характеристик бетона и пропитываемой жидкости.

Кроме наиболее часто применяемой полной пропитки для придания изделиям повышенной прочности или приобретения специальных свойств возможно применение поверхностной пропитки на определенную глубину, что повышает долговечность образцов и стабилизацию полученных свойств во времени.

Нами при пропитке бетонных образцов выбран следующий режим технологии пропитки и отверждения образцов мономерами. При исследовании была применена ненасыщенная полиэфирная смола ПН-1 в качестве мономера, в качестве отвердителя был выбран гипериз (гидроперекись изопропилбензола), а инициатором отверждения — нафтенат кобальта. В мономер с температурой $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ были погружены образцы бетона, время пропитки — 4 часа.

После пропитки образцы поместили в сушильный шкаф при температуре 60°C, на 4 часа для отверждения мономера.

Готовые образцы бетонополимера были исследованы с целью определения состава образцов на количество пропитанного мономера и водопоглощение (табл. 4).

Таблица 4.

Влияние состава бетона на свойства бетонополимера

Составы	1	2	3	4	5	6
Привес мономера, %	0,35	0,41	0,74	3,4	4,6	6,1
Водопоглощение % по массе	6,2	3,5	2,81	1,7	0,96	0,74

С целью сравнения физико-механических характеристик полученных бетона и бетонополимера и выдачи рекомендаций в областях использования были проведены испытания образцов (табл. 5).

Таблица 5.

Физико-механические свойства бетонополимера и исходного бетона

Характеристики	Бетонополимер	Исходный бетонный образец
Предел прочности при сжатии, МПа	60-100	30-40
Предел прочности при изгибе, МПа	12-20	3-5
Истираемость, г/см ²	0,11	0,28
Водопоглощение, %	0,1-6,5	3-8
Морозостойкость, цикл	500	200
Химическая стойкость в среде серной кислоты:		
- 5%;	0,94	0,81
- 20%.	0,86	0,62

Заключение. Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

При пропитке цементношлакобетона ненасыщенным полиэфиром происходит многократное повышение его непроницаемости за счет проникновения пропитывающего компонента в его открытые и закрытые поры тем самым снижая дефектность полученного материала.

Уменьшение в бетонополимере объема закрытых и открытых пор за счет пропитки позволило уменьшить водопоглощение в 2,5-3 раза и увеличить морозостойкость в 2,5 раза (500 циклов).

Анализируя результаты испытания образцов, при определении прочностных характеристик были выявлены следующие процессы. Если у образцов непропитанного шлакобетона разрушение происходило в зонах плотного контакта заполнителя и растворной части, а также по слабым частицам заполнителя, происходило постепенно и растянуто по времени то разрушение бетонополимерных образцов носило иной характер: образцы разрушались быстро, как у монолитных материалов, происходил разрыв частиц заполнителя и растворной части, с треском и разлетом частиц и осколков, поэтому испытываемые образцы бетонополимера были обернуты несколькими слоями полиэтиленовой пленки [2].

Вследствие этого пропитка шлакобетона полимером дала возможность увеличения прочностных характеристик бетонополимера в 2,5-3 раза.

Проведенные исследования пропитки шлакобетонов полимером свидетельствуют о перспективности использования для получения

бетонополимеров (в частности шлакобетона) различных отходов производственной деятельности и дальнейшие работы в этом направлении будут продолжены.

Список литературы

1. Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны [Текст] / В.Г. Батраков. – М.: Стройиздат, 1990. – 395с.
2. Баженов, Ю.М. Бетонополимеры [Текст] / Ю.М. Баженов. – Стройиздат, 1983. – 472с.
3. Баженов, Ю.М. Бетонополимерные материалы и изделия [Текст] / Ю.М. Баженов, Д.А.Угинчус, Г.А. Улитина. – Киев: Будивельник, 1978 – 88с.
4. Угинчус, Д.А. Высокопрочные бетонополимерные материалы [Текст] / Д.А.Угинчус. – Киев: Будивельник, 1978. – 40с.
5. Manson J.A. Modifications of concretes with polymers // Materials Science and Engineering, 1976. Vol. 25. P. 41-52.
6. Соломатов, В.И. Химическое сопротивление материалов. – 2-е изд., перераб. и дополн. [Текст] / В.И. Соломатов, В.П. Селяев, Ю.А. Соколова. – М.: РААСН, 2001. – 284 с.

Материал поступил в редакцию 18.03.24.

С.К. Нурпеисов¹, А.К. Медетов¹, Н.Т. Карабаев¹

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

ЦЕМЕНТ-ҚОЖ БЕТОНДАРЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН БЕТОНОПОЛИМЕРЛЕР

Аңдатпа. Мақалада цемент бетонын электротермофосформен бірақ толтырғыштарымен және де қож толтырғыштарымен алу мүмкіндігі қарастырылған. Сонымен қатар оны су-ауа және агрессивті әсерлерден қорғау және қызмет ету мерзімін ұзарту үшін қанықпаған полиэфирлермен бетонды одан әрі сіңдіру қарастырылған. Бұл олардың беріктігін арттыруға мүмкіндік беретін және айтарлықтай экономикалық әсер беретін заманауи құрылыс материалдары индустриясын дамыту жолдарының бірі болып табылады.

Тірек сөздер: электротермофосфор қожы, қанықпаған полиэфир шайыры, полимер, аязға төзімділік, гипериз.

S.K. Nurpeisov¹, A.K. Medetov¹, N.T. Karabaev¹

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

CONCRETE POLYMERS BASED ON CEMENT-SLAG CONCRETES

Abstract. The article considers the possibility of obtaining cement concrete with electrothermophosphorus-slag aggregates and fillers, and further impregnation of concrete with unsaturated polyesters to protect it from water-air and aggressive influences and increase its service life.

Which is one of the ways of development of modern industry of building materials, allowing to increase their durability and gives a significant economic effect.

Keywords: electrothermophosphoric slag, unsaturated polyester resin, polymer, frost resistance, hyperiz.

References

1. Batrakov V.G. Modifitsirovannyye betony [Modified concrete]. – Moscow: Construction Publishing House, 1990 – 395 p., [in Russian].
2. Bazhenov YU.M. Betonopolimery [Concrete polymers]. – Construction Publishing House, 1983 – 472 p., [in Russian].
3. Bazhenov YU.M., Uginchus D.A., Ulitina G.A. Betonopolimernyye materialy i izdeliya [Concrete polymer materials and products]. – Kiyev: Budivel'nik, 1978 – 88 p., [in Russian].
4. Uginchus D.A. Vysokoprochnyye betonopolimernyye materialy [High-strength concrete-polymer materials]. – Kiyev: Budivel'nik, 1978 – 40 p., [in Russian].
5. Manson J.A. Modifications of concretes with polymers // Materials Science and Engineering, 1976. Vol. 25. P. 41-52.
6. Solomatov V.I., Selyayev V.P., Sokolova YU.A. Khimicheskoye soprotivleniye materialov. – 2-ye izd., pererab. i dopoln. [Chemical resistance of materials. – 2nd ed., revised. and additional]. – Moscow: RAASN, 2001 – 284 p., [in Russian].

IRSTI 67.09.33

R. Lukpanov¹ – main author, | ©
D. Dyusseminov², Zh. Zhantlessova³, A. Altynbekova⁴,
S. Yenkebayev⁵, D. Tsygulyov⁶, Zh.A. Shakhmov⁷



^{1,5,7}PhD, Professor, ^{2,6}PhD, Associate Professor, ^{3,4}PhD student

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-0085-9934> ²<https://orcid.org/0000-0001-6118-5238>

³<https://orcid.org/0000-0003-1010-9328> ⁴<https://orcid.org/0000-0002-2010-3715>

⁵<https://orcid.org/0000-0002-5984-9346> ⁶<https://orcid.org/0000-0002-7061-699X>

⁷<https://orcid.org/000-0003-1680-5287>



^{1,2,3,4,5,6,7}L.N. Gumilyov Eurasian National University,



Astana, Kazakhstan



¹zhibek81@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/XATN3136>

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF MICROSILICA ON THE STRENGTH OF CONCRETE USED IN THE COMPOSITION OF A TWO-COMPONENT MODIFIED ADDITIVE

Abstract. In modern construction, considerable attention is paid to the search for environmentally safe and cost-effective methods to improve the performance of concrete. This paper investigates the potential of a complex admixture developed on the basis of industrial wastes, in particular microsilica, phosphogypsum, soapstock and post-alcoholic bard for concrete modification. The aim of the study is to evaluate the effect of each component of the admixture on the transformation processes of concrete, especially on its strength characteristics. Laboratory tests were carried out on specimens with different microsilica content and the results showed that the maximum strength increase was achieved at a microsilica content of 20 % in relation to the cement mass. Further analysis revealed a decrease in strength performance when the microsilica content increased above 20 %, which may be due to the overabundance of silica in the binder composition.

Keywords: microsilica, phosphogypsum, soapstock, post-alcoholic bard, concrete modification, two-component modified additive.



Lukpanov R., Dyusseminov D., Zhantlessova Zh., Altynbekova A., Yenkebayev S., Tsygulyov D., Shakhmov Zh.A. Research on the influence of microsilica on the strength of concrete used in the composition of a two-component modified additive // *Mechanics and Technology / Scientific journal.* – 2024. – No.2(84). – P.112-121.
<https://doi.org/10.55956/XATN3136>

Introduction. In the modern world, construction stands as one of the most pivotal sectors of the economy. Concrete, being the primary construction material, plays a key role in the erection of buildings and structures. However, concrete production is associated with several issues, such as:

1. High energy consumption. Cement production, the main component of concrete, is an energy-intensive process leading to significant greenhouse gas emissions.

2. Depletion of natural resources. Extraction and processing of raw materials for cement production negatively impact the environment.

3. Generation of waste. Concrete production generates a considerable amount of waste that needs to be disposed of [1].

In light of these challenges, the quest for environmentally friendly and economically viable solutions for concrete modification is a pressing issue. One promising approach to addressing this issue is the utilization of industrial by-products as additives to concrete [2].

This study proposes a comprehensive additive developed from industrial by-products:

- Microsilica (Ms) – by-product of metallurgical production;
- Phosphogypsum (PhG) – waste generated during phosphoric acid production;
- Soapstock (Sp) – residue from refined oil production;
- Distillery slop (PaB) – waste from alcohol production.

Utilizing industrial by-products as concrete additives offers several advantages:

1. Environmental sustainability: utilizing waste helps reduce the environmental burden.

2. Economic efficiency: waste utilization helps decrease the cost of concrete production.

3. Enhancement of concrete strength characteristics: additives can improve concrete properties such as compressive strength, flexural strength, and modulus of elasticity.

The research aims to evaluate the influence of each component of the additive on the transformative processes of concrete, particularly its strength characteristics [3]. In the first stage of the study, the influence of microsilica on the following aspects will be examined:

Compressive strength of concrete. The effect of microsilica on concrete compressive strength will be studied across various additive content ranges.

Flexural strength of concrete. The impact of microsilica on concrete flexural strength will be investigated across various additive content ranges.

Modulus of elasticity of concrete. The influence of microsilica on concrete modulus of elasticity will be explored across various additive content ranges.

Subsequent stages of the research will involve studying the influence of other additive components on concrete properties [4].

This work holds both theoretical and practical significance:

Theoretical significance. It involves studying the mechanisms through which the comprehensive additive affects the transformative processes of concrete.

Practical significance: It entails the development of a new type of additive that can be used to enhance concrete strength characteristics.

In the scope of this study, it is proposed to employ a comprehensive additive formulated from industrial by-products.

Composition of the additive:

Microsilica (Ms) – a by-product of metallurgical production; Phosphogypsum (PhG) – waste generated during phosphoric acid production; Soapstock (Sp) – residue from refined oil production; Distillery slop (PaB) – waste from alcohol production; Caustic soda (NaOH) – stabilizer. Microsilica, comprising a finely dispersed medium of active minerals, is incorporated into concrete to enhance its strength properties.

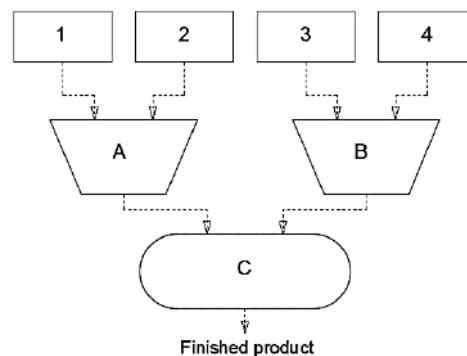
To improve workability and plasticity, distillery slop is added, which essentially acts as a surfactant [5]. In order to ensure mineralogical balance, phosphogypsum is introduced into the concrete mix, considering that microsilica contains up to 95% silica oxide. The application of soapstock, possessing a fatty acid composition, promotes volumetric hydrophobization of concrete [6]. A small amount of caustic soda is also added to the additive to alkalize the soapstock and retard its oxidation. As a result of employing this comprehensive additive, hydrophobic concrete with enhanced strength is obtained.

The objective of the research is to assess the influence of each component of the additive. This article presents the results of only the first stage of the study, which focuses on examining the effect of microsilica on the transformative processes of concrete, particularly its strength characteristics [7].

Materials and methods. The proposed additive consists of a composite mixture of industrial by-products, comprising liquid and solid phases. The solid phase (Component 1, C1) is represented by a dry mixture of microsilica, phosphogypsum, and neutralized soapstock, while the liquid phase (Component 2, C2) consists of distillery slop.

To enhance the strength properties of concrete, microsilica is introduced into its composition, which is a finely dispersed medium of active minerals. For better workability and plasticity, distillery slop, essentially serving as a surfactant, is added. To maintain mineralogical balance due to the addition of microsilica, which contains up to 95 % silica oxide, phosphogypsum is incorporated into the concrete mix. The inclusion of soapstock in the concrete composition contributes to its volumetric hydrophobization due to its fatty acid composition. Additionally, a small amount of caustic soda is added to the additive to alkalize the soapstock and slow down its oxidation process. Ultimately, hydrophobic concrete with enhanced strength is obtained [8].

Figure 1 depicts the technological scheme of modified additive production.



1 – Microsilica, 2 – Phosphogypsum, 3 – Soapstock and Caustic Soda, 4 – Post-Alcohol Stillage, A, B – Mixer, C – Rotary Disperse.

Fig. 1. Technological stage of additive production

The production process involves two subsequent stages. In the first stage, preparation of the dry component of the additive is carried out, involving grinding, drying, and mixing of microsilica and phosphogypsum. Grinding of the components is necessary to obtain a homogeneous finely dispersed medium, maximizing their activity during concrete hydration. Drying is essential for precise component mass

selection and exclusion of unaccounted water in the additive composition. In the second stage, preparation of the liquid component of the additive is performed, involving precise mixing of soapstock with distillery slop and subsequent neutralization based on acidity [9].

Stage 1: (Preparation of the dry component): Mixing of microsilica and phosphogypsum in mixer A.

Stage 2: (Preparation of the liquid component): Mixing of soapstock, caustic soda, and stillage in mixer B.

Table 1 shows the variable compositions of the mixtures of the first stage of the study, exactly the compositions with different content of microsilica (Ms).

Table 1

Variant compositions of the studied mixtures

Type	Component content by weight, g							
	Sand	Cement	Ms	PhG	Sp	NaOH	PaB	Whater
Reference	1500	500	0	-	-	-	-	200
Ms=10%	1500	450	50	-	-	-	-	200
Ms=15%	1500	425	75	-	-	-	-	200
Ms=20%	1500	400	100	-	-	-	-	200
Ms=25%	1500	375	125	-	-	-	-	200

Variational substitution of microsilica from 10 to 25 % (multiples of 5 %) by mass of cement.

Evaluation of the strength properties of specimens under compression and bending was carried out according to the standard methodology of GOST 310.4 (Fig. 2). A comparison of the strength of specimens with a variable composition was performed to assess the optimal composition of the modified additive and evaluate its effectiveness. Comparing the strength properties of specimens with and without the additive will provide an assessment of the influence of additive components on concrete modification and its transformation in terms of strength improvement.



In compression



In bending

Fig. 2. Conducting laboratory tests

Research results. Figure 3 shows the test results of beam specimens for compressive strength (A) and flexural strength (B). Figure 4 and 5 show the same values for samples with different microsilica content Ms from 10 to 25 % (A-D).

The results are represented by the data points of strength indices as well as their average values (straight line).

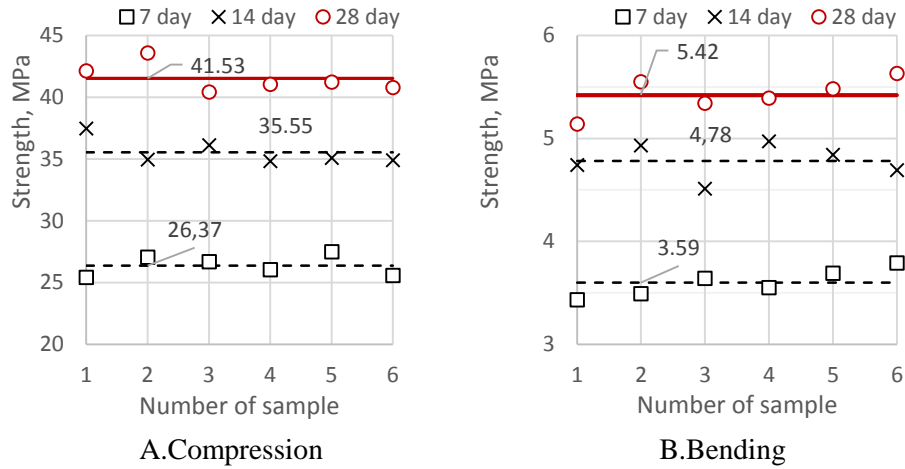


Fig. 3. Reference sample

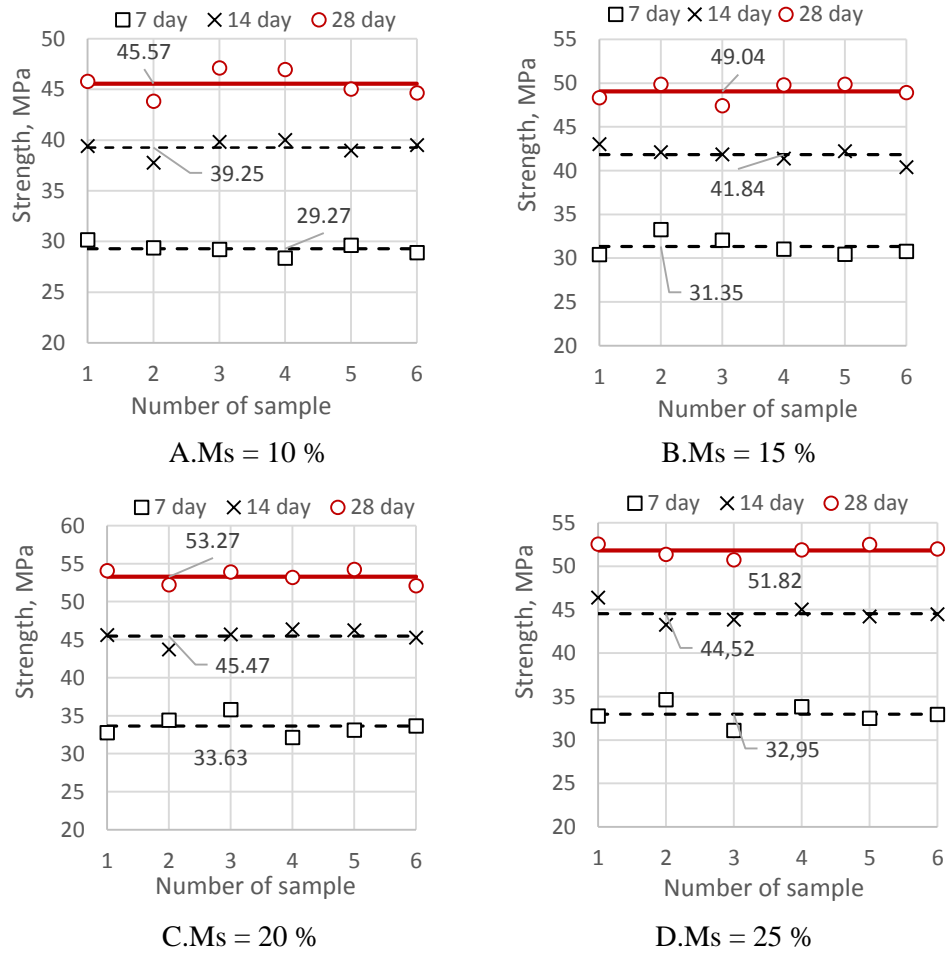


Fig. 4. Test results of beam specimens under compression

The compressive strength of the reference sample (without additive) beam specimens averages: at 7 days old, 26.37 MPa; at 14 days old, 35.55 MPa; at 28 days old, 41.53 MPa. The flexural strength of the reference sample is: at 7 days old, 3.59 MPa; at 14 days old, 4.78 MPa; at 28 days old, 5.42 MPa.

The compressive strength for specimens with 10% microsilica (Ms) content was: at 7 days old, 29.27 MPa, exceeding the reference sample strength by 11.0 %; at 14 days old, exceeding the reference sample by 10.4 %, reaching 39.26 MPa; at 28 days old, 41.53 MPa, exceeding the reference sample by 9.7 %. Samples with 15 % Ms content showed the following strength characteristics: at 7 days old, 31.35 MPa, already exceeding the reference sample strength by 18.9 %; at 14 days old, exceeding the reference sample by 17.7 %, reaching 41.84 MPa; at 28 days old, 49.04 MPa, exceeding the reference sample by 18.1 %. For specimens with 20 % Ms content, the strength was: at 7 days old, 33.63 MPa, exceeding the reference sample strength by 27.5 %; at 14 days old, exceeding the reference sample by 27.9 %, reaching 45.47 MPa; at 28 days old, 53.27 MPa, exceeding the reference sample by 28.3 %. For specimens with 25 % Ms content: at 7 days old, 32.95 MPa, exceeding the reference sample strength by 24.9 %; at 14 days old, exceeding the reference sample by 25.2 %, reaching 44.52 MPa; at 28 days old, 51.83 MPa, exceeding the reference sample by 24.8 %.

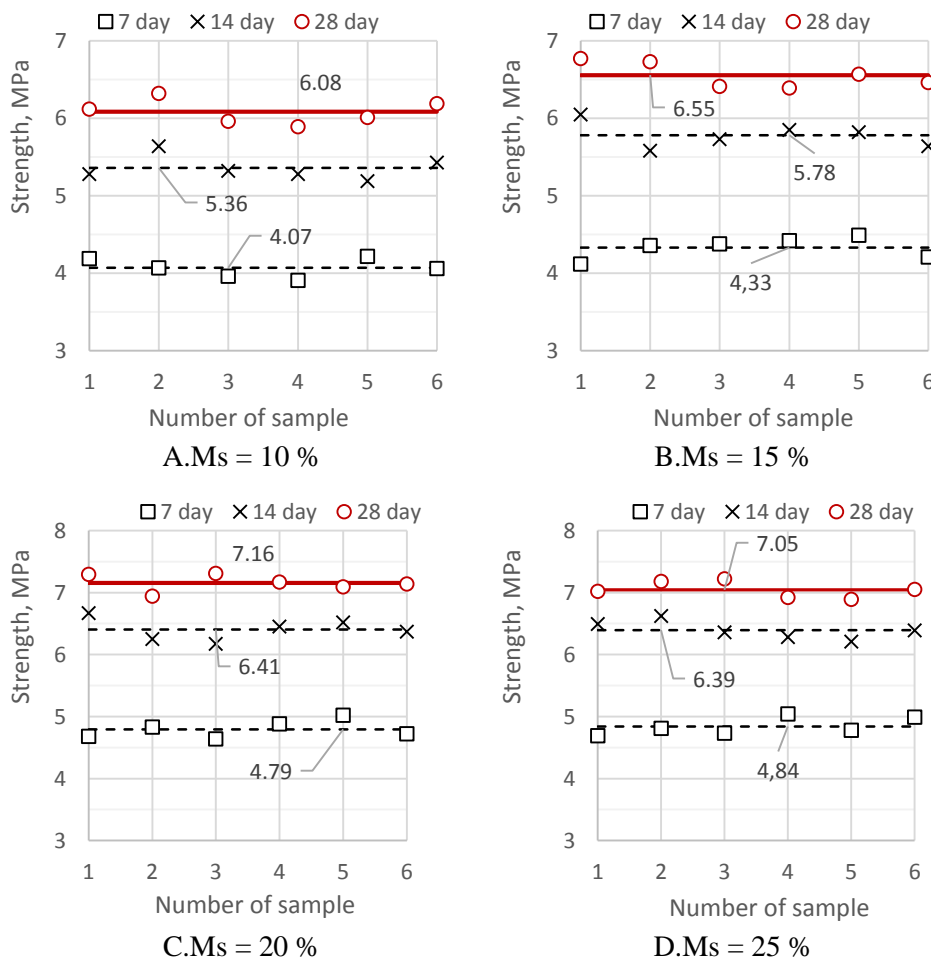


Fig. 5. Test results of beam specimens under bending

The flexural strength of specimens with 10% microsilica (Ms) content was: at 7 days old, 4.07 MPa, exceeding the reference sample strength by 7.1 %; at 14 days old, the strength was 5.43 MPa, surpassing the reference sample by 15.8 %; at 28 days old, 6.19 MPa, exceeding the reference sample by 9.9 %. Samples with 15 % Ms content showed the following strength characteristics: at 7 days old, 4.21 MPa, exceeding the reference sample strength by 11.1 %; at 14 days old, the strength surpassed the reference sample by 20.3%, reaching 5.64 MPa; at 28 days old, 6.46 MPa, surpassing the reference sample by 14.7 %. For specimens with 20 % Ms content, the strength was: at 7 days old, 4.72 MPa, exceeding the reference sample strength by 24.6 %; at 14 days old, the strength was 6.37 MPa, surpassing the reference sample by 35.8 %; at 28 days old, 7.14 MPa, exceeding the reference sample by 26.8 %. For specimens with 25 % Ms content: at 7 days old, 4.99 MPa, exceeding the reference sample strength by 31.6 %; at 14 days old, the strength was 6.37 MPa, surpassing the reference sample by 36.2 %; at 28 days old, 7.05 MPa, exceeding the reference sample by 25.2 %.

Figure 6. shows the comparison diagrams of the obtained strength characteristics, along with their corresponding coefficients of variation: A – compressive strength, B – flexural strength.

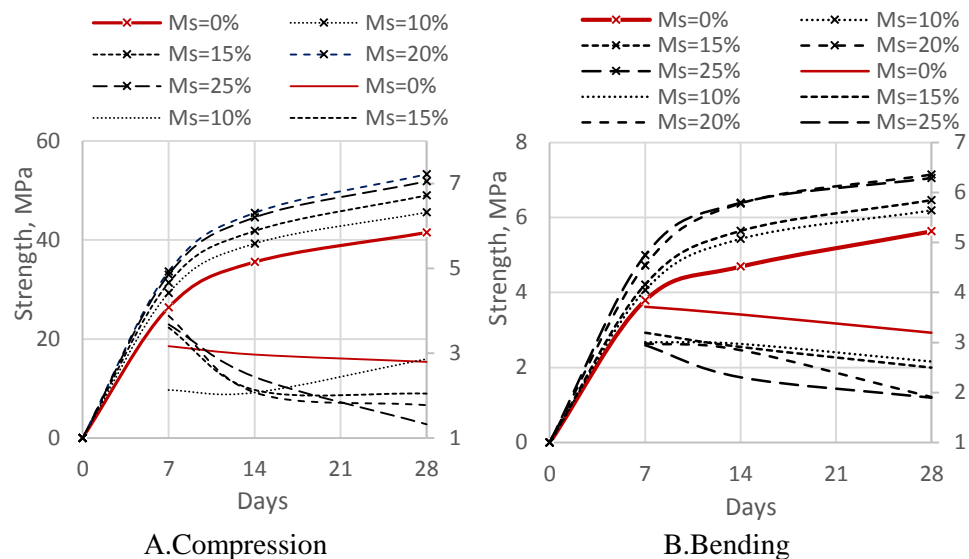


Fig. 6. Comparative diagrams of strength characteristics

The comparative diagram reveals a noticeable influence of microsilica on the strength properties of concrete: all curves of specimens with the additive lie above the curve of the reference sample. The coefficients of variation, overall characterizing the close relationship between individual strength values, tend to stabilize the results as the strength of specimens accumulates. The coefficients of variation of compressive strengths range from 1.32% to 3.88%, while those of flexural strengths range from 1.89% to 3.71%.

Figure 7 depicts the changes in strength characteristics with varying microsilica content in the specimens: A – compressive strength, B – flexural strength.

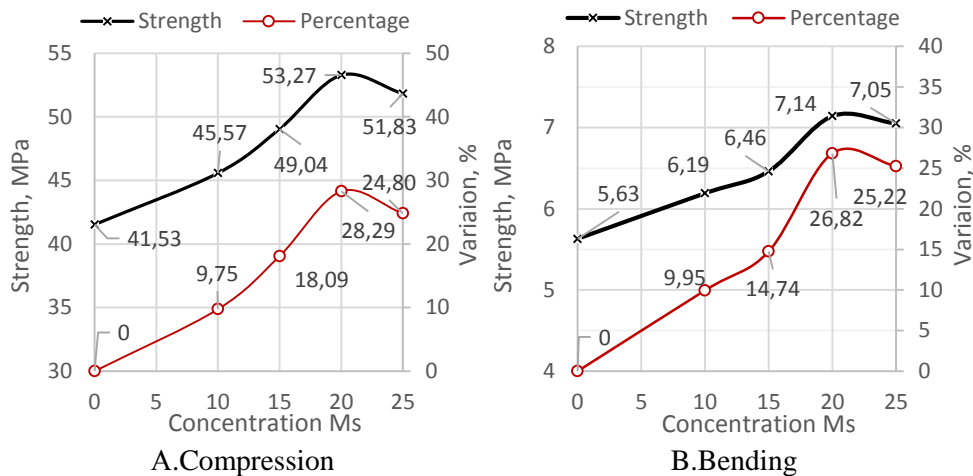


Fig. 7. Strength variation with microsilica content

According to the obtained diagrams, the maximum increase in strength, both in compression and in bending of the specimens, corresponds to a microsilica content of 20 % relative to cement. The peak compressive strength values reach 53.27 MPa, exceeding the reference sample strength by 28.29 %. The peak flexural strength values reach 7.14 MPa, surpassing the reference sample by 26.82 %. With a microsilica content exceeding 20 %, there is a decrease in strength, both in compression and in bending.

Discussion of scientific results. The observed increase in compressive and flexural strength with the addition of up to 20 % of microsilica can be attributed to pozzolanic reactions favoured by the high silica content of microsilica. Microsilica, consisting mainly of amorphous silica (SiO_2), reacts with calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), a by-product of cement hydration, to form additional calcium silicate hydrates (C-S-H).

It is worth noting that the effects of microsilica on concrete properties can also depend on other factors, such as the water-to-binder ratio, curing conditions, and the presence of other supplementary cementitious materials or chemical admixtures. Careful optimization of the concrete mix design, taking into account the interactions between various components, is crucial to achieving the desired strength and durability characteristics.

In summary, the study's main result is that the maximum increase in both compressive and flexural strength of concrete was achieved with a 20 % microsilica content relative to the mass of cement. Further increases in microsilica content above 20 % resulted in a decrease in strength characteristics, suggesting an optimal range for the additive's composition.

Conclusion. Standard tests were conducted on beam specimens for both flexural and compressive strength. The tests were carried out on specimens with varying microsilica (Ms) content: 10 %, 15 %, 20 %, and 25 % by mass of cement.

According to the compressive strength test results, the maximum strength increase was observed in specimens with 20 % Ms content, while the reference sample exhibited the lowest strength. On average, the increase in strength relative to the reference sample, based on Ms content, was: 9.7 % for 10 % Ms content; 18.1 % for 15 % Ms content; 28.3 % for 20 % Ms content; and 24.8 % for 25 % Ms content.

However, when the Ms content exceeds 20%, there is a decrease in strength by 2.3% compared to the maximum average strength obtained with 20% Ms content.

The flexural strength test results showed a similar trend of strength increase. The maximum strength was also observed in specimens with 20% Ms content. On average, the increase in strength relative to the reference sample, based on Ms content, was: 9.9% for 10% Ms content; 14.7% for 15 % Ms content; 26.8% for 20% Ms content; and 25.2% for 25 % Ms content. A decrease in strength of specimens is also observed at high Ms concentrations (above 20 %): the strength values of specimens with 25% Ms content are 1.3% lower than those of specimens with 20% Ms content.

The coefficients of variation, overall characterizing the close relationship between individual strength values, tend to stabilize the results as the strength of specimens accumulates. The coefficients of variation for compressive strengths range from 1.32% to 3.88%, while those for flexural strengths range from 1.89% to 3.71%.

The decrease in strength may be attributed to the increase in silicon content in the cement composition, as the microsilica content consists of approximately 90% silicon and above. The application of up to 20% microsilica increases the silicon content in the percentage composition of alite and belite, improving the quality of the cement's mineralogical composition. However, an excess of silicon constituents leads to a decrease in the quality parameters of the binder.

References

1. Sandanayake M., M., Bouras Y., Haigh R., Vrcelj Z. Current sustainable trends of using waste materials in concrete – a decade review // Sustainability, 2020. Vol. 12, No. 22. P. 9622.
2. Singh R., Chaturvedi V., Chaurasiya A.K., Patel M. Utilization of industrial waste in concrete mixes – A review // International Conference on Innovative Technologies for Clean and Sustainable Development. – Cham : Springer International Publishing, 2020. P. 77-97.
3. Bishetti P.N., Pammar L. Experimental study on utilization of industrial waste in concrete // International Journal of Technical Research and Applications, 2014. Vol. 2, No. 4. P. 49-52.
4. Lukpanov R., Dyusseminov D., Altynbekova A., Zhantlesova Z. Research of foam concrete components in the regional production conditions of Nur-Sultan // Technobius, 2022. Vol. 2, No. 3. P. 0023. <https://doi.org/10.54355/tbus/2.3.2022.0023>.
5. Lukpanov R., Dyusseminov D., Zhantlesova Z., Altynbekova A., Smoljaninov A. Approximative approach to optimize concrete foaming concentration in two stage foaming // Technobius, 2023. Vol. 3, No. 3. P. 0041. <https://doi.org/10.54355/tbus/3.3.2023.0041>.
6. Satova K.M., Zhumadina S.M., Abilova S.B., Mapitov N.B., Jaxylykova A.K. The content of heavy metals in the soils of the dry-steppe beskaragay ribbon-like pine forest and its pollution level // Rasayan Journal of Chemistry, 2020. Vol. 13, No. 3. P. 1627-1636.
7. Karabalayeva A., Ibadullayeva S., Nurumov B., Darzhuman G., Nazarov E., Sumatokhin S. Assessment of Biology Teacher Candidates' Attitudes and Competencies Toward Virtual Reality Applications // International Journal of Emerging Technologies in Learning, 2023. Vol. 18, No. 18. P. 64-75. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i18.43219>.
8. Lukpanov R.E., Dyusseminov D.S., Altynbekova A.D., Yenkebayev S.B. Research on the Effect of Post-alcohol Bard on the Properties of the Cement-Sand Mixture // International Scientific Conference Industrial and Civil Construction. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2022. Vol. 436. P.107-113. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44432-6_14.
9. Ramamurthy K., Nambiar E.K.K., Ranjani G.I.S. A classification of studies on properties of foam concrete // Cement and concrete composites, 2009. Vol. 31, No. 6. P. 388-396.

This research was funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP19680068).

Material received on 04.04.24.

**Р.Е. Лукпанов¹, Д.С. Дюсембинов¹, А.Д. Алтынбекова¹, Ж.Б. Жантлесова¹,
С.Б. Енкебаев¹, Д.В. Цыгулев¹, Ж.А. Шахмов¹**

¹*Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан*

МИКРОСИЛИКАНЫҢ ЕКІ КОМПОНЕНТТІ МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ҚОСПАНЫҢ ҚҰРАМЫНДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН БЕТОННЫҢ БЕРІКТІГІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Қазіргі заманғы құрылыста бетонның өнімділігін арттырудың экологиялық қауіпсіз және үнемді әдістерін іздеуге көп көңіл бөлінеді. Бұл жұмыста өнеркәсіптік қалдықтар, атап айтқанда микросилика, фосфогипсум, сабын және алкогольден кейінгі бард негізінде бетонды модификациялау үшін жасалған күрделі қоспаның әлеуеті зерттелген. Зерттеудің мақсаты қоспаның әрбір құрамдас бөлігінің бетонның түрлену процестеріне, әсіресе оның беріктік сипаттамаларына әсерін бағалау болып табылады. Зертханалық зерттеулер микросиликаның құрамы әртүрлі үлгілерде жүргізілді және нәтижелер цемент массасына қатысты микросиликаның 20% мөлшерінде беріктіктің максималды жоғарылауына қол жеткізілгенін көрсетті. Әрі қарай жүргізілген талдау микросиликаның мөлшері 20 % - дан жоғары болған кезде беріктік көрсеткіштерінің төмендегенін көрсетті, бұл байланыстырғыш құрамындағы кремнеземнің артық болуына байланысты болуы мүмкін.

Тірек сөздер: микросилика, фосфогипс, сабын, алкогольден кейінгі бард, бетон модификациясы, екі компонентті модификацияланған қоспа.

**Р.Е. Лукпанов¹, Д.С. Дюсембинов¹, А.Д. Алтынбекова¹, Ж.Б. Жантлесова¹,
С.Б. Енкебаев¹, Д.В. Цыгулев¹, Ж.А. Шахмов¹**

¹*Евразийский университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В СОСТАВЕ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДОБАВКИ

Аннотация. В современном строительстве значительное внимание уделяется поиску экологически безопасных и экономически эффективных методов улучшения эксплуатационных характеристик бетона. В данной статье исследуется потенциал комплексной добавки, разработанной на основе промышленных отходов, в частности микрокремнезема, фосфогипса, соапстока и послеспиртовой барды, для модификации бетона. Целью исследования является оценка влияния каждого компонента добавки на процессы трансформации бетона, особенно на его прочностные характеристики. Лабораторные испытания были проведены на образцах с различным содержанием микрокремнезема, и результаты показали, что максимальное повышение прочности было достигнуто при содержании микрокремнезема 20 % по отношению к массе цемента. Дальнейший анализ выявил снижение прочностных показателей при увеличении содержания микрокремнезема более чем на 20 %, что может быть связано с переизбытком кремнезема в составе связующего.

Ключевые слова: микрокремнезем, фосфогипс, соапсток, послеспиртовая барда, модификация бетона, двухкомпонентная модифицированная добавка.

МРНТИ 67.11.59

Ж.Е. Ескермесов¹ – основной автор,
Б.А. Карымсаков², И.К. Дуйсембаев³ | ©¹PhD, ²Преподаватель, ³Магистрант

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0001-6464-2748> ²<https://orcid.org/0000-0002-9617-3066>^{1,2,3}Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати,
г. Тараз, Казахстан¹zhe.eskermesov@dulaty.kz<https://doi.org/10.55956/YRWY2975>

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ВЫСОКОПРОЧНАЯ СТАЛЬ И ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫЙ ФИБРОБЕТОН

Аннотация. В работе испытаны высокопрочные бетоны со стальными и полипропиленовыми волокнами. Стальные волокна улучшают энергию разрушения и силу изгиба при температуре окружающей среды. При высоких температурах наблюдается снижение энергии разрушения и предельная прочность при изгибе.

Ключевые слова: бетон, сталь, здание, полипропилен, прочность на изгиб, энергия разрушения.



Ескермесов, Ж.Е. *Высокотемпературная высокопрочная сталь и полипропиленовый фибробетон [Текст] / Ж.Е. Ескермесов, Б.А. Карымсаков, И.К. Дуйсембаев // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №2(84). – С.122-128. <https://doi.org/10.55956/YRWY2975>*

Введение. Известно, что бетон – это материал, у которого механические свойства улучшаются при комнатной температуре, но некоторые его свойства улучшаются при воздействии высоких температур [1-3]. Основные температурные эффекты связаны с химическими изменениями и выходом влаги в цементной среде, при образовании там микротрещин из-за температурных градиентов и деформационной несовместимости между заполнителями и цементной пастой.

Добавление стальных волокон в бетон повышает гибкость, энергопоглощающую способность и жесткость [4]. Однако энергопоглощающая способность является основным свойством материалов, полученных с помощью армирующих волокон [5,6].

Условия и методы исследования. В данном исследовании изучается высокопрочный бетон, армированный волокнами для повышения прочности и пластичности при повышенных температурах. Добавление стальных и полипропиленовых волокон в бетон является одним из характеристик, значительно повышающих прочность и пластичность, уменьшающих растрескивание, улучшающих гибкость и увеличивающих поглощение энергии. Поэтому в данном исследовании оценивалась энергия разрушения различных высокопрочных фибровых материалов при низких и высоких температурах. Исследовались пять составов бетона, содержащих два типа стальных волокон (3.0 D и 5.0 D) (45,0 кг/м³ и 75,0 кг/м³) и 2 кг/м³

полипропиленовых волокон. Энергия разрушения бетона измерялась при различных температурных уровнях (температура окружающей среды 300°C, 500°C и 700°C), с предварительной нагрузкой и без нее.

Процедура была выбрана следующая

1. Сначала взвешивают сырьё.
2. Затем укладывается бетонная смесь с заполнителем и цементом плюс 20% воды.

3. После этого добавляют более 40% воды в суперпластификатор в соответствии с требованиями к бетону.

4. Также добавляют известняковый заполнитель 20% воды, необходимой для бетонной смеси.

5. Стальные и полипропиленовые волокна добавляются вручную, понемногу, пока не будет достигнута хорошая однородность.

6. Наконец, добавляются оставшиеся 20% воды и продолжается перемешивание до получения однородной пасты.

Все бетонные смеси были изготовлены в один и тот же день, чтобы свести к минимуму возможное влияние температуры и влажности, которые могли бы в той или иной степени повлиять на составы бетона. Содержание влаги оказывает некоторое влияние на поведение бетона при повышенных температурах. Через двадцать восемь дней после заливки бетона измеряли содержание влаги в различных составах бетона. Были получены результаты для влажности RC, 3D_45, 3D_45, 5D_45 и 5D_75, 1,49%, 1,55%, 1,53%, 1,45% и 1,32% соответственно. Для каждого состава бетона оценивалась прочность на сжатие при температуре окружающей среды и в первый и последний день экспериментальных испытаний.

Экспериментальная программа включала пять различных составов высокопрочного фибробетона. Экспериментальная программа состояла из 97 испытаний на изгиб, проведенных при температуре окружающей среды и повышенной температуре.

В первом испытании на изгиб 57 образцов были испытаны без начальной нагрузки; во втором испытании на изгиб 40 образцов были испытаны для оценки влияния предварительной нагрузки на прочность при изгибе при повышенных температурах. Начальная предварительная нагрузка составляла 30% от средней предельной прочности бетона на изгиб при комнатной температуре. Было проведено три испытания для каждой часто используемой комбинации параметров.

Модель была изготовлена, сформирована и измерена как квадратная бетонная балка с поперечным сечением 150,0×150,0 мм и длиной 600 мм. Максимальный размер заполнителя составлял 18 мм, а длина волокон не превышала 60 мм. Бетон перемешивался в бетономешалке и заливался в квадратные формы для колонн. Во время уплотнения формы заполняются и шлифуются. Уплотнение проводилось на вибростоле.

Образцы извлекались через 36-48 часов. Затем образцы были оставлены на 2-3 недели при температуре 20°C ($\pm 5^\circ\text{C}$) при лабораторных условиях ниже 60% ($\pm 10\%$). В этот период образцы разрезали пилой. Каждый образец поворачивали на 90,0°C относительно поверхности отливки и разрезали до середины ширины образца (рис. 1). Ширина образца составляла 3 мм, а глубина – 25,0 мм.

Затем образцы выдерживались при температуре 20°C ($\pm 5^\circ\text{C}$), R до готовности к испытаниям; Н хранились при $\leq 85\%$ ($\pm 10\%$).

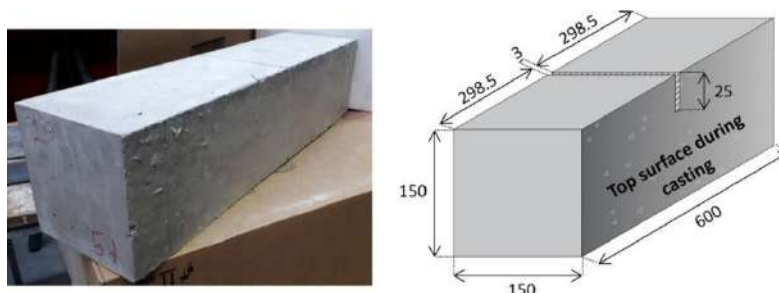
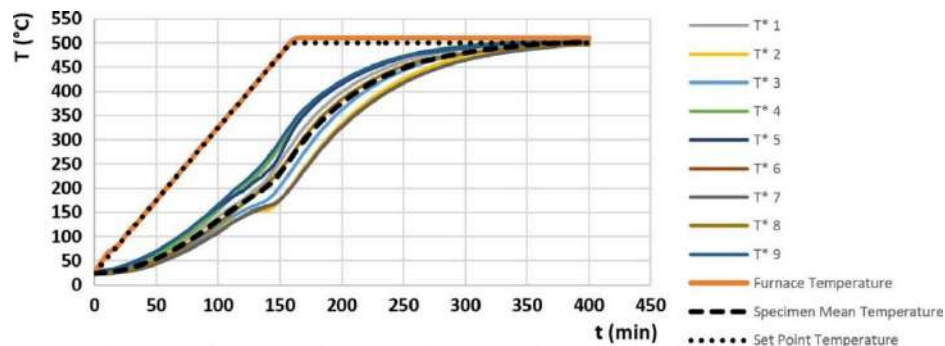
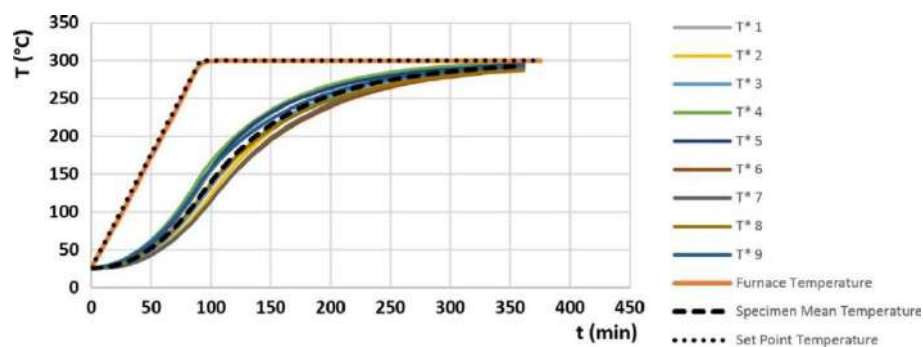


Рис. 1. Размер образца (мм) и место разреза

Для испытаний на термический изгиб без предварительной нагрузки образцы помещают в печь и нагревают до заданной температуры со скоростью $3^{\circ}\text{C}/\text{в}$ минуту. После достижения требуемой температуры образец выдерживается при этой температуре в течение 60 минут для получения однородной массы. Затем образец нагружают в режиме управления сдвигом со скоростью $0,005$ м/с до тех пор, пока нагрузка не достигнет нуля или не менее 10% от предельной нагрузки, определенной при испытании на изгиб.

Результаты исследования и их обсуждение. На рисунке 2-4 приведены примеры изменения температуры со временем для образцов, нагретых до 300°C , 500°C и 700°C . Графики подтверждают, что все термопары достигли 300°C , 500°C и 700°C через 360 минут, 400 минут и 450 минут соответственно. Эти графики подтверждают, что температура (t^*) всех термопар на поверхности бетона достигла 300°C , 500°C и 700°C через 360, 400 и 450 минут соответственно.

Рис. 2. Изменение температуры модели 3d_45_s24 для серии 300°C Рис. 3. Изменение температуры в модели 5d_45_s19 для серии 500°C

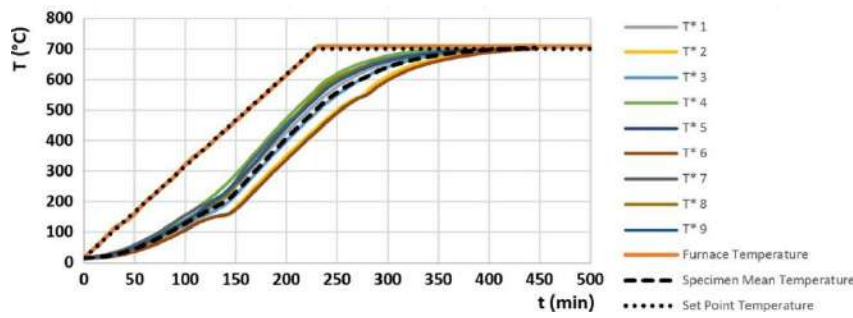


Рис. 4. Изменение температуры для серии 700°C для модели 5d_75_s14

Что касается предельных нагрузок (рис. 5), то повышение температуры приводит к общему снижению F_{um} для всех компонентов, независимо от типа и размера волокон, за исключением компонента 3d_45, полученного в серии испытаний при 300°C.

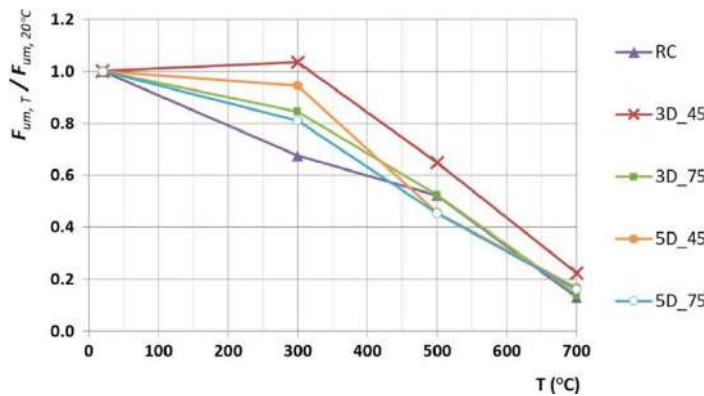


Рис. 5. Относительная предельная нагрузка в зависимости от температуры для каждого компонента бетона в испытании на изгиб без предварительного сжатия

В серии испытаний при 300°C относительная энергия разрушения бетона RC, 3d_75, 5d_45 и 5d_75 незначительно снизилась на 32%, 16%, 6% и 19% соответственно (рис. 6). Однако относительная прочность на сжатие бетонного компонента 3d_45 увеличилась на 3%.

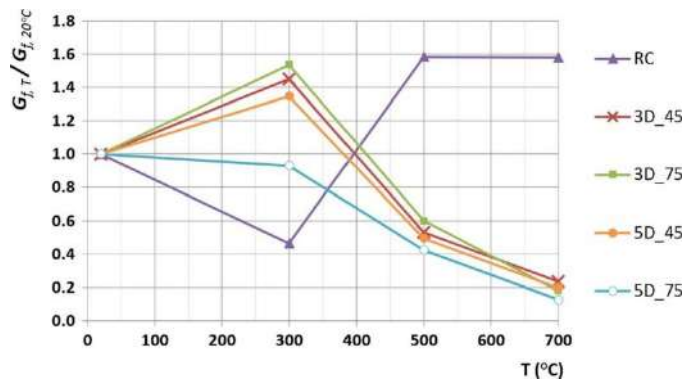


Рис. 6. Относительная энергия разрушения в зависимости от температуры для каждого компонента бетона в испытаниях без предварительной нагрузки.

Относительная прочность F_{up} всех бетонных композиций снизилась во многих испытаниях при 500°C . Это связано с тем, что при 400°C относительная прочность на сжатие водородных композиций снизилась на 3%. Это связано с тем, что при 400°C гидроксид кальция начинает обезвоживаться и образовывать пары, что значительно снижает прочность бетона. Так, для бетонных составов RC, 3d_45, 3d_75, 5d_45 и 5d_75 F_{up} составил 52%, 65%, 52%, 46% и 57% от значения комнатной температуры соответственно.

Во многих испытаниях при температуре 700°C относительные значения F_{am} были еще ниже: 13, 22, 14, 17 и 16% для бетонов RC, 3d_45, 3d_75, 5d_45 и 5d_75 соответственно.

Для серии испытаний при температуре 500°C наблюдалось снижение относительного G_{fm} практически для всех бетонных композиций. Таким образом, G_{fm} составил 53%, 60%, 50% и 43% от значения при температуре окружающей среды, соответственно, для бетонных композиций 3D_45, 3D_75, 5D_45 и 5D_75. Для состава RC наблюдалось увеличение относительного G_{fm} на 58%. В этом случае с повышением температуры тип разрыва цементной матрицы становится менее хрупким, и, следовательно, площадь под кривой силы – смещения увеличивается, что приводит к увеличению G_{fm} . Однако в абсолютном значении этот выигрыш практически незначителен.

Для серии испытаний при температуре 700°C относительный G_{fm} снизился еще больше, составив величину 24%, 18%, 20%, 13%, соответственно для бетонных композиций 3D_45, 3D_75, 5D_45 и 5D_75.

Заключение. В данной статье представлены результаты экспериментального исследования по оценке прочности при изгибе и энергии разрушения при температуре окружающей среды и повышенных температурах (300°C , 500°C и 700°C).

Речь идет о бетонах, армированных полипропиленовыми и стальными волокнами. Основной целью исследования было оценить влияние различных параметров, таких как: влияние температуры, добавление стальной фибры, тип стальной фибры, размер стальной фибры и эффект предварительной нагрузки на прочность при изгибе и энергию разрушения испытываемого бетона. По результатам данного исследования можно сделать следующие выводы:

- прочность на изгиб и энергия разрушения бетона снижаются с повышением температуры. Это снижение происходит как в испытаниях с предварительной нагрузкой, так и без нее, и выше для образцов с предварительной нагрузкой. Результаты испытаний показывают, что прочность при изгибе и энергия разрушения бетонного состава снизились на 11,7% и 22,5% при 300°C и на 11,6% и 22,6% при 500°C для образцов высокого давления, соответственно, под воздействием возмущающего воздействия предварительной нагрузки 3d_45. При испытании при температуре 700°C образцы с предварительной нагрузкой разрушились до достижения этой температуры;

- добавление стальных волокон увеличило прочность на изгиб и энергию разрушения бетона по сравнению с составами без стальных волокон;

- сравнение фибры плотностью $75\text{кг}/\text{м}^3$ с одинаковой геометрией, но разным содержанием стальных волокон показало лучшие результаты по прочности на изгиб и энергии разрушения, чем состав со стальной фиброй плотностью $45\text{ кг}/\text{м}^3$;

- результаты, полученные при 300°C и 500°C для большинства испытываемых материалов, следующие: при предварительном растяжении

первых образцов наблюдалась общая тенденция к снижению предельной прочности при изгибе и энергии разрушения;

– реакция бетона на размягчение, особенно после пиковой нагрузки, также смягчается с повышением температуры. Это также наблюдалось для эталонного бетона без стальных волокон;

– с другой стороны, трещины в образцах со стальными волокнами довольно вязкие, другими словами, растрескивание бетона можно лучше контролировать, добавляя в него стальные волокна. После достижения максимальной прочности на изгиб и в конце экспериментальных испытаний (в случае больших образований) фибры разрешалось соединить две части образца.

В итоге, несмотря на различные эффекты, добавление стальных волокон (3D и 5D) увеличивает гибкость и энергопоглощающую способность композитного материала при испытательных дозах (энергия разрушения и предельная прочность на изгиб 45 и 75 кг/м³), при комнатной температуре, 300, 500 и 700°C.

Список литературы

1. Тимашев, В.В. Влияние физической структуры цемента на его прочность [Текст] // Цемент. – 1978. – №2. – С. 6-8.
2. Neville, A.M., Brooks, J.J. Concrete technology. – Prentice Hall, 2010. – 392 p.
3. Жакипбеков, Ш.К. Особенности твердения модифицированных бетонов на основе местных вяжущих веществ [Текст] / Ш.К. Жакипбеков, Д.Ш. Жакипбеков // Технологии бетонов. – 2014. – №10. – С. 10-11.
4. Рунова, Р.Ф. Особенности структурообразования вяжущего на основе высокоуглеродистых зол [Текст] / Р.Ф. Рунова, В.П. Плохий, А.Л. Дехно, А.Б. Яменко // Цемент. – 1995. – №3. – С. 38-41.
5. Ohta A., Sugiyama T., Tanaka Y. Fluidizing mechanism and application of polycarboxylate-based superplasticizers //Special Publication, 1997. Vol. 173. P. 359-378.
6. Каприелов, С.С. Модифицированные бетоны нового поколения: реальность и перспектива [Текст] / С.С. Каприелов, В.Г. Батраков, А.В. Шейнфельд // Бетон и железобетон. – 1999. – №6. – С. 6-10.

Материал поступил в редакцию 11.04.24.

Ж.Е. Ескермесов¹, Б.А. Карымсаков¹, И.К. Дүйсембаев¹

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

ЖОҒАРЫ ТЕМПЕРАТУРАДАҒЫ ИІЛУ БЕРІКТІГІ ЖОҒАРЫ БОЛАТ ЖӘНЕ ПОЛИПРОПИЛЕН ФИБРОБЕТОНЫ

Аңдатпа. Жұмыста болат және полипропилен талшықтары бар беріктігі жоғары бетон сыналды. Болатты талшық қоршаған орта температурасында жарықшақтардың энергиясын және иілу беріктігін жақсартады. Жоғары температурада сыну энергиясы мен иілудің соңғы беріктігі төмендейді.

Тірек сөздер: бетон, болат, ғимарат, полипропилен, иілу беріктігі, сыну энергиясы.

J.E. Eskermesov¹, B.A. Karymsakov¹, I.K. Duysembaev¹

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

**HIGH TEMPERATURE, HIGH STRENGTH STEEL AND
POLYPROPYLENE FIBER CONCRETE**

Abstract. In this study, high strength concrete with steel and polypropylene fibers was tested. Steel fibers increase the fracture energy and flexural strength at room temperature. At higher temperatures, the fracture energy and ultimate flexural strength decrease.

Keywords: concrete, steel, building, polypropylene, bending strength, fracture energy.

References

1. Timashev, V.V. Vliyaniye fizicheskoy struktury tsementa na yego prochnost' [The influence of the physical structure of cement on its strength] // Tsement [Cement], 1978. No. 2. P. 6-8, [in Russian].
2. Neville, A.M., Brooks, J.J. Concrete technology. – Prentice Hall, 2010. – 392 p.
3. Zhakipbekov, SH.K. Zhakipbekov, D.SH. Osobennosti tverdeniya modifitsirovannykh betonov na osnove mestnykh vyazhushchikh veshchestv [Features of hardening of modified concrete based on local binders] // Tekhnologii betonov [Concrete technologies], 2014. No. 10. P. 10-11, [in Russian].
4. Runova, R.F. Plokhyy, V.P., Dekhno, A.L., Yamenko, A.B. Osobennosti strukturoobrazovaniya vyazhushchego na osnove vysokouglerodistykh zol [Features of structure formation of binders based on high-carbon ash] // Tsement [Cement], 1995. No. 3. P. 38-41, [in Russian].
5. Ohta A., Sugiyama T., Tanaka Y. Fluidizing mechanism and application of polycarboxylate-based superplasticizers // Special Publication, 1997. Vol. 173. P. 359-378.
6. Kapriyev, S.S. Batrakov, V.G., Sheynfel'd, A.V. Modifitsirovannyye betony novogo pokoleniya: real'nost' i perspektiva [New generation modified concretes: reality and prospects] // Beton i zhelezobeton [Concrete and reinforced concrete], 1999. No. 6. P. 6-10, [in Russian].

FTAMP 67.09.33

А.Қ. Жусипбеков¹ – негізгі автор, | ©
Д.Ж. Артықбаев²



¹Аға оқытушы, ²PhD, аға оқытушы

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0001-4123-8395> ²<https://orcid.org/0000-0003-4794-8707>



^{1,2}М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,



Шымкент қ., Қазақстан



²artykbaev_d@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/WNQU5604>

ҚАЙТА ӨНДЕЛГЕН БЕТОН ТОЛТЫРҒЫШТАРЫН БЕТОНДА ҚОЛДАНУ

Аңдатпа. Мақалада ұсақ қайта өңделген бетон агрегаттарының (ҰӨБА) қазіргі жағдайы талқыланады, олардың физикалық, химиялық және инженерлік қасиеттеріне, сондай-ақ ҰӨБА бетондарының беріктігіне назар аударылады. Цемент құрамын кем дегенде бірдей деңгейде немесе жақсырақ төмен деңгейде сақтай отырып, жаңа бетондарда ҰӨБА кеңінен қолдануға арналған ұсыныстар мен құралдар туралы қосымша зерттеулерсіз қорытынды жасау мүмкін емес. Атап айтқанда, әлі де жетіспейтін нәрсе, негізгі физика-химиялық қасиеттер туралы білім және олардың бетон қоспасының сапасымен және бетонның өнімділігімен байланысы. Ұсақтау және қайта өңделген агрегаттарды електен өткізумен немесе далалық құрылымдардан алынған ҰӨБА сапасын жақсы түсіну үшін негіз қалайды. ҰӨБА қасиеттерін ұсақ дисперсті табиғи агрегаттардың қасиеттерімен салыстыра отырып, ҰӨБА-ның суды жоғары сіңіруі, ҰӨБА ылғалдылығының күйі, бөлшектердің агломерациясы және жабысқақ ерітінді сияқты негізгі шектеуші қасиеттері анықталады. Осылайша, химиялық құрамы жағынан тұрақты болуы мүмкін болса да, тұрақты ҰӨБА сапасына қол жеткізу қиын. Бетон қоспаларын жобалау кезінде ҰӨБА шектеу қасиеттерін ескеру үшін бетон технологиясының озық өнімділік әдістері мен құралдары қажет.

Тірек сөздер: қайта өңделген бетон толтырғыштары; табиғи толтырғыштар; бетон қоспалары; төзімділік.

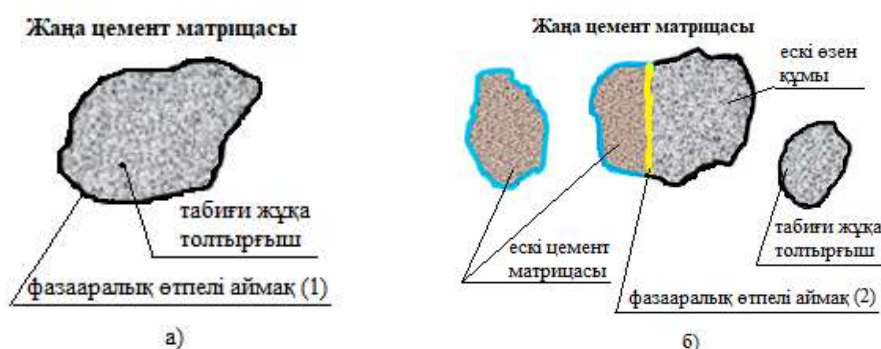


Жусипбеков, А.Қ. Қайта өңделген бетон толтырғыштарын бетонда қолдану [Мәтін] /А.Қ. Жусипбеков, Д.Ж. Артықбаев // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №2(84). – Б.129-143. <https://doi.org/10.55956/WNQU5604>

Кіріспе. Әлемдегі инфрақұрылымдардың көпшілігі бетоннан жасалған. Бетонның қоршаған ортамен күрделі өзара әрекеттесуіне және уақытылы техникалық қызмет көрсетудің болмауына байланысты көптеген бетон құрылымдары тозу жағдайында. Заманауи бетон толтырғыштарын, инновациялық технологияларды пайдалану, бетонның шыдау ұзақтығын, механикалық қасиеттерін және өнімділігінің сапасын арттырады. Бетон конструкцияларын бұзу немесе қайта құру кезінде бетонды қайта өңдеу қиыршық тасты жоюдың кең таралған әдісіне айналуға [1,2]. Сонымен қатар, бетонды қайта өңдеу, бетон конструкцияларының тұрақты дамуын қолдау тәсілін қамтамасыз етеді. Қайта өңделген бетон толтырғыштарының көптеген

көздері бар. Ең көп таралған көздер құрылыс және бұзылған қалдықтарынан (ҚЖБК) және құрама бетон өндірісінің бетондары болып табылады. Ұсақ дисперсті қайта өңделген бетон толтырғыштары (ҰӨБА) (<4 мм) бетон киыршық тасты бірнеше рет ұсақтау нәтижесінде пайда болады [2]. Қазіргі уақытта ҰӨБА цементті әрлеу материалдары мен қалау ерітінділеріндегі табиғи құмдарды алмастырғыш, сондай-ақ жол құрылымдарындағы және геосинтетикалық арматураланған құрылымдар мен топырақты тұрақтандыру үшін толтырғыш материал ретінде қолданылады [3].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Құрылымдық бетонда табиғи құм мен цементті тұрақты алмастырғыш ретінде ҰӨБА пайдалану туралы есеп беретін зерттеу жұмыстарын қоспағанда, кейс-стади жоқ. Бұл зерттеулер негізінен зертханалық ұнтақталған ерітінділер мен бетондардан жасалған ҰӨБА көмегімен жасалған үлгілерді сынауға бағытталған, сондықтан сыртынан нақты қайта өңделген бетоннан ерекшеленетін материалдан жасалған. Құрылымдық бетонда ҰӨБА қолдану, қоршаған ортаға оң әсер ететіні туралы хабарланғанымен, зерттеулер жаңа және қатайтылған жаңа бетонның қасиеттеріне қатысты ҰӨБА пайдалану кезінде бірнеше проблемалар анықтады. Мысалы, ҰӨБА суды жоғарғы деңгейде сіңіру бетонның өңделуін төмендетуі мүмкін; жабысқақ ерітінді жаңа бетонға көбірек ұсақ дисперсті материал енгізеді (1-сурет). Жаңа бетонның тасымалдануына және механикалық қасиеттеріне әсер етеді. Сонымен қатар, ҰӨБА хлоридтермен және сульфаттармен ластануы мүмкін (мысалы, мұзға қарсы тұздардан, ағынды суларды тазарту қондырғыларынан немесе теңіз суынан), бұл жаңа бетонның беріктігіне айтарлықтай әсер етуі мүмкін [4]. Сонымен қатар, ҰӨБА дұрыс өңдеу және пайдалану бойынша зерттеулер мен практикалық тәжірибе шектеулі және/немесе нәтижесіз. Қайта өңделген бетон агрегаттарының физикалық және химиялық қасиеттерінің сапасын бақылаудың шекті мәндері де айтарлықтай өзгереді. Сонымен, сапаны бағалау стандарттарының болмауы ҰӨБА зертханадан тыс жаңа бетонда әлі қолданылмауының басты себебі болып табылады. Сондықтан ҰӨБА ҚЖБК жалпы салмағының жартысына жуығын құраса да, жаңа бетонда ҰӨБА қолдану шектеулі [5].



а) табиғи ұсақ дисперсті агрегаты бар (ҰДА) (кварц немесе өзен құмы);
 б) ішінара қайта өңделген ұсақ дисперсті агрегатпен (ҰДА) ауыстырылған ЖӨБ бар.

Сурет 1. Әртүрлі фазааралық өтпелі аймақтар (ФӨА) әртүрлі ұсақ дисперсті агрегаттарды қолдана отырып дайындалған ультра жоғары өнімділік бетондары (ЖӨБ)

ҰӨБА қолдануға ықпал ететін, құрылымдық бетонға ҰӨБА енгізу факторлары мен кедергілері: CO₂ шығарындыларын азайту (айналмалы экономикаға ықпал етеді), қалдықтарды полигондарға көму, шикізат пен шығындардың тапшылығы.

Соңғы онжылдықта жаһандық климаттың өзгеруінің салдары адам санасының жоғары деңгейіне жетті. Алдағы онжылдықтарда халықтың өсуі, инфрақұрылымның кеңеюі (әсіресе инфрақұрылымның жетіспеушілігіне тап болған дамушы елдерде), қалдықтардың жиналуы және бұзылатын құрылыстардың көбеюі (ірі индустриалды елдерде) баламалы шикізат пен жаңа құрылыс технологиялары саласындағы көптеген зерттеулердің негізгі қозғаушы күші болады. Ресурстардың сарқылуынсыз қайта өңделген материалдар сияқты жаңа материалдарды пайдалануды қамтамасыз ету қоғамның тұрақтылығын қолдайды [6].

Қайта өңдеу полигондарға түсудің орнына барлық пайдаланылған материалдарды қайта пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл полигон салығына байланысты өсетін қалдықтарды кәдеге жарату шығындарын азайтады. Осылайша, ҚжБҚ қайта өңдеу құрылыс секторы үшін іс жүзінде стандартқа айналды. Бұл айтарлықтай энергияны үнемдейді және толтырғыш өндіруші шығаратын CO₂, NO_x және басқа ауаны ластаушы заттардың мөлшерін азайтады. 1 тонна табиғи агрегаттарды (өзен құмы мен қиыршық тас) өндіру барысында 20-30 кг CO_{2-ЭКВ} бөлінеді, ал ҚжБҚ-нан 1 т ҰӨБА өндірісінде 12 кг CO_{2-ЭКВ} түзіледі.

Ірі түйіршікті және ұсақ дисперсті толтырғыштар бетонның ең үлкен құрамдас бөлігі болып табылады. Бетон өндірісі мен кәдеге жаратудың тез өсуіне байланысты табиғи агрегаттарды тұтынуы да өсті. Қиыршық тас және өзен құмы ең көп қолданылатын толтырғыштар болып табылады. Дегенмен, олардың саны азаюда және оларды өндіру күрделі мәселелерге әкеледі. Өзен құмын өндіру бүкіл әлемдегі қоршаған ортаға зиян келтіреді, мысалы, су арнасын өзгерту, жағалау сызығын бұлыңғыр ету, тұйық сулар мен шұңқырлар жасау. 18 жыл ішінде Қытайдағы ең ірі тұщы су көлінің солтүстік тармағындағы құмды кетіру мен тереңдетудің айтарлықтай әсерін көрсетеді. Құмды тереңдету су деңгейін төмендету, бұлттылық пен шөгінділердің концентрациясын арттыру арқылы топография мен гидрологиялық сипаттамаларды айтарлықтай өзгертті. Бетонға деген сұранысты және өзендер мен теңіздерден ұсақ дисперсті табиғи агрегаттарды (0-4 мм) өндірудің әсерін ескере отырып, балама көздер маңызды бола түсуде [7].

Қазіргі уақытта ҰӨБА өзен құмына қарағанда арзанырақ. Бетон өндірісінде қайта өңделген агрегаттарды қолданған жөн, егер олар табиғи агрегаттан арзан болса және қымбат бетон компоненттеріне, атап айтқанда цементке сұранысты арттырмаса. Сонымен қатар, табиғи агрегатты өндіруді азайту арқылы абаттандыру және биологиялық әртүрлілік шығындары азайтылуы мүмкін. Күшті факторларға қарамастан, ҰӨБА болашақта жаңа бетон қоспаларына енгізу кезінде көптеген проблемаларды шешуші болады деп есептеледі.

ҰӨБА физикалық және химиялық қасиеттеріндегі айырмашылықтар ерітінділер мен бетондардың механикалық қасиеттері мен беріктігінің кең спектрін анықтайды және материалдың жеткізілуіне сәйкес келмейді.

Физикалық айырмашылықтар. Ұсақ дисперсті агрегаттардың пішіні бетон қиыршық тасты өңдегеннен кейін дөңгелектен бұрыштыққа дейін айтарлықтай өзгереді. Сонымен қатар, ҰӨБА бөлшектері ұсақ дисперсті

табиғи агрегаттармен салыстырғанда әртүрлі гранулометриялық құрамға және бетінің меншікті ауданына ие.

Химиялық вариациялар. Бастапқы бетондағы цемент пен агрегат түріндегі химиялық айырмашылықтарға байланысты ҰӨБА химиялық қасиеттері әр түрлі болуы мүмкін. Ультра дисперсті материалда қоспалардың әртүрлі түрлері де болуы мүмкін.

ҰӨБА құрамында жабысқақ ерітінді бар. ҰӨБА сапасын жақсарту үшін ұсақ дисперсті табиғи агрегаттармен салыстырғанда ҰӨБА бөлшектерінен ерітіндіні алып тастау және материалды әртүрлі қоспалардан тазарту экономикалық жағынан да, экологиялық жағынан да қымбатырақ болар еді. Сонымен қатар, қатты ластанған партиялар жаңа бетон үшін жеткілікті сапалы қайта өңделген бетон толтырғыштарын алу үшін бірнеше өндеу кезеңдерін қажет етеді, бұл қымбатырақ процеске әкеледі [8].

Жаңа бетон конструкцияларында ҰӨБА пайдалануға сұраныс орасан зор. Бұл ұсақ дисперсті табиғи агрегаттармен салыстырғанда ҰӨБА сапасын қатаң бақылауды талап етеді. Алайда, сапаны бақылау бойынша жақсы әзірленген нұсқаулықтың болмауы жаңа бетондарда ҰӨБА кеңінен қолдануға кедергі келтіреді. Іс жүзінде ҰӨБА деген қызығушылықтың артуын ескере отырып, үкіметтер ҰӨБА пайдалануды ынталандыру үшін "экологиялық салық" енгізе алады.

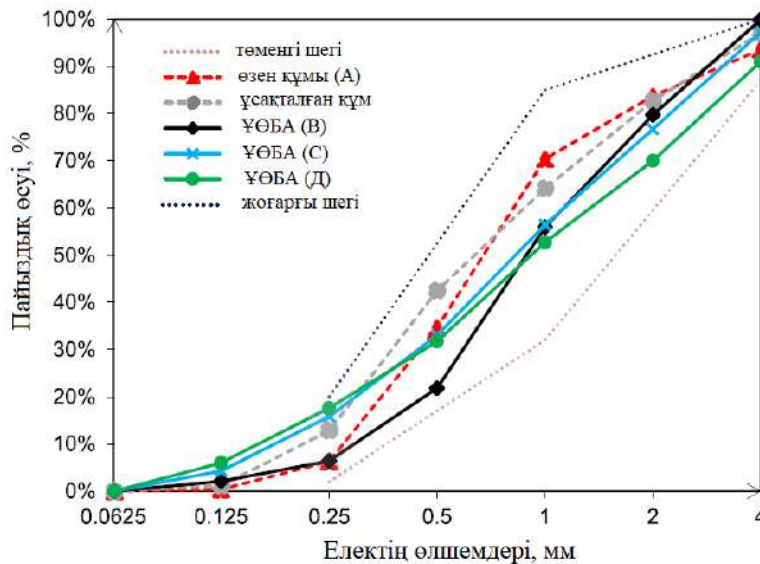
Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Зертханада ҰӨБА сапасын бақылау бетон зауыттарына қарағанда анағұрлым талапшыл және қатаң. Бетон зауыттарында ҰӨБА қолдануға келетін болсақ, негізгі проблемалар мыналар болып табылады: ҰӨБА белгісіз шығу тегі, масштабты ұлғайту және тестілеу бойынша ұсыныстардың болмауы. Бұл әр түрлі ҰӨБА іс жүзінде қолдануды өте күрделі етеді [9].

Қорытындылай келе, ҰӨБА көптеген артықшылықтары бар жаңа бетонда табиғи құмды алмастырғыш ретінде қолдануға болатындығын растайды, бірақ ҰӨБА физикалық және химиялық қасиеттерінің айырмашылығына байланысты бетонның өнімділігі шектеулі. Соңғы екі онжылдықта ҰӨБА сипаттауға көп күш жұмсалды [10]. Бұл мақаланың мақсаты ҰӨБА сипаттамасындағы негізгі жетістіктерге жүйелі шолу жасау, сондай-ақ әртүрлі қасиеттерді ескере отырып, құрамында ҰӨБА бар бетонның мінез-құлқын түсіну болып табылады. Сондай-ақ, ҰӨБА құрылымдық бетонға енгізу бойынша одан әрі зерттеулер ұсынылады.

Қамбаның физикалық қасиеттері табиғаты бойынша көп фазалы және көп масштабты болып табылады. Макродеңгейде ҰӨБА суретте көрсетілгендей бір-біріне жабыстырылған екі фазалы материал, толтырғыштар және байланыстырғыш ретінде қарастыруға болады. Тұтқыр цемент, толтырғыш, минералды қоспалар болуы мүмкін. Микро масштабта ҰӨБА толтырғыштар мен тұтқыр арасындағы интерфейстерден тұратын үшінші фаза бар (1-суретті қараңыз). Бұл бөлімнің шекаралары ҰӨБА физикалық қасиеттеріне әсер етеді. Бөлшектердің мөлшері бойынша таралуы, бөлшектердің пішіні және ҰӨБА суының сіңуі сияқты физикалық қасиеттер ерітінділер мен бетондардың өңделуіне, қатаюына, беріктігіне және уақытқа тәуелді мінез-құлқына (яғни шөгуді мен сусымалылығына) әсер етеді.

Бөлшектердің мөлшері бойынша таралуы толтырғыштардың маңызды қасиеті болып табылады, өйткені ол бөлшектердің қаптамасын анықтайды. Құрғақ елеу әдісімен алынған өзен құмы А, табиғи ұсақталған құм және үш түрлі ҰӨБА (В, С, Д) фракцияларының типтік гранулометриялық құрамы 2-суретте көрсетілген. ҰӨБА В роторлы ұсатқышпен өндірілді, ал ҰӨБА С

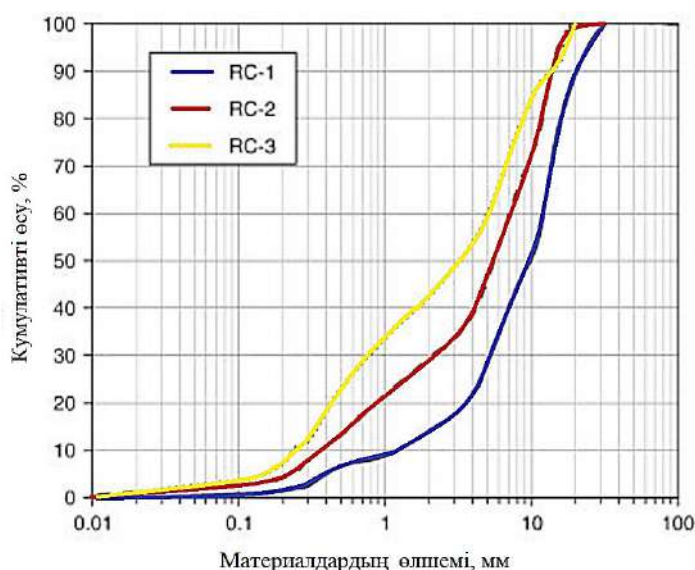
және ҰӨБА Д конустық ұсатқышпен бірге щек ұсатқышпен өндірілді. Табиғи құмдар (өзен және ұсақталған) мен әр түрлі (В, С және Д) арасындағы бөлшектердің мөлшері бойынша таралуындағы айырмашылықтар үлкен. Әр түрлі пайыздық мазмұн, мысалы, С және Д-де 0-0,250 мм фракцияның жоғары мөлшері (15-18 мас.%) В-мен салыстырғанда (~6 мас.%), өндеу кезінде қолданылатын ұсақтау кезеңдерінің санына байланысты. ҰӨБА В ұсақтау процесінде бір сатыға ие болды, ал С және Д үш сатыға ие болды [11].



Сурет 2. Өзен құмы (А), табиғи ұсақталған құм және елеу әдісімен алынған үш бөлшектердің мөлшерінің таралуы

Бірнеше ұсақтау бөлшектердің бір реттік ұсақтауға қарағанда мөлшері бойынша кішірек таралуына ықпал етеді. Олардың зерттеуі үш түрлі ұсақтау циклін қарастырды және олардың бөлшектердің мөлшерінің бойынша әсерін көрсетті (3-сурет): RC-1 (бір рет ұсақталған); RC-2 (10 ұсақтау циклынан кейін) және RC-3 (Соққылы технологиясын қолдана отырып) 3-суретте RC-1, RC-2 және RC-3 бөлшектердің мөлшері бойынша салыстырылады. RC3 бөлшектері RC2 және RC1-ден кішірек, ал соққылы ұсатқыш техникасынан RC-1-ге қарағанда 1 мм-ден аз бөлшектерді 4 есе көп өндіргені көрсетілген. В барлық үш материалдың шағын фракцияларының (0-150 мкм және 250-300 мкм) бөлшектердің мөлшері бойынша көрсетілген. RC-3 фракциялары ең кіші болып табылады. RC-2-де RC-1-мен салыстырғанда дәйекті ұсақтауға байланысты ұсақ бөлшектердің үлесі артады [12]. Ұсатқыштың тесік саңылауларының әртүрлі өлшемдерінің алынған ҰӨБА гранулометриялық құрамына әсерін бағалап, щек саңылауы алынған фракциялардың санына әсер ететінін, бірақ ҰӨБА гранулометриялық құрамына әсер етпейтінін көрсетті. Олар әртүрлі табиғи ірі түйіршікті агрегаттармен жасалған әртүрлі қысу беріктігі бар бетондардан алынған. Нәтижелер ұсатқыш роторының айналу жиілігі тік білікке соғу бөлшектердің пішініне немесе бөлшектердің ҰӨБА өлшемдеріне таралуына әсер етпейтінін көрсетті. Бетон қиыршық тасты көп сатылы ұсақтау бір сатылы ұсақтау процесінде алынған ҰӨБА мен салыстырғанда ұсақ бөлшектердің көп мөлшерімен ҰӨБА өндіруге әкелді.

Дегенмен, екі үлгінің өлшемдері бойынша бөлшектердің таралу қисықтары рұқсат етілген диапазонда болды, ҰӨБА D_{MAX} тұрғысынан табиғи фракцияға сәйкес келеді, бірақ бөлшектердің өлшемдері бойынша таралуы тұрғысынан емес. Сонымен қатар, авторлар химиялық өндеудің (қышқылмен) олардың бөлшектерінің мөлшеріне қарай таралуына әсерін зерттеді. Өндеуден кейін толтырғыштар бөлшектердің бетіне жабысып қалған цемент пастасын алып тастауға байланысты бөлшектердің мөлшері бойынша біршама аз таралғаны анықталды. Қыздырылған ауаны жіктеу жүйесінің әртүрлі температурада материалдарды өндеу арқылы бөлшектердің мөлшеріне қарай таралуына әсері қарастырылды. Бөлшектердің әртүрлі қыздыру температурасына байланысты кішігірім фракцияның (0-0,245 мм) және үлкен фракцияның (0,245-5 мм) мөлшерінде таралуында шамалы ауытқулар байқалды [13].



Сурет 3. Логарифмдік шкала бойынша ұсақталған үш материалдың, RC-1 (бір рет ұсақталған), RC-2 (10 рет ұсақталғаннан кейін) және RC-3 (соққылы ұсаққыш техникасынан) бөлшектерінің мөлшерін бөлу

Беттің құрылымы мен бөлшектердің пішіні және ҰӨБА бөлшектерінің пішіні негізінен бастапқы бетонның құрамына, өндеу технологиясына және ұсақтау циклдарының санына байланысты. Беткі құрылымға келетін болсақ, ірі түйіршікті қайта өңделген бетон толтырғыштары ұсақталған табиғи толтырғыштар сияқты өрескел екендігі дәлелденді. ҰӨБА бетінің кедір-бұдырлығы мен ұсақ дисперсті табиғи агрегаттарды салыстыратын зерттеулер болмаса да, нәтижелер цемент пастасының жабысқақ дақтарына байланысты ҰӨБА бетінің кедір-бұдырлығы өзен құмына қарағанда жоғары екенін көрсетеді. ҰӨБА формасы көбінесе өндеу технологиясының түріне және ұсақтау циклдерінің санына байланысты. ҚжБҚ үшін талап етілетін өндеудің әдеттегі кезеңінде екі сатылы ұсақтау жүзеге асырылады. Содан кейін пластмасса, темір және болат сияқты қоспалар мен материалдарды елеу және жою қолданылады [14]. Бұл процестердің әртүрлі комбинацияларын әртүрлі қайта өндеу зауыттарында көруге болады. Кейбір қадамдарды пайдалану немесе жою ҚжБҚ кіріс деректерінің сапасына байланысты болып келеді [2]. Ұсақтау процесінің (әр түрлі комбинациядағы, конус және роликті

ұсақтау) және ұсақтау циклдерінің (бір сатылы, көп сатылы) ҰӨБА (R-1 және R-2) физикалық қасиеттеріне әсері. R-1 бөлшектері R-2 бөлшектеріне қарағанда пішіні дөрекі және бұрыштық, кеуектілігі жоғары, тығыздығы төмен және сіңуі R-2-ге қарағанда жоғары екендігі көрсетілген. Пішіндегі айырмашылықты қайта ұсақтау және R-2 өндірісінде үлкен толтырғыштың болмауымен түсіндіруге болады.

Химиялық әсерге дейін және одан кейін ірі түйіршікті және ұсақ өңделген бетон агрегаттарының бөлшектерінің пішінінің өзгеруі зерттелді. Осы зерттеуге сәйкес, ҰӨБА бөлшектерінде бөлшектердің бетіне жабысатын цемент пастасы аз болады. ҰӨБА бұрыштық бөлшектері ретсіз түрде қосылады. Бұл толтырғыштар қоспасындағы жанасу формаларының алуан түрлілігіне әкеледі. Бөлшектердің жанасуының бұл формалары әлі зерттелмегенмен, құрылыс қалдықтары қоспаларының бөлшектердің жанасуын зерттеу бөлшектердің бөлшектермен жанасуы туралы түсінік береді. Ұстаманың ашық ауада сақталуына байланысты судағы ұсақ бөлшектер агломерацияға бейім. Ұсақ бөлшектер бөлшектердің көп байланысы бар агломераттарға жиналуы мүмкін. ҰӨБА бөлшектерінің бұрыштық пішіні сфералық емес аққыштық пішіндерінің кедергісінің жоғарылауына және сфералық пішіндермен салыстырғанда бұрыштық пішіндердің тығыздалу шегінің төмендеуіне байланысты бетонның реологиялық қасиеттеріне әсер етеді. Бөлшектердің қаптамасының тығыздығын максимизациялауға агрегаттардың сұрыпталуын реттеу арқылы қол жеткізуге болады. Осылайша бетон қоспасының жалпы өнімділігін жақсартады [14].

Суды сіңіру (СС) тығыздығы және толтырғыш тығыздығы ерітінді/бетон қоспасын жобалаудағы негізгі параметрлер болып табылады. ҰӨБА суды сіңіруді анықтау үшін бірыңғай жалпы қабылданған әдіс жоқ, сондықтан ҰӨБА суды сіңіруді анықтау үшін әртүрлі сынақ әдістері қолданылады. Ұсталған цемент қамырының табиғаты мен ұсақ бөлшектердің (<250 мкм) құрамына байланысты суды сіңіру сынағы өте күрделі.

EN 1097-6:2013 сәйкес үлкен фракциялар мен құмдар үшін анықталған СС мәндері екі кезеңде алынады: толтырғыштарды қанықтыру (24 сағатқа суға батыру арқылы), содан кейін кептіру. Алайда, бұл әдіс қайта өңделген бетон толтырғыштарына қолданылған кезде проблемалар туындайды. Бұл әдіс ірі түйіршікті қайта өңделген бетон толтырғыштары үшін қолайлы, өйткені ҰӨБА ұсақ бөлшектері оңай агломерацияланады және кептіру энергиясын әрбір ұсақ бөлшектің бетіне біркелкі тарату қиын [7]. Ірі түйіршікті қайта өңделген бетон толтырғыштары әлдеқайда ұзақ қанықтыру уақытын қажет етеді (>24 сағат). Сол сияқты, зерттеулерде судың сіңуі мен тығыздығын анықтау үшін қанықтыру кезеңі 24 сағаттан артық болуы керек екендігі атап өтілді. Ұсақ бөлшектердің мөлшері батыру әдісіне қатысты тағы бір мәселе болып табылады. Қамбаның ұсақ бөлшектері ауаны агломерациялап, бітеп тастауы мүмкін, бұл салмақтың сәйкес келмейтін өлшемдеріне әкеледі [5]. Сонымен қатар, егер сынақ кезінде ұсталған ауа жойылмаса, оның көлемі жалпы мөлшерге қосылады (толтырғыштар + су + ұсталған ауа) және суды сіңіру бағаланбайды. Осы себепті алынған ауаны алып тастау сынақтың соңғы нәтижелері үшін өте маңызды. Бұл мәселені шешу үшін әртүрлі әдістер ұсынылады. Бөтелкені айналдыру арқылы ауа көпіршіктерін кетіру үшін үлгінің көлемі екі немесе үш қабатқа тең болды. Басқа зерттеулерде бөтелке араластырылды, содан кейін қолмен айналдырылды және толтырғыш бөлшектерінің арасына түскен ауа

көпіршіктерін кетіру үшін бірнеше рет баяу шайқалды. Гексаметафосфат ерітіндісі бөлшектер арасындағы адгезияны азайту және ұсталған ауаны босату үшін бөлшектер диспергаторы ретінде пайдаланылды. Ауаның қалай ұсталатынын және жоғарыда аталған зерттеулердегі әдістердің қай әдісі немесе комбинациясы болашақ суды сіңіру өлшемдерінде қолдануға ең қолайлы екенін түсінуге бағытталған бірнеше терең зерттеулер жүргізу қажет [6].

СС мәндері тестілеу процедурасына өте тәуелді болды. Атап айтқанда, EN 1097-6:2013 стандартты әдісі СС мәнін төмендететін сияқты. Алайда, бұл екі әдіс құмның үлкен фракцияларына (0,8 мм-ден үлкен немесе оған тең) қолданылған кезде, олардың әрқайсысы үшін алынған. ЖІӨ мәндері өте жақын болады. Экстраполяция әдісін қолдана отырып, кіші фракциялардың СС-гі үлкенірек СС-гі анықталады. Содан кейін қатты қайта өңделген құмның СС әр фракцияның пропорциясы мен ҰӨБА анықталады. Алайда, жабдық материалдың көп мөлшерін пайдалануға мүмкіндік бермейді, сондықтан үлгінің гетерогенділігі мен азаюы өлшеу кезінде қателіктерге әкелуі мүмкін. Дегенмен, осы әдіспен өлшенген СС, ҰӨБА нәтижелері және бірдей үлгілер үшін EN 1097-6:2013 стандартты әдісімен алынған нәтижелер ұқсас болды [9].

Суды сіңіру ҰӨБА мен эталондық цемент пастасы арасындағы пастадағы судың жалпы құрамының айырмашылығы бойынша есептелді. Нәтижелер көрсеткендей, пастадағы ҰӨБА суды сіңіру және оның бөлінуі суға қарағанда төмен және 1 сағат ішінде $VP_{24\text{сағ}}$ 44,30% - 80,10% құрайды. Бұл тұжырым цемент пастасындағы судың құрамымен түсіндірілді. Нәтижелер көрсеткендей, пастадағы ҰӨБА суды сіңіру және оның бөлінуі суға қарағанда төмен және 1 сағат ішінде $VP_{24\text{сағ}}$ сағаттың 44,30% - 80,10% құрайды. Бұл тұжырым цемент пастасындағы судың құрамымен түсіндірілді. Цемент дәндері суды сақтауда үлкен артықшылыққа ие, сондықтан араластыру кезінде максималды сіңіру қабілетіне жету қиын. ҰӨБА мен табиғи құм үшін СС және тығыздық мәндері жинақталған. ҰӨБА мен ұсақ дисперсті табиғи агрегаттың арасындағы айтарлықтай айырмашылық судың жоғары сіңуіне байланысты. Әдебиетте келтірілген ҰӨБА мен табиғи құм үшін СС және тығыздық мәндері жинақталған. ҰӨБА мен ұсақ дисперсті табиғи агрегаттың арасындағы айтарлықтай айырмашылық судың жоғары сіңуіне байланысты [12].

Мұны жоғары ашық тесігінің қосымша әсерімен және ҰӨБА бөлшектерінің беткі қабатының өрескел құрылымымен түсіндіруге болады. ҰӨБА суды жоғары сіңіру қабілеті цемент негізіндегі материалдардағы пастадағы су мен цементтің тиімді қатынасына тікелей әсер етеді, бұл оларға жана консистенцияны береді. Сіңірілген судың мөлшері, ең алдымен, бөлшектегі кеуектердің көптігі мен үздіксіздігіне байланысты, ал сіңіру жылдамдығы осы кеуектердің мөлшері мен үздіксіздігіне байланысты. ҰӨБА үшін мәлімделген СС мәндері 4,2-ден 13,1% дейін, орта есеппен 8,4% -. құрайды. Табиғи ұсақ агрегат үшін көрсетілген СС мәндері 0,15-тен 4,1% дейін, орташа есеппен 1,1% құрайды. Сонымен қатар, ҰӨБА табиғи құмға қарағанда тығыздығы төмен. Алынған тығыздық құрғақ бетке есептегенде 1630-дан 2560 $\text{кг}/\text{м}^3$ -ге дейін, орташа есеппен 2295 $\text{кг}/\text{м}^3$ құрады. Табиғи ұсақ дисперсті агрегаттың тығыздығы 2530-дан 2720 $\text{кг}/\text{м}^3$ -ге дейін өзгерді, орташа есеппен 2637 $\text{кг}/\text{м}^3$ [3].

Әртүрлі зерттеулер арасындағы СС және тығыздық мәндерінің таралуы көбінесе белгісіз бастапқы бетонның сапасындағы айырмашылықтардан (су

мен цементтің арақатынасы, цементтің түрі мен мөлшері, толтырғыштардың шығу тегі мен градациясы және т.б.), сондай-ақ өндіріс процесінде оның қасиеттерінің айырмашылығынан туындайды. VSI ұсатқыш роторының айналу жиілігі ҰӨБА суының сіңуіне айтарлықтай әсер етеді. Төрт құмның суды сіңіруі, ҚжБҚ, VSI-55, VSI-65 және VSI-75 сәйкесінше 11%, 9%, 8% және 7% құрады, бұл VSI роторының айналу жиілігінің жоғарылауының айтарлықтай әсерін көрсетеді. Бұл зерттеулер ҰӨБА суды сіңіруді бағалауға процедура (суға немесе пастаға батырудың түрі мен ұзақтығы), ҰӨБА мөлшерінің үлесі, үлгінің салмағы және ұсақ бөлшектердің агломерациясы қатты әсер ететінін көрсетті.

Сонымен қатар, ҰӨБА қаныққан күйін дәл бағалау қиын. Мониторингтің анағұрлым күрделі тарихы (әр түрлі ұзақтығы) бар тестілер ҰӨБА (су сіңіру, тығыздық) сипаттамаларын анықтау үшін Еуропалық стандарттарға сәйкес жүргізілетін тесттердің дұрыстығын растау үшін әлі де қажет. Сонымен қатар, тестілеудің нақты әдістемесі практикалық мақсаттарға бейімделмеген [7].

Тәжірибеге арналған қосымша зерттеулер мен ұсыныстар бұрын талқыланғандай, ҰӨБА кеңінен қолдану негізінен табиғи құммен бетонға ұқсас қасиеттерге ие болу қабілетімен шектеледі. Қарастырылған зерттеулер ҰӨБА қасиеттерін сынау кезінде өлшеулердің қайталануының шектелгенін және ҰӨБА пайдалану кезінде бетон қасиеттерінің (шектеулі беріктігі) өзгергенін көрсетеді. Өңдеу қабілеті, көлемнің тұрақтылығы, әсіресе кептіру кезінде шөгуі және ҰӨБА бар бетонның беріктігі шешілмеген проблемалар болып қала береді, бұл материалды инженерлік тәжірибеде қолдануға айтарлықтай кедергі келтіреді. Оқылған әдебиеттер негізінде ҰӨБА болашақта бетонға енгізуге басшылық ету мақсатында кеңейтілген ҰӨБА тестілеуінде және бетон тиімділігінің мониторингінде ілгерілеудің негізгі бағыттары айқындалды [4,5].

Қазіргі уақытта ҰӨБА сапасын бағалау бойынша нұсқаулықтар жоқ. ҰӨБА практикалық қолдану үшін нақты жағдайларда ҰӨБА сипаттамаларын анықтау және пайдалану бойынша бірыңғай нұсқаулық әзірлеу қажет. Ұлттық ұсыныстар мен стандарттардың мақсаттары, атап айтқанда, келесі тақырыптарды қамтуы керек:

- ҰӨБА әр түрлі типтегі градуирлеу қисықтары;
- құрамындағы хлоридтердің, сульфаттардың, еритін сілтілердің рұқсат етілген мандері;
- ҰӨБА суды сіңіруді анықтау үшін бірыңғай жалпы қабылданған әдіс жоқ, сондықтан әртүрлі сынақ әдістері қолданылады. ҰӨБА суды сіңіруді сандық бағалау үшін стандартталған сынақ әдісі мен өлшеу әдістемесін әзірлеу қажет, ҰӨБА суды сіңіруді сандық бағалау үшін стандартталған сынақ әдісі мен өлшеу әдістемесін әзірлеу қажет, ҰӨБА суды сіңіруді сандық бағалау үшін стандартталған сынақ әдісі мен өлшеу әдістемесін әзірлеу қажет;
- ұсталған цемент ерітіндісін сандық бағалау;
- кәдімгі бетонға арналған қоспаны есептеу әдісін және сынамалық араластыру әдісін біріктіру арқылы ҰӨБА көмегімен бетонға арналған қоспаның тиісті құрамын әзірлеу;
- бөлшектердің мөлшері, бөлшектердің пішіні, потенциалды реактивтілігі мен құрамы бойынша бөлінуін ескеретін ҰӨБА бөлшектерінің қаптамасын болжау моделін белгілеу [14].

Бетон қоспасын жасау үшін сығылатын саптама моделінің (ССМ) жарамдылығын анықтау үшін дөңгелектелген немесе ұсақталған агрегаттардың екілік комбинациясы жиі қолданылады. Алайда, әдетте ұсақ кварц құмының (дөңгелек түрдегі) қайта өңделген бетоннан (ұсақталған түрдегі) ұсақ толтырғышпен үйлесуі қолданылатын ҰӨБА бар бетон жағдайында осы комбинациялар үшін де ССМ болжамдарының сенімділігін қамтамасыз ету қажет. Бұл ССМ табиғи ұсақ агрегаттармен салыстырғанда ҰӨБА су сіңіру қабілетінің едәуір жоғары болуына байланысты пайымдауларды ескерусіз қолданыла алмайды.

Сонымен қатар, цемент қамырының ішкі салыстырмалы ылғалдылығын өлшеу судың қайта өңделген агрегаттан цемент қамырына қалай тасымалданатынын түсінуге көмектеседі. Алайда, одан әрі зерттеу үшін ҰӨБА қасиеттерінің кең спектрімен (кұрғақ, қаныққан, қанықпаған) қосымша эксперименттер жүргізу ұсынылады [7].

Құрылыс масштабындағы материалдың бұзылуы әдетте жергілікті микрокректердің пайда болуынан және өсуінен басталатындықтан, зертханалық үлгілердің крекинг процесінің сандық талдауы қайта өңделген бетоннан жасалған инженерлік құрылымдардың бұзылу сипатын түсінуге ықпал етеді. Мұндай зерттеулер өрескел дәнді қайталама агрегаттарды пайдалана отырып, бетон үшін жүргізіледі, бірақ ҰӨБА үшін емес. ҰӨБА пайдалана отырып, бетонның жыртылу қасиеттерін зерттеу үшін одан әрі зерттеулер жүргізу қажет.

Төзімділікке келетін болсақ, жеделдетілген сынақтардың нәтижелеріне сәйкес, ҰӨБА қолдану жалпы бетонның пайдалану сипаттамаларының төмендеуіне әкелді. Бетонда ҰӨБА қолдану өнімділіктің төмендеуіне әкеліп соқтырса да, бұл оларды құрылымдық бетонда қолдануға қауіп төндірмейді. Сонымен қатар, құйылып шыққан кезінен бастап бетонның ұзақ мерзімді пайдалану сипаттамаларын мониторингтеу бойынша зерттеулер өте аз. Осылайша, бетонның ұзақмерзімді сипаттамаларының жарамдылық критерийлерін одан әрі зерттеу және белгілеу (шөгү және сусымалылық, карбонизация, сульфаттардың әсері, хлоридтердің түсуі) қызығушылық тудырады.

ҰӨБА инновациялық қолдану бойынша зерттеулерді қарастыру керек, мысалы, икемділігі жоғары тұтқыр композиттерге және ҰӨБА қолданатын 3D басып шығарылатын ерітінділерге қатысты алдын ала зерттеулер. Шолу зерттеулері барысында алынған бетон қоспаларының 43 эфирлемесіне және олардың пайдалану сипаттамаларын байқауға сүйене отырып, сапаны бақылау және бетонда ҰӨБА практикалық қолдану бойынша бірнеше ұсыныстар беруге болады.

Жаңа буынның жоғары сапалы бетон өндірісінде ҰӨБА пайдалану үшін ластануды барынша азайту үшін ҰӨБА сапасын жақсартылған бақылауды енгізу қажет. Ластануды тану және жою саласындағы соңғы жетістіктердің бірі-сапаны бақылаудың онлайн сенсорларын қолдану (гиперспектральды бейнелеу және лазерлік сыну спектроскопиясы), сондай-ақ инфрақызылға жақын сенсорлармен сұрыптау және желмен елеу. Мүмкіндігінше далада бетон конструкцияларын іріктеп бұзуды ынталандыру керек. Бұл ластанудың минималды деңгейі бар материалды алу үшін өте қажет [2,3].

ҰӨБА көзінің бетон сипаттамаларына (әсіресе зертханалық жағдайда жасалған немесе далалық құрылыстардан алынған) әсеріне келетін болсақ, зертханалық және далалық ҰӨБА екеуінің де бетон қоспалары кең ауқымды

қасиеттерге ие және зертханалық ҰӨБА бар бетонның бетонмен салыстырғанда нашар немесе жақсы өнімділікке ие екендігі туралы ешқандай дәлел жоқ. Дегенмен, мүмкіндігінше далада бетон конструкцияларын іріктеп бұзуды ынталандыру және қолдану керек. Бұл ластанудың минималды деңгейі бар материалды алу үшін өте қажет. Сонымен қатар, бастапқы бетонның әртүрлі түрлеріне, өңдеу технологиясының түріне және сақтау түріне байланысты ҰӨБА сапасының әсерін ескеру қажет. Қайталама бетон мен ерітінділердің пайдалану сипаттамаларына әсер ететін ҰӨБА қасиеттерін анықтау үшін нейрондық желілерді пайдалану ұсынылады. Осы мақсатта барлық көрсетілген жұмыстардың нәтижелерін, сондай-ақ бастапқы бетон, қайта өңдеу технологиясының түрі және сақтау түрі туралы ақпаратты ескеру қажет.

ҰӨБА ашық ауада сақтаудан аулақ болу керек. Бұл ҰӨБА қадаларының сыртқы қабаттарын күйдіруге және материалдың агломерациясына әкеледі. Агломерация бетон қоспасындағы бөлшектердің тығыздалуын азайтады.

Құрғақ ҰӨБА пайдаланумен салыстырғанда өңдеу қабілетін жақсарту үшін ішінара қаныққан күйде (жалпы су сіңіру қабілетінің 80%) ҰӨБА пайдалану ұсынылады. ҰӨБА қысқа араластыру процесінде суды сіңіру қабілетін толық пайдалана алмады.

ҰӨБА бетон қоспасында қолдануға жалпы шектеулер жоқ. ҰӨБА оңтайлы пайыздық мөлшері 25% – бет құрайтыны анықталды, бұл бетонның беріктігіне әсер етпейді. ҰӨБА құрамының одан әрі ұлғаюымен меншікті беті ұлғаяды, бұл суға деген қажеттілікті және цемент құрамын арттырады.

Қорытынды. Қорыта келе, ҰӨБА сипаттамаларын анықтау және құрылымдық қолдану саласындағы негізгі жетістіктер, прогрестер мен шектеулер туралы әдебиеттерге жан-жақты және жаңартылған шолу ұсынылған. Жүйелі талдау жүргізу үшін мынадай деректер талданды: ҰӨБА физикалық және химиялық сипаттамалары; 43 бетон/ерітінді қоспаларының құрамы мен қасиеттері. Осы уақытқа дейін айтылғандардың барлығын ескере отырып, келесі негізгі тұжырымдар жасалды:

ҰӨБА бетонының физика-химиялық сипаттамалары оның бастапқы дизайны мен пайдалану тарихына, сондай-ақ қайта өңдеу және сақтау технологиясына байланысты. Бұл физика-химиялық сипаттамалар бетон қоспасы мен қатайтылған бетонның жұмысына әсер етеді. Қазіргі уақытта білім жеткіліксіз, цемент құрамы бірдей немесе төмен болған кезде жоғары сапалы бетон алу үшін осы ҰӨБА сипаттамаларын оңтайлы пайдалануға мүмкіндік беретін нұсқаулықтар немесе нормативтік актілер жоқ. Осылайша, жаңа бетонға ұраны кеңінен енгізу және оңтайлы пайдалану қиынға соғады, өйткені бетонның күтілетін пайдалану сипаттамаларына байланысты тәуекелдер белгісіз, ал судың қажеттілігін өтеу үшін цементтің жоғарылауы CO_2 шығындары мен шығарындыларының артуына әкеледі. Осылайша, жаңа бетонға ҰӨБА кең көлемде енгізу және оңтайлы пайдалану қиын, өйткені бетонның күтілетін пайдалану сипаттамаларына байланысты тәуекелдер белгісіз, ал ҰӨБА суға деген қажеттілігін өтеу үшін цементтің жоғарылауы шығындар мен CO_2 шығарындыларының артуына әкеледі.

ҰӨБА қайта пайдалану қазіргі уақытта эксперименталды түрде оңтайландырылған және бөлек талдауға және болжауға болатын теориялық әсерлерге негізделмеген. Демек, негізгі міндеттердің бірі-ҰӨБА бір мезгілде пайдалану және цементтің құрамын азайту немесе кем дегенде оны тұрақты деңгейде ұстау. Қажетті техникалық сипаттамаларға (өңдеу қабілеті,

беріктігі) сәйкес келу әрдайым мүмкін бола бермейді: негізінен қоспалардың төмен өңделуі олардың қолданылуын шектейді. Осы себепті ҰӨБА бетоны үшін қолайлы суперпластификаторлар мен реологиялық қасиеттер модификаторларын қолданудың практикалық тәжірибесі қажет.

Аталған барлық жұмыстардың нәтижелеріне сүйене отырып, судың жоғары сіңуі, ҰӨБА ылғалдылығы, бөлшектердің бір-біріне жабысуы және ерітіндінің жабысуы сияқты ҰӨБА шектеу қасиеттері анықталды. Сақтау жағдайларына байланысты ҰӨБА ылғалдылығының үш режимі ұсынылады, олар сонымен қатар бөлшектердің агломерациясының суды сіңіру көрсеткіштеріне әсерін түсінуге арналған. Сандық және сапалық сипаттамалар бойынша әдістер мен ұсыныстар бөлу кезінде және одан кейін ҰӨБА сапасын терең бақылау үшін қажет. Бұл жоғары сапалы бетонды қолдану үшін қажетті оңтайлы сапаны қамтамасыз ету үшін пайдалы болар еді.

ҰӨБА өңдеу мен ҰӨБА физика-химиялық сипаттамалары арасындағы байланыс туралы білім, сондай-ақ жоғары өнімді бетон алу үшін цементтің төмен құрамын сақтау үшін оңтайлы төсеу және цементпен өзара әрекеттесу туралы білім, сондай-ақ микроқұрылым және жаңа бетонның ұзақ мерзімді өнімділігін күту туралы білім зерттеудің басымдығы болуы керек.

Практикалық тұрғыдан алғанда, ҰӨБА бар құрылымдық бетонның пайдалану сипаттамалары, қатайтылған бетонның деформациялануын және болат арматураның коррозиясына қарсы қамтамасыз ете алатын тұрақтылықты ескере отырып бағалануы керек. Белгілі модельдердің модификациялары (шөгү, сусымалы, хлоридті диффузия және CO_2) ең жақсы шешім болып табылады, өйткені оларды қолда бар тәжірибе мен эксперименттік зерттеулерге, сондай-ақ болашақ ауқымды зертханалық сынақтарға негіздеуге болады. Бұл микромеханикалық қасиеттермен қатар (бетон матрицасы және интерфейс) ҰӨБА қолданудың салдарын дәлірек бағалауға мүмкіндік береді. Бұл тәжірибеде ҰӨБА көмегімен бетон қоспаларын жобалаудың қолданыстағы тәсілдерін оңтайландыруға айқындық әкеледі.

Әдебиеттер тізімі

1. Красникова, Н.М. Вторичное использование бетонного лома в качестве сырьевых компонентов цементных бетонов [Текст] / Н.М. Красникова, Е.В. Кириллова, В.Г. Хозин // Строительные материалы. – 2020. – №1-2. – С. 56-65.
2. Киценко, Т.П. Использование крупного заполнителя из бетонного лома в тяжелых бетонах [Текст] / Т.П. Киценко, Д.С. Омелянович // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2020. – №1. – С. 99-103.
3. Магсумов, А.Н. Использование бетонного лома в качестве крупного заполнителя для производства бетонных смесей [Текст] / А.Н. Магсумов, Н.М. Шарипьянов // Символ науки. – 2018. – №6. – С. 29-32.
4. De Brito J., Agrela F., Silva R.V. Construction and demolition waste // New Trends in Eco-efficient and Recycled Concrete – Woodhead Publishing, 2019. P. 1-22.
5. Pedro D., De Brito J., Evangelista L. Influence of the use of recycled concrete aggregates from different sources on structural concrete // Construction and Building Materials, 2014. Vol. 71. P. 141-151.
6. Silva R.V., De Brito J., Dhir R.K. Performance of cementitious renderings and masonry mortars containing recycled aggregates from construction and demolition wastes // Construction and Building Materials, 2016. Vol. 105. P. 400-415.
7. Oliveira R., De Brito J., Veiga R. Incorporation of fine glass aggregates in renderings // Construction and Building Materials, 2013. Vol. 44. P. 329-341.

8. Коровкин, М.О. Использование дробленого бетонного лома в качестве заполнителя для самоуплотняющегося бетона [Текст] / М.О. Коровкин, А.И. Шестернин, Н.А. Ерошкина // Инженерный вестник Дона. – 2015. – №3(37). – С. 85.
9. Ахмед, А.А. Использование бетонного лома Ирака в качестве наполнителя и заполнителя тяжелого и лёгкого бетона [Текст] / А.А. Ахмед, Р.С. Федюк, Ю.Л. Лисейцев, Р.А. Тимохин, Г. Мурали // Строительные материалы и изделия. – 2020. – №3 (3). – С. 28-39.
10. Щербань, Е.М. Улучшение экологической обстановки в Ростовской области путём применения промышленных отходов в строительной индустрии [Текст] / Е.М. Щербань, С.А. Стельмах, М.П. Нажуев, А.А. Чернильник // Экология России: на пути к инновациям. – 2019. – С. 57-60.
11. Vieira C.S., Pereira P.M., de Lurdes Lopes M. Recycled construction and demolition wastes as filling material for geosynthetic reinforced structures. Interface properties // Journal of Cleaner Production, 2016. Vol. 124. P. 299-311.
12. Evangelista L., Guedes M., De Brito J., Ferro A.C., Pereira M.F. Physical, chemical and mineralogical properties of fine recycled aggregates made from concrete waste // Construction and building materials, 2015. Vol. 86. P. 178-188.
13. Fan C.C. Huang R., Hwang H., Chao S.J. Properties of concrete incorporating fine recycled aggregates from crushed concrete wastes // Construction and Building Materials, 2016. Vol. 112. P. 708-715.
14. Lotfy A., Al-Fayez M. Performance evaluation of structural concrete using controlled quality coarse and fine recycled concrete aggregate // Cement and concrete composites, 2015. Vol. 61. P. 36-43.

Материал редакцияга 12.04.24 түсті.

А.К. Жусипбеков¹, Д.Ж. Артыкбаев¹

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕРАБОТАННЫХ БЕТОННЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В БЕТОНЕ

Аннотация. обсуждается современное состояние мелкодисперсных переработанных бетонных заполнителей (МПБЗ), обращается внимание на их физические, химические и инженерные свойства, а также на прочность бетонов МПБЗ. Невозможно сделать выводы без дальнейших исследований рекомендаций и средств для широкого применения МПБЗ в новых бетонах при сохранении цементного состава хотя бы на том же уровне или, желательно, на низком уровне. В частности, все еще не хватает знаний об основных физико-химических свойствах и их связи с качеством бетонной смеси и производительностью бетона. Измельчение и просеивание переработанных агрегатов или создание основы для лучшего понимания качества МПБЗ, полученного из полевых конструкций. Сравнивая свойства МПБЗ со свойствами мелкодисперсных природных агрегатов, определяются основные ограничивающие свойства МПБЗ, такие как высокое водопоглощение, состояние влажности МПБЗ, агломерация частиц и адгезивный раствор. Таким образом, несмотря на то, что он может быть стабильным с точки зрения химического состава, трудно добиться стабильного качества МПБЗ. При проектировании бетонных смесей необходимы передовые методы и инструменты бетонной технологии, чтобы учитывать ограничивающие свойства МПБЗ.

Ключевые слова: наполнители из переработанного бетона; натуральные наполнители; бетонные смеси; долговечность.

A.K. Zhusipbekov¹, D.Zh. Artykbaev¹

¹M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

THE USE OF RECYCLED CONCRETE FILLERS IN CONCRETE

Abstract. fine recycled concrete aggregates (fRCA), the current state is discussed, attention is paid to their physical, chemical and engineering properties, as well as the strength of fRCA concrete. Without further research, it is impossible to draw conclusions about the recommendations and tools for the widespread use of fRCA in new concretes, while maintaining the cement composition at least at the same level or preferably at a low level. In particular, what is still lacking, knowledge of basic physico-chemical properties and their relationship with the quality of the concrete mixture and the performance of concrete. Crushing and sifting of recycled aggregates, or laying the foundation for a better understanding of the quality of fRCA obtained from field structures. Comparing the properties of fRCA with the properties of finely dispersed natural aggregates, the main limiting properties of fRCA, such as high water absorption, the state of moisture content of fRCA, particle agglomeration and adhesive solution, are determined. Thus, it is difficult to achieve a stable fRCA quality, although it can be stable in chemical composition. In the design of concrete mixes, advanced performance methods and tools of concrete technology are needed to take into account the limiting properties of fRCA.

Keywords: recycled concrete aggregates; natural aggregates; concrete mixes; durability.

References

1. Krasnikova N.M., Kirillova Ye.V., Khozin V.G. Vtorichnoye ispol'zovaniye betonnoy loma v kachestve syr'yevykh komponentov tsementnykh betonov [Secondary use of concrete scrap as raw materials for cement concrete] // Stroitel'nyye materialy [Construction materials], 2020. No. 1-2. P. 56-65, [in Russian].
2. Kitsenko T.P., Omel'yanovich D.S. Ispol'zovaniye krupnogo zapolnitelya iz betonnoy loma v tyazhelykh betonakh [Use of coarse aggregate from concrete scrap in heavy concrete] // Vestnik Donbasskoy natsional'noy akademii stroitel'stva i arkhitektury [Bulletin of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture], 2020. No. 1. P. 99-103, [in Russian].
3. Magsumov, A.N., Sharipyanov N.M. Ispol'zovaniye betonnoy loma v kachestve krupnogo zapolnitelya dlya proizvodstva betonnykh smesey [Use of concrete scrap as coarse aggregate for the production of concrete mixtures] // Simvol nauki [Symbol of science], 2018. No. 6. P. 29-32, [in Russian].
4. De Brito J., Agrela F., Silva R.V. Construction and demolition waste // New Trends in Eco-efficient and Recycled Concrete – Woodhead Publishing, 2019. P. 1-22.
5. Pedro D., De Brito J., Evangelista L. Influence of the use of recycled concrete aggregates from different sources on structural concrete // Construction and Building Materials, 2014. Vol. 71. P. 141-151.
6. Silva R.V., De Brito J., Dhir R.K. Performance of cementitious renderings and masonry mortars containing recycled aggregates from construction and demolition wastes // Construction and Building Materials, 2016. Vol. 105. P. 400-415.
7. Oliveira R., De Brito J., Veiga R. Incorporation of fine glass aggregates in renderings // Construction and Building Materials, 2013. Vol. 44. P. 329-341.
8. Korovkin M.O. Shesternin A.I., Yeroshkina N.A. Ispol'zovaniye droblenogo betonnoy loma v kachestve zapolnitelya dlya samouplotnyayushchegosya betona [Use of crushed concrete scrap as a filler for self-compacting concrete] // Inzhenernyy vestnik Dona [Engineering Bulletin of the Don], 2015. Vol. 37, No. 3. P. 85, [in Russian].

9. Akhmed A.A., Fedjuk R.S., Liseytshev YU.L., Timokhin R.A., Murali G. Ispol'zovaniye betonogo loma Iraka v kachestve napolnitelya i zapolnitelya tyazhelogo i logkogo betona [Use of Iraqi concrete scrap as a filler and aggregate for heavy and lightweight concrete] // Stroitel'nyye materialy i izdeliya [Construction materials and products], 2020. Vol. 3, No. 3. P. 28-39, [in Russian].
10. Shcherban' Ye.M., Stel'makh S.A., Nazhuyev M.P., Chernil'nik A.A. Uluchsheniye ekologicheskoy obstanovki v Rostovskoy oblasti putom primeneniya promyshlennykh otkhodov v stroitel'noy industrii [Improving the environmental situation in the Rostov region by using industrial waste in the construction industry] // Ekologiya Rossii: na puti k innovatsiyam [Ecology of Russia: on the way to innovations], 2019. P. 57-60, [in Russian].
11. Vieira C.S., Pereira P.M., de Lurdes Lopes M. Recycled construction and demolition wastes as filling material for geosynthetic reinforced structures. Interface properties // Journal of Cleaner Production, 2016. Vol. 124. P. 299-311.
12. Evangelista L., Guedes M., De Brito J., Ferro A.C., Pereira M.F. Physical, chemical and mineralogical properties of fine recycled aggregates made from concrete waste // Construction and building materials, 2015. Vol. 86. P. 178-188.
13. Fan C.C. Huang R., Hwang H., Chao S.J. Properties of concrete incorporating fine recycled aggregates from crushed concrete wastes // Construction and Building Materials, 2016. Vol. 112. P. 708-715.
14. Lotfy A., Al-Fayez M. Performance evaluation of structural concrete using controlled quality coarse and fine recycled concrete aggregate // Cement and concrete composites, 2015. Vol. 61. P. 36-43.

FTAMP 67.09.55

Н.З. Артиков¹ – негізгі автор, ©
Б.Т. Копжасаров², С.М. Моминова³,
С.Т. Дүйсенбаева⁴, Г.Т. Копжасарова⁵



¹Докторант, ²Техн. ғылым. канд., профессор, ³PhD,
⁴Техн. ғылым. канд., доцент, ⁵Аға оқытушы

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0004-9923-9093> ²<https://orcid.org/0000-0001-9163-2879>
³<https://orcid.org/000-0001-5005-9826> ⁴<https://orcid.org/0009-0009-4031-370X>
⁵<https://orcid.org/0009-0008-6735-0458>



^{1,2,3,5}М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,



Шымкент қ., Қазақстан



⁴М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан



¹kazartmur@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/SNWM3015>

АЛКИЛМЕН АЛМАСТЫРЫЛҒАН ФЕНОЛДАР НЕГІЗІНДЕГІ ТҮРЛЕНДІРГІШ ҚОСПА

Аңдатпа. Бұл мақалада цементті ылғалдандыру әрекетін баяулататын алкил алмастырғыш фенолдар негізіндегі ұялы бетон өндірісіне арналған қоспаларды пайдалану қарастырылады. Алкил алмастырғыш фенолдарды пайдалану құрамында үш кальций және сілті қоспалары жоғары цементтерге қарағанда, құрамына сілті және алюминий аз қосылған цементтердің ұстау мерзімін ұзақ сақтайды. Ал мына ценметтердің ылғалдануы кезіндегі жылу бөлу барысын зерттеу барысында балама әсерлер де анықталды: ол құрамында сілті көп қосылған ценметтер сұйық фазада кальцийдің су қышқылының қоспаларын азайтады, ал құрамында алюминий көп қосылған цементтер алюминаттарды аз ылғалдандырады. Жоғарыда аталған балама екі әсердің де нәтижесі үш кальцийлі алюминат және үш кальцилі силикаттарды ылғалдандыру процесіне ылғалдандырғыш карбонат қышқылының әсер ету барысын азайтатындығын көрсетеді.

Тірек сөздер: ұялы бетон, поливинилді спирт, карбоксиметилцеллюлоза, суперпластификатор, байланыстырғыш, жылу өткізгіштік, суға қаттылық, ұялы бетон қоспалары, шөгү.

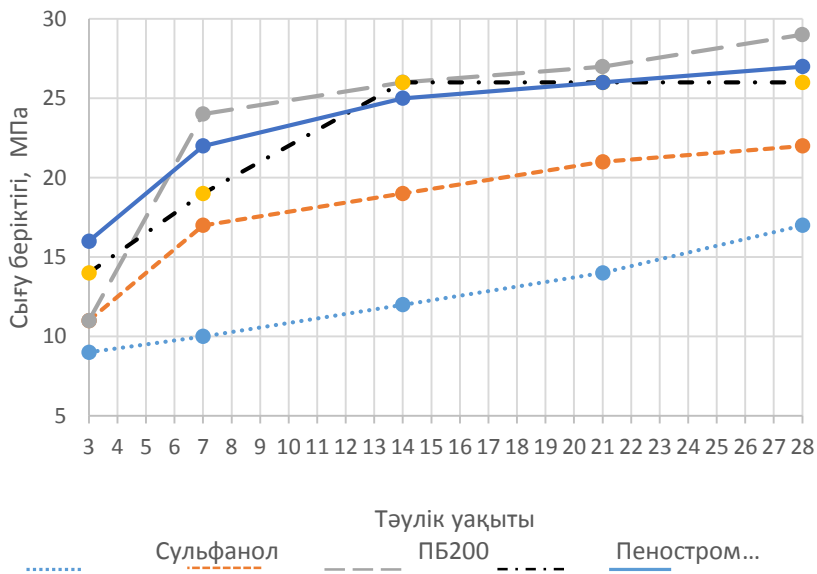


Артиков, Н.З. Алкилмен алмастырылған фенолдар негізіндегі түрлендіргіш қоспа [Мәтін] / Н.З. Артиков, Б.Т. Копжасаров, С.М. Моминова, С.Т. Дүйсенбаева, Г.Т. Копжасарова // *Механика және технологиялар / Ғылыми журнал.* – 2024. – №2(84). – Б.144-158. <https://doi.org/10.55956/SNWM3015>

Кіріспе. Қазіргі нарықтағы көбік қоспаларының сапасы талапқа сәйкес келе бермейді. Көбік қоспаларының құрылымды-механикалық төзімділігін арттыру фазалардың жиектерінде жеке газ көпіршіктерінің бірігуіне кедергі келтіретін, жабысқақ және механикалық төзімді қабықшалар қалыптастыратын, арнайы тұрақтандырғыш-заттарды пайдалануды талап етеді. Негізінде, осындай заттардың сапасы ретінде суда еритін полимерлер және ақуыз гидролизаттар, яғни құрамында -COOH, -OH және басқа да

гидрофильді топтағы заттар пайдаланылады. Дегенмен, құрамында амид, су қышқылды топтағы заттардың көп болуы, ылғалдандыру процесіне көп пайдасын тигізбейді. Сондықтан, осындай құрамдағы заттарды пайдалану түрлендіргішті қосу мөлшерін дұрыс қадағалауды талап етеді.

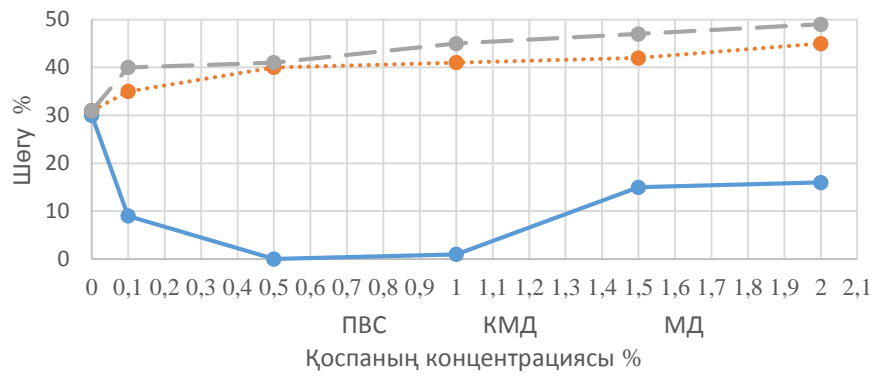
Зерттеу шарттары мен әдістері. Әдеби мәліметтерді [1] талдау беткі-белсенді заттар индукцияға дейінгі және индукция кезеңінде цементтің ылғалдануына баяу әсер ететіндігін көрсетті, бұл эксперименталды түрде әртүрлі көбік қоспаларының қатысымен цементті ылғалдандыру процесін зерттеу нәтижесіне расталды (1-сурет).



Сурет 1. Сығымдау беріктігінің көбіктендіргіш түріне және қатаю уақытына тәуелділігі

Қажетті тұрақтандырғышты іздестіру барысында суда еритін полимерлер, поливинилді спирт (ПВС) және карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) сынақтан өткізілді. Полимерді қолдану тиімділігі көбікті материалдардың төзімділік сипатына қарай, кеуектер көлемінің таралау аралығының өшеміне қарай, қатайту кезіндегі көбіктің шөгуіне қарай, сондай-ақ 28 күн барысындағы материалдың төзімділік сипатына қарай бағаланды.

Полимерді пайдалану тәжірибесі көбікті дайындау кезіндегі қатайту процесінің 30 %-ға артқандығын көрсетті, дейтұрғанмен көбік атқылаған кезде көбік массасының шамадан тыс шөгуі, газ көпіршіктерінің деформациялануы және бірігуі, саңылау аралық қабырғалардың жартылай бұзылуы байқалады (2-сурет).



Сурет 2. Шөгілетін деформациялардың модификациялаушы қоспаның концентрациясына тәуелділігі

Кеуек құрылымының осындай өзгерістері, беткі минералды бөлшектерге полимерлі материалдардың белсенді түрде тартылуымен, цементтік клинкер алюминаттарының ылғалдандыру өнімдерімен белсенді әрекеттесуімен және қатайту процесінің баяулауымен түсіндіріледі (1-кесте).

Кесте 1

Түрлендіргіш қоспалардың түріне байланысты цементтің қату уақытының өзгеруі

Қоспалар түрі	Концентрация, байланыстырғыш заттың салмағына байланысты %							
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5
ПБ2000	Басы	2-00	2-10	2-20	2-25	2-30	3-00	3-20
	Соңы	4-00	4-05	4-10	4-15	4-20	4-40	5-00
0,15%ПБ2000+ ПВС	Басы	2-40	2-55	3-20	3-45	4-05	4-25	4-40
	Соңы	4-30	4-50	5-10	5-30	5-50	6-10	6-30
0,15%ПБ2000+ КМЦ	Басы	2-50	3-20	3-50	4-20	4-50	5-30	6-00
	Соңы	4-40	5-00	5-20	5-30	6-00	6-30	7-00
0,15%ПБ2000+ МД	Басы	0-10	1-45	1-50	2-05	2-15	2-25	2-40
	соңы	4-10	4-20	4-30	4-40	4-50	5-05	5-20

Ылғалдандыру процесін дамыту барысына қарай, полимерлі тұрақтандырғышты өзінің бетіне қарай бұратын, жоғары дисперсті жаңа плазмалар көлемі бірте-бірте артады. Осылайша, полимерлі пленкалар Ж/Т бөлігінің сыртқы бетінде қалыптасады, Ж/Т бөлігінің сыртқы беті тұрақтандырғышпен біріктіріледі, көбіктің тұрақтылығы төмендейді. Сол сәтте полимер-гидратты қабықшалары цементтің бөлшектерімен көбіктің «брондалған» тұрақтандырғышының тиімділігін төмендеті отырып, қатты денелердің [2] коалесценцияларын қалыптастыруы мүмкін. Осылайша, Ж/Т бөлшегінің сыртқы бетіне полимердің тартылу процесінің өте жоғары белсенділікпен жасалуының барысында, көбік цементті дененің фазааралық (Ж/Т) сыртқы бетін тұрақтандыру үшін суда еритін полимерлерді пайдалану тиімсіз болып қалады. Полимер қоспаларының артуы бір жағынан құрамының құнын арттыруға алып келсе, екінші жағынан минералды дисперсия бөлшегінің коалесценция процесінің күшеюіне алып келеді, соның нәтижесінде көбіктің шөгуді артады. Алайда, құрамында полимері бар

денелердің төзімділігі байқағанымыздан да бірнеше жоғары болады, себебі ол минералды негізді қосымша төзімдірек ететін, полимерлі пленканың қатты көбіктерінің беткі ұяшығына қалыптасуымен байланысты.

Суда еритін полимерлерге балама ретінде пайдалануға болатын нәрсе ол минералды сыртқы беттерінде гидрофобизациямен қатар тұратын тұзды қоспаларды қалыптастыруынан тұратын тұзды қоспаларды қалыптастыруға қабілеті төмен молекулалы заттар болып табылады. Құрамында цементі жоғары көбікте газды көпіршіктердің беті әрқашан клинкердің минералды бөлектерінен жасалған қаптамамен жабылады [2]. Осындай тұрақтандыру сызбасының тиімділігі минералды сыртқы беттерінің ылғалдандырғыш/ылғалдану көлеміне байланысты. Цементті денелердің сыртқы беттері ылғалды болып келеді және көп бөлігі су ерітіндісінде болады және Ж/Г фазааралық бетінен ерітіндіге тез түседі, ол тұрақтандыратын «брон» қаптаманың төзімділігін төмендетеді. Сондықтан кейбір клинкердің сыртқы бетіндегі ылғал тұстары «брон» құрылымының тұрақтылығын және газды эмульцияның тұрақтылығын автоматты түрде арттырады. Бірақ бұл кезде газды көпіршіктердің коаленценциясы орын алмайды, себебі Ж/Г бөлігінің сыртқы бетіндегі ылғалды тартып алу үшін бос орын қалдыра отырып, ПАВ молекуласы клинкерінің сыртқы бетінен қоспаларды ығыстырып шығарады.

Теоретикалық сілтемелерге қарасақ [3] төмен молекулярлы тұрақтандырғыштың құрылымы ПАВ құрылымына балама болуы тиіс, алайда соңғысымен салыстырғанда әртүрлі табиғаттағы бірнеше ылғалды топтардан және кальциймен төмен диссоцияланатын қосындыларды қалыптастыратын, тарамды көмірсутегінің әртүрлі аумақтары топтарынан тұруы керек. Алдын ала жасалған талдауларға қарағанда, қарастырылған қоспалардың құрамына гидроксильді, амидті топтар кіреді, сондай-ақ, кальцийдің ерімейтін тұздарын қалыптастыра алатын сульфо және карбокси топтары кіреді.

Цемент пасталары сулы жүйелелер болып табылады, сол үшін фазааралық бетінде гель тәрізді қабыршықтар қалыптастыратын заттар суды жақсы байланыстыруы қажет және ол сыртқы бетіне жақын болуы тиіс. Барынша құрылымдық әсер ететіні сумен сутегі байланысын қалыптастыра алатындай функционалды топтар, олар: ОН-, NH₂-, күрделі эфир топтары. Соңғы, жоғарыда аталған функционалды топтарды ескере отырып, тұрақтандырғыш элементтері міндетті элемент екенін білуіміз керек. Қарастырылған қоспалардың тағы бір маңыздылығы олардың қолжетімділігі және бағасы болып табылады.

Шикізат ресурстарына жасалған талдаулар және алдын ала жасалған эксперименттен көретініміз, тұрақтандырғышты алу үшін оңтайлы өнім фенол мен ацетон – фенолацетон шайыры (ФАШ) өндірісінің қалдығы болып табылатындығы, оның құрамында фенол, пара-кумифенол, ацетофенон негізгі құрамдасы ретінде жүреді.

Алайда ФАШ тікелей әлсіз тұрақтандырғыш болып табылады, сонымен қатар бірқатар жағымсыз қасиеттері, соның ішінде күшті иіс және уыттылық байқалады. Бұл мәселелердің шешімі Фридель-Крафтс әсерінде белсенді болатын, диол, диен, шамадан тыс спирт және басқа да агенттер ретінде жүретін, жартылай функционалды агенттермен алкилді фенолдарды және ұшпа фракцияларды алып тастап ФАШ алдын ала бөлшектеуді талап етеді. Соның нәтижесінде бос фенол – барынша улы құраммен толықтай байланысады, құрамында бірнеше фенолды ОН-топтары бар өнімдердің орташа молекулярлық денелері ұлғаяды. Фенолдардың алкилденуіндегі

өнімдердің сульфидтенуі олардың суда жақсы еруіне мүмкіндік береді және биоыдырағыштығын арттырады [4]. Алынған алкилді алмастырғыш сульфидтелген фенолдардың қоспасы (әрі қарай түрлендіргіш) фенолға тән, бактериялық қасиетін сақтайды, сондай-ақ хлорлы кальцийдің ерітіндісінде ерімейтін қалдықтар қалыптастыруы да мүмкін. Сол бір мезетте түрлендіргіш ПАВ-әлсіз қасиетінде байқатады: сулы ерітіндінің беттік керілуін төмендетеді [5], төмен көбік тұзу қабілетін көрсетеді.

Түрлендіргіштің қоспаларының құрылымдарын талдау, оның байқалған ылғалдандырғыш белсенділігінің тәжірибесін ескере отырып, түрлендіргіште лингосульфонатқа ұқсас құрылым бар екендігін, сондай-ақ сульфотоптар және алкил алмастырғыш фенолды фрагмент бар екенін көрсетеді, осыған байланысты цементтің ылғалдандану процесіне түрлендіргіштің әсер ету механизмін толық түсіну үшін цементтің және цементті минералдардың ылғалдану процесіне лингосульфонаттың және басқа да баяулатқыштар-су редукторларының әсер ету механизмін қарастыру қажет.

Цементті және оның құрамын (мысалы лингосульфат) ылғалдандыру процесіне су редукторлары – баяулатқыштың әсері. Үш кальцийді алюминатты ылғалдандыру процесіне лингосульфаттың әсері (C_3A).

C_3A цементтің ұстау мерзіміне маңызды әсер етеді. Сондықтан көптеген жұмыстар C_3A ылғалдануындағы су редукторлары-баяулатқыштарды қоспасының ролін анықтауға арналған. Үш кальцийлі алюминатты ылғалдандырудың гидроалюминатты-өнімдерінің метатұрақты екі формасы белгілі: C_4AH_{13} және C_2AH_8 , олар сосын тұрақты кубикалық гексагидратқа C_3AH_6 айналады, теңдігі мынадай болады:



Гексагональды гидраттың кубикалық C_3AH_6 өзгеру сатысы температураға, су-цемент қатынасына және C_3A гидратациясына байланысты. Лингосульфаттарды енгізу екі процесті де баяулатады: C_3A гидратациясын да және гексагональды гидроалюминаттың кубикалық гексагидратқа өзгеруін де баяулатады [6], әсіресе лингосульфаттардың қоспасын арттыру цементтің белсенді ылғалдануын тежеу барысында күшейеді.

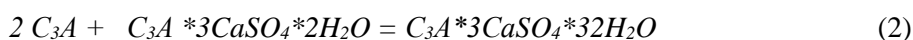
Гексагональды гидроалюминатты екі эндотермиялық әсер бойынша анықтауға болады: біріншісі 150-200 °С және екіншісі 200-280 °С, сол кезде кубикалық C_3AH_6 екі эндоәсерлерде 300-350 және 500-550 °С сәйкес аралықта болады.

Лингосульфаттар жоқ кезде C_3AH_6 6-сағаттан кейін байқалады және 7 тәуліктен кейін негізгі фаза болады. Құрамында линосульфонаттар бар сынамаларда бұл фаза тек 14 тәуліктен кейін ғана байқалады және 6 айға қарай басымдық көрсетеді.

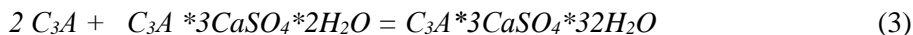
Зерттеу нәтижелері. Лингосульфаттар кальцийдің гидроалюминаттарының морфологиясын өзгертеді. Авторлар [6] қатаюдың бірінші минуттарында лингосульфаттардың қатысымен ине кристаллдарының қалыптасуын байқаған. Біраз уақыттан кейін оралған жұқа және өте жұқа пластинкалы гидраттар қалыптасады.

Гипс пен кальций гидроксиді бар кезде (портландцементке балама қатынаста) C_3A гидратация келесідей сатымен жасалады [6]:

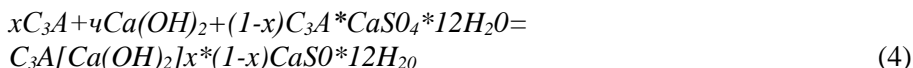
C_3A бөлімі мына теңдік бойынша эттрингит қалыптастыра отырып гипспен әсер етеді:



Гипсті қолданғаннан кейін этtringит кальцийдің гидросульфoалюминатының төменгі сульфатты түріне айналуы орын алады:



Қалған C_3A жекелеп гидроксидпен және кальций моносульфоалюминатпен әрекеттеседі, ол мына теңдікте көрсетіледі:



Ал қалған C_3A кальций гидроксидімен және C_4AH_{19} қалыптастыра отырып сумен әсерге түседі:



ДТА, PCA әдісімен C_3A - C_3A лингосульфoнат кальцийді қосу C_3A мен гипс арасындағы әсердің аздап жылдамдауына алып кететіндігін байқаймыз. Сосын олардың әсері аздап баяулай бастайды. Лингосульфoнаттар бір мезетте жоғары сульфoнатты гидросульфoалюминатты кальций-этtringит формасы төменгі сульфoатты үлгіге өзгеруін айтарлықтай тежеп қалады. Осылайша, лингосульфoнаттар кальцийдің гексагональды гидроалюминатын тұрақтандырады.

C_3A ылғалдану процесіне гидроксид қышқылы және көміртегі сияқты басқа да органикалық қоспалардың әсері лингосульфoнатпен [7] және жалпы механизм түріндегі әсері адсорбция және күрделі түзілу түрінде суреттелуі мүмкін.

C_3A гидратациясына органикалық заттардың баяу әсер етуі алғашқы қалыптасқан гексагональды фазаның метатұрақты бетіндегі судың тартылуымен байланысты. Гексагональды фазаның сыртқы бетіндегі кешенді органикалық заты туралы мәліметтер ДТА көмегімен алынған; C_3A алынған және 1 % кальций глюконат, глюкон қышқылы немесе глюкоза пастасында $400^\circ C$ кезінде экзотермиялық әсер байқалған. Зерттеулер барысында, органикалық заттардың молекуласы C_4AH_{13} қабаттары арасына өтіп және Ван-дер-Ваальс күштердің және сутек байланыстарының арқасында гомеополарлы беткі кешендерді қалыптастыруы мүмкін.

Жұмыстың авторы, қарастырылған қоспалардың баяу әсер етуінің себебі олардың гидроксид топтарының сутекті байланыстарында деп түсіндірді. Жоғарыда аталған [5-7] сілтемеге сәйкес әсерлердің ылғалдануын баяулататын көптеген заттар, карбонилді топтардан және гидроксильді топтардан құралған, ол α – жағдайында болады. Бірақ карбоксилдің өзі және α – гидроксикарбонилді топтар, C_3A ылғалдану процесіне айтарлықтай әсер етпейді. C_3A ылғалдануын баяулататын әрекеттер екі және одан да көп гидроксильді топтардан тұратын, органикалық заттарға тән болады.

Органикалық суды төмендетіп сіңіріп алу екі процесті де тежеп қоюы мүмкін: кальцийдің гексагональды гидроалюминатының қалыптасуын және олардың кубикалық фазаға айналуын тежеуі мүмкін. Сондықтан дәндердің айналасында қалыптасатын C_3A , кальцийдің гексагональды гидроалюминатынан жасалған тұрақты, тығыз қабықшалар және оларға

тосқауыл қоюы, осы минералдағы ылғалдану процесінің баяулауына себеп болуы мүмкін. Осы орайда органикалық суды төмендеткіштің баяу әсер етуі олардың гидроксильді, карбоксильді және карбонильді топтарындағы молекулалардың жалпы көлемімен сәйкес келеді [8].

Алдыңғы жұмыстарда, HO-C-C=O сияқты оттегі атомдары бір-біріне жақын орналасқан, құрамында оттегісі бар функционалды топтардың бір немесе бірнешеуі бар органикалық заттар, ерітіндіде кальций-, алюминий-, темір- және силикат-иондармен хелатты кешендер қалыптастыруға қабілетті болады. Сондықтан кешенді пішіндер осы заттардың баяу әсер ету механизмінде маңызды орын алуы мүмкін.

Ылғалдану процесін баяулату үшін α – гидроксил карбонатты топтардың болуы керек емес. Құрамында карбоксильді және гидроксильді топтары бар немесе ОН-топтары жоқ қарапайым органикалық заттар C_3A ылғалдануын баяулатпайды, олай болса екі және бірнеше гидроксилді топтармен бірлескен органикалық қоспалар сияқты C_3A ылғалдануын тежейді. Байқағанымыздай, карбоксильді бір немесе екі гидроксильді топтармен құрылымды осы органикалық заттар ылғалдануды барынша баяулататын түрге жатады.

Кальций-иондар гидроксид-қышқылдар және екі негізді қышқылдарды үйлестіре алғанымен, бұл кешендер жеткілікті дәрежеде тұрақты болмайды. Сондай-ақ, осы кешендердің тұрақтылық үйлесімділігі және олардың ылғалдануының баяу әсерінің арасындағы үйлесімділікте байқалмайды. Сонымен қатар, кешендердің тұрақтылығының төмен үйлесімділігіне және кальций-иондардың жоғарғы деңгейдегі органикалық қоспаларының төменгі үйлесімділігіне байланысты су ерітіндісінде соңғы тепе-тең қоспалар аз ғана өзгеріске ұшырайды. Соған байланысты кальций-иондарды кешенді қоспаларға байланыстыру олардың ылғалдану процесін тежеуде маңызды фактор бола алмайды [8].

Кешенді пішіндердің тиімділігі олардың ерітіндідегі аздаған қоспаларымен байланысты алюминий және темір иондары үшін маңызды роль ойнауы мүмкін. Цементті ылғалдалдыру кезіндегі су ерітіндісінің талдауы қантты қосу барысында осы иондардың қоспалары артатындығын көрсетеді.

Органикалық заттармен алюминат-иондардың ерітінді кешенін қалыптастыра отырып, қантты аз көлемде қосқанмен C_3A ылғалдануы кезінде бастапқы белсенділікті арттыруға болатындығын байқаймыз. Бұл деген қантты сол көлемде қосып жеделдету қызметін орындауға болатындығын көрсетеді және портландцементтің жалған қатаюына алып келеді.

Осылайша, органикалық заттардың жалпы баяу әсері қорғаныс қабықшаларының бетінде ылғалды бетіндегі органикалық молекуланы тартып алу есебінен гексагональды фазаны тұрақтандыру нәтижесінде ылғалдандыру процесін баяулатып және алюминатты қоса отырып кешен қалыптастыру арқылы ылғалдандырудың бастапқы сатысын жеделдете отырып процестің күрделі кешенін ұсынады. Мұндай суды төмендеткіштің органикалық яғни глюкоза, сүт қышқылы, глюконат және малон қышқылы сияқты қоспалары гексанональды фазаны тұрақтандыру есебінен, кубикалық C_3AH_6 гексагональды гидроалюминатқа айналуын тежейді. Тәулік өткен соң 60°C -та және 75% ылғалдылықта C_3AH_{13} формасы толықтай C_3AH_6 формасына және $\text{Ca}(\text{OH})_2$ айналады, олай болса 33% ылғалдылық кезінде тек жеке фазаға ғана айналуы мүмкін. Егер C_4AH_{13} глюкозаның сулы ерітіндісімен араласса, онда 60°C кезінде фазаға өту тек 100% ылғалдылық кезінде ғана мүмкін болады.

Әртүрлі зерттеу жұмыстарының негізінде олардың баяулатқыш әсерлеріне қарай барынша кең таралған суды тежегіш-қоспалардың көпшілігін

келесі қатармен қойып шығуға болады: глюкоз түріндегі қышқыл \geq көміртегі (глюкоза және сахароза сияқты) \geq лингосульфонаттар.

Суды тежегіштер болған кездегі гидросиликат морфологиясының өзгеруі.

Суды тежегіш-баяулатқышты енгізу ылғалдандырғыш өнімдерін қалыптастыратын морфологияның өзгеруіне алып келеді. Эттрингит морфологиясын қанттың көмегімен өзгертуге болады. Эттрингит сульфат-иондармен бағаналы құрылымдар және сол құрылымның ішіндегі су молекуласымен қалыптасады. Органикалық молекулалар бағаналы құрылымдардың ішіне өтіп және эттрингит қалыптастыруы мүмкін, бұл қант арқылы эттрингитті моно-сульфоалюминатқа айналдыруды баяулату туралы мәліметпен келісіледі $C_3A-CaSO_4-12H_2O$.

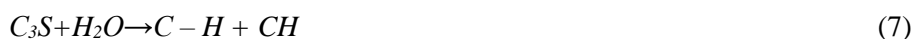
Эксперимент төмендегі теңдік бойынша әсер ету жылдамдығын көрсетеді:



Бұл қанттың қандай кезде қосылғанынан да байланысты. Мысалы, осындай әсерді толық жүзеге асыру үшін талап етілетін қант тура уақытында болмаған жағдайда C_3AH_13 жүйесі үшін молярлы жағдайда C_3AH_13 құрайды. 0,7% сахароза бұл жүйеде 17-ден 1,5 немесе 60 с дейінгі уақытта өзгертеді, ол сахарозаның бірден немесе бірнеше уақыттан кейін қосылғанына байланысты. Бұл тәжірибе, цементке және оның құрамына ылғалдандырғыш заттардың кинетикасына әсер етпейтін немесе жеделдеткіш, баяулатқыш қоспаларға тура сол бір қоспаны қоса беруге болмайтындығын көрсетеді. Қоспаның құрамы, концентрациясымен қатар, оларды салу тәсілдерін де білу маңызды. C_3AH_13 жүйесіне суды қатайту үшін сахарозаны қосу кезінде 7 минуттан кейін бірден сахароза 99% тартылып қалады, ол C_3A түйіршігінде эттрингиттің тығыз су өткізбейтін және типтік жұқа қабықшасының қалыптасуына кедергі келтіреді. Сондықтан гипстің қатысымен C_3A ылғалдандыру процесі жай ғана тежеу үшін жеткілікті көлемдегі эттрингит қалыптасқанға дейін қарқынды болуы мүмкін. Егер осындай цемент езбесінде төмен В/Ц эттрингиттің салыстырмалы түрде көп көлемі қалыптасса, онда бұл соңғысы дұрыс ұстамайды.

Үш кальцийлі силикаттың ылғалдану процесіне су тежегіш-баяулатқыштың әсері (C_3S)

Үш кальцийлі силикат C-S-H және $Ca(OH)_2$ гель жасай отырып ылғалданады, ол мына теңдікте көрсетіледі:



Қисық ДТА және ДТГ C_3S пастасы үшін - 150 және 500 °C кезіндегі екі эндотермиялық әсер байқалады, ол C-S-H және CH сәйкес келеді. Егер C_3S пастасының ылғалдану процесінде ол карбонизацияға ұшырамаса, тағы бір 800°C кезіндегі $CaCO_3$ тиесілі әсер орындалады.

C_3S әсерін баяу ылғалдандыратын қоспаларды сол бір бастапқы қатарға орналастыруға болады, дәлірек айтсақ: глюкоз қышқылы және соған ұқсас қышқылдар \geq көміртегі (глюкоза сияқты) \geq лингосульфонаттар.

Лингосульфонаттар және басқа да органикалық су тежегіш қоспалардың әсер ету механизмі бойынша C_3S ылғалдандыру процесінде төрт негізгі гипотеза болады. Олардың алғашқы үшеуі: адсорбция, қабықша қалыптастыру

(жоғары дисперсті гидратталған фазаларға байланысты) және кешенді қоспалардың қалыптасуы – осы қоспалардың қатысымен C_3S ылғалдануын қарастыру кезінде суреттелген. Төртінші гипотеза (адсорбциялы) органикалық су тежегіштің C_3S ылғалдану процесіне әсерін олардың кристалдандыру орталығын қалыптастыру әсерімен байланыстырады.

Адсорбциялық гипотеза. Лингосульфонаттар сусыз ортада C_3S сіңбейді. $C_3S - H_2O$ – лингосульфонат жүйесінде лингосульфонат кальцийдің 1 мг/мл дейінгі қосындысы болған кездегі сіңіру көлемінің артқандығы анықталған.

Бұл осы лингосульфонаттың аз ғана мөлшерінің қатысымен C_3S ылғалдануы кезіндегі жоғары дамыған салмақты қабықшасымен C-S-H – фазасының маңызды көлемі қалыптасуымен түсіндіріледі. 1-ден 3 мг/мл лингосульфонат кальцийдің қоспасы артуына байланысты осы қоспалардың тартылып сіңіп кетуі төмендегені байқалады, себебі C_3S ылғалдануы төмендеген.

Ары қарай C_3S ылғалдануы төмен болғанымен, лингосульфонаттың мөлшері (3 мг/мл жоғары) өсуіне байланысты адсорбцияның артқандығы байқалады. Байқауымызша, бұл әсерді C-S-H – фазаларының қабатаралық кеңістігіне лингосульфонаттың молекуласының өтуімен немесе лингосульфонат кальцийдің тартылуымен орын алатын, бөлшектердің дисперсиясымен байланыстыруға болады.

Қоспалардың төменгі деңгейімен байланысты адсорбциялы-адсорбциясыз қисық адсорбцияланбайтын тармақтарда C_3S ылғалдандыру өнімдерімен төзімді кешен қалыптастыратын лингосульфонаттарды көрсететін, адсорбцияның мүмкін емес жағдайларымен үйлестіруге болады.

Лингосульфонаттар C-S-H-фазалардың сыртқы бетінде ғана хемосорбцияланып ғана қоймай, сондай-ақ сыртқы бетінде қоспалар қалыптастырады, ол 800°C кезінде ДТА экзотермиялық әсердің болуымен расталады. Моно-C-S-H-фазалар нақты сызықты көрсетпеуіне байланысты бұл жағдайда рентгендік дифрактометрия жарамсыз.

Сулы фазада СН тартылған лингосульфонаттың мөлшері, қоспалардың есебінен артады. Бұл бөлшектердің дисперсиясы барысында жасалады және соған сәйкес физикалық тартылыс және лингосульфаттың химиялық әрекеттестігі орындалады.

Бұған дейін суреттелген нәтиже лингосульфонаттар C_3S емес, оны ылғалдандыратын өнімдерге тартылатындығына дәлел болады, мысалы C-S-H және СН. Осылайша, C_3S лингосульфонаттың сіңуін көрсету және ылғалдандырғыш әсердің баяулау себебі осы органикалық қоспалардың гидратты жаңа қалыптарға сіңіп кетуін өзгертуі керек.

C_3S ылғалдануына лингосульфонаттардың әсері, олардың C_3S арасындағы қатынасымен емес, сұйық фазадағы қоспасымен анықталады. Байқауымызша, C_3S ылғалдануын ерте кезеңде тежеу 2,5 мг/мл жоғары лингосульфонат қоспасы кезінде қамтамасыз етіледі. Лингосульфонаттың баяулағыш әсері C_3S ылғалдану өнімінің сыртқы бетін, лингосульфонат және судан қосылған сыртқы кешендердің тұрақтылығымен байланысты, әсіресе бұл кешеннің тұрақтылығы қаншалықты жоғары болса, соншалықты сұйық фазадағы лингосульфонаттың қоспасы артық болады.

C_3S сумен араласу сәтіндегі ерітіндіге кальций және силикат-иондар түседі. Сахароза немесе қышқыл сияқты баяулатқыш-қоспалар $C_3S - H_2O$ жүйесіндегі сұйық фазадағы силикат-иондардың қоспасын арттырады. Бұған дәлел Ca^{2+} - иондардың қатысымен кешенді қоспалардың қалыптасуы, ол сол

қоспалардың төмендеуіне алып келеді, C_3S ерітіндісіне кедергі келтірмейді және силикат-иондардың қоспаларының көбеюіне себеп болады.

Ерітіндідегі кешендер сұйық фазадағы кальций-иондардың қоспаларын төмендетіп және СН кристалдардың көбеюіне жол бермейді, соның нәтижесінде осы қоспалардың әсерін баяулатуға мүмкіндік туады. Ca^{2+} және глюконат арасындағы кешенде шамамен 16 констант бар. Алайда кейбір жағдайларда ерітіндіде күрделі түзілу C_3S ылғалдану процесін тежеудің басты факторы болып саналмайды, себебі осы кешендердің тұрақтылығының константы төмен және оның көмегімен сұйық фазадағы кальций-иондардың қоспасының деңгейін қатты төмендету мүмкін емес.

Келесі C_3S қарқынды ылғалданудың бастапқы қысқа кезеңінен бұрынғы, индукциялық кезеңде процесті бақылаушы фактор сұйық фаза көлеміндегі C_3S бетінен кальций-иондар диффузияланып, Ca^{2+} қоспасының артуына алып келеді. C_3S экрандау С-S-H бөлшектерімен кальций-иондардың диффузиясы үшін бөгет болуы мүмкін.

Алдыңғы жұмыстарда келтірілгендей, гипотезаға сәйкес силикат-иондар СН кристалдарының түйіршіктерінде тартылады және олардың көбеюіне мүмкіндік бермейді, сондықтан көрсетілген әсерге мүмкіндік ретінде $Ca(OH)_2$ қатысты күштілеп суландыру талап етіледі. СН және С-S-H кристалдандыру C_3S ылғалдануының индукциялық кезеңінің соңына қарай басталады, ол кезде белгілі деңгейде сулануға қол жеткізеді.

Осы теорияға сәйкес, эмбриондардың қалыптасуын және СН өсуін тежейтін кез-келген зат баяулатқыш-қоспа ретінде әрекет етеді. Органикалық заттардың осындай әсері кальциймен (СН кристалданатын эмбрионда) хелат түзу қабілетіне байланысты жазылады. Расында да көптеген баяулатқыш-қоспалар хелат түзуге барынша қолайлы екенін көрсетеді. Сол сияқты, органикалық қоспалар C_3S сулы пастасын ылғалдандыратын СН кристалдарының санын азайтатындығы анықталған.

Лингосульфонаттар көп мөлшерде қосылған кезде СН кристалдарының көбейуін тежейді. Егер олардың қоспасын арттырса, онда кристаллдардың өсімі толықтай басылып қалады. Сондықтан C_3S ылғалдану лингосульфонаттарының баяулауын C_3S сумен әрекеттесуінің ерте сатысындағы процестің қозғалыс күшінің СН- кристаллдарының өсу сатысын тежеумен түсіндіріледі. Тиімді баяулатқыштардың қатысымен олардың әсерін СН өсімді кристалдарының көлемін азайту барысында СН аморфты жоғары дисперсті бөлшектердің санын арттырумен байланыстыруға болады.

Осылайша, процес барысында өзгеріске тсүпейтін органикалық молекулалар, мысалы спирттер С-S-H эмбриондарының қалыптасу сатысын бәсеңсітіп тастайды.

C_3S ылғалдандырғыш өнімдеріне лингосульфонаттың тартылуы C_3S ылғалдандырғыш өнімдерге сияқты маңызды болады және сол сызбамен жасалады. Алайда, сұйық фазадан C_3A ылғалдандыру нәтижесінде C_3S ылғалдандыру кезіндегіге қарағанда лингосульфонат көп тартылады, ол ылғалдану процесінің тез жасалуымен түсіндірілуі мүмкін. Сондықтан $C_3S - C_3A - H_2O$ жүйесінде C_3A нәтижесіндегідей лингосульфонаттардың құрамының азаюы мүмкін.

Бұл лингосульфонаттың C_3A деген көлемі қаншалықты жоғары болса, соншалықты C_3S ылғалдануына лингосульфонаттың әсерін тежеуге қарсы тұратын C_3A қабілеті әлсіз екеніне дәлел болады.

Бұл нәтижелер көріп тұрғанымыздай, сулы ортадағы алюминатты фазамен тартылған, лингосульфонаттың көлемі келесі қатардағыдай

тұратындығын көрсетеді: $C_3A \geq C_4AH_{13} \geq C_2AH_8 \geq C_3AH_6$, әсіресе бұл адсорбция зерттелетін жүйедегі C_3S ылғалдану процесіндегі лингосульфонаттың әсерін бағалау кезіндегі бақылаушы фактор ретінде танылуы тиіс.

Глюкоза және глюконат натрий сияқты басқа да органикалық су тежегіш-қоспалардың әсері бұған дейін қарастырылған лингосульфонаттың әсеріне ұқсас болады.

Бұл жағдайда портландцементтің бір компонентінің басқа компоненттің ылғалдану процесіне әсерін ескеру керек. Негізінде кәдімгі мөлшердегі лингосульфонаттың әсеріне қатысты мынадай қорытынды жасауға болады, яғни бірдей су-цемент қатынасында цементтің салмағы 0,2-0,3 %:

а) цементтің қатайғанына дейінгі мерзімді аздап ғана созады немесе аздап қысқартады (олардың және цементтің құрамына байланысты);

б) олар цемент қатқанға дейінгі кезеңнің ұзақтығын баяулатады және ерте мерзімде цементті материалдардың төзімділігін төмендетеді;

в) олар ерітіндінің және бетонның төзімділігін қатайтудың соңғы сәттерінде ғана аздап арттырады.

Ғылыми нәтижелерді талқылау. Цементтік материалдарға лингосульфонат натрийді енгізу C_3A ылғалдану процесін жеделдетуге алып келеді, ол мына теңдікте көрсетілген:



СН жоқ болған жағдайда, бұл қоспа C_3S ылғалдануы кезінде $Ca(OH)_2$ бөлінуін тежейтіндіктен осылай болады; сонымен қатар сілтінің құрамы көп болған кезде СН ерігіштігі төмендейді.

Сілтісі көп қоспаны цементке қосу кезінде (1,2 % $K_2O + 3$ % Na_2O) 0,2 % кальцийдің техникалық лингосульфонаты (бұл қоспалардың құрамында қантта бар) C_3A ылғалдануы жылдамдап және 2-3 с барысында C_3S ылғалдануы тежелетіндігі байқалған.

Егер Ca_4AF әрекеті C_3S әрекетіне ұқсас, ал C_3S ылғалдану сатысы алғашқы бірнеше сағаттарда өте аз деп алсақ, онда лингосульфонатты қосу C_3S цементтің алюминаттық фазасының көп қосылуы кезіндегі катаю мерзімін қысқартуы мүмкін және сол фазалардың төменгі деңгейінде уақытты ұзартуы мүмкін.

Техникалық ЛСК көп мөлшерде қосылған жағдайда (0,3-0,5%) цементтің тез қатуын қамтамасыз ете алады, ол ЛСК құрамында қант болған жағдайда жасалады, әрине егер сол кальций лингосульфонаты сол мөлшерде қосылған болса, ал құрамында қанты жоқ болса цементтің қату мерзімін азайта алмайды. Сонымен бірге цементтің тез қатуы көміртегі негізіндегі қоспаларды пайдаланған кезде де байқалады.

Қоспаны цементті қатайтқаннан кейін бірнеше уақыттан соң қосу процестің жылдам ерте уақытта аяқталуына және қоспалардың тез сіңіп кетуіне алып келеді. Сұйық фазадағы қоспалардың құрамының көп болу нәтижесінде, барлық сатыда цементтің ылғалдану процесі барынша баяу орын алады, бұл орайда сумен қатайту әрекеті іске аспайды.

Цементтің ылғалдануының өте ерте кезеңінде, онда лингосульфонаттардың болуы процесті тездетуі немесе баяулатуы мүмкін, әдетте бұл жағдай бір күнге дейін айтарлықтай баяу жүреді. 1-кестеден байқағанымыздай лингосульфонаттар осы уақыт ішінде C_3S сияқты, C_3A ылғалдануында қатты тежейді, сондықтан цементтің катаю ұзақтығы да тежеледі.

Бұл жағдайды гипстің қатысының C_3A ылғалдануына лингосульфонаттардың әсер ететіндігі деп түсіндіруге болады. Қалай эттрингит қалыптасады, ол органикалық заттардың молекуласын тартып алады және эттрингиттің моноссульфоалюминат кальций қоспасына айналуын баяулату барысында C_3A ылғалдануын да тежейді. Бұған қосымша сұйық фазадағы лингосульфонаттың қоспалары сол деңгейде қалады, ол бір мезетте ылғалдануды да C_3S тежейді. Соның нәтижесінде цементтің қату уақыты баяулап қоймай, пішіндердің 1 тәулік уақыттағы қату төзімділігі де баяулап қалады.

Әсіресе лингосульфонаттың қосылған жағдайда гипс және C_3A өте аз құрамынан жасалған цементтің қату уақыты өте баяу жүреді, себебі осы процеске және цементтік материалдың ерте қатуына ферритті фазаның зиянды әсерін тежеу үшін сульфаттың мөлшері аз болған. Органикалық қоспалар жоқ болған жағдайда темірге бай эттрингит қалыптастыра отырып Ca_4AF гипспен әсерге түседі, сондықтан мұндай цементтер қалыпты уақытта қатады. Ca_4AF ылғалдануы кезінде гипс жеткіліксіз болса темір гидроксиді (III) гелі бөлінеді, ол C_3S тұндырылған және қалыптардың ерте түзілуі және қату уақытын барынша ұзақ баяулатады. Көріп отырғанымыздай лингосульфонаттар темір гидроксиді гелін қалыптастыра отырып, эттрингит темірге бай пішіннің қалыптасуын баяулатады.

Лингосульфонаттарды қосқан кездегі C_3A және гипстің құрамы аз болуына байланысты цементтің қату уақыты және ылғалдану процесінің өте ұзақ тежелуін цементті өндіру кезінде көп мөлшерде гипс қосу арқылы болдырмауға болады және бетон өндіру кезінде лингосульфонаттың мөлшерін азайту арқылы да жасауға болады.

C_3S цементтің сынамасының дифрактограммасына қарқынды әсер етуі қоспасыз сынамаларға қарағанда лингосульфонатты қосқан кезде әлсіз болады. Бұл нәтижелер C_3A немесе $C_3A +$ гипстің қатысымен лингосульфонатты қосқан кезде C_3S ылғалдануы тек бастапқы кезде ғана тежелетіндігін көрсетеді; әрі қарай лингосульфонатты көп мөлшерде қосып C_3A ылғалдандыру өнімдерінде сіңіру барысы орын алады, оның сұйық фазадағы қоспалары барынша аз болады, тіпті C-S-H және SH эмбриондарының қалыптасуын да баяулатуға шамасы жетпей қалады.

C_3S ылғалдануына линго-сульфонаттың баяу әсер еткенінен кейінгі уақыт ұзақтығы жеделдету әрекетімен алмасады. Ол осы қоспалардың құрамы және мөлшеріне байланысты болады, сондай-ақ цементтің сыртқы салмағы және химиялық-минералды құрамына да байланысты: сыртқы салмағы төмен цементтердің қоспалардың әсерін жедел түріне алмастыру дисперсті цементке қарағанда өте кеш байқалады.

Кәдімгі портландцемент үшін 0,28 % лингосульфонат кезіндегі буланбайтын судың мөлшері бастапқыда бақылаудағы сынамамен (қоспасыз) салыстырғанда төмендейді, бірақ сосын 2-3 тәуліктен кейін ол бақылаулық сынамаға қарағанда жоғары болады.

Төмен-алюминатты цементті пайдалану кезінде бұл лингосульфонаттың қоспаларын баяулатқыштан жеделдеткішке айналдыру сәті тек 10 тәуліктен кейін ғана жасалады.

Балама нәтижелер кәдімгі және төмен алюминатты цементті пайдалану кезінде алынады (сыртқы беті жоғары салмақты екі түрі – шамамен 450 м/кг). Бұл орайда төмен-алюминатты цементтен алынған пішін үшін 1 және 3 тәулікте қысу кезінде төзімділіктің төмендеуі байқалады. Алайда кейде

лигносульфонатты қосу оның ауа жұту әсері барысында пішіннің төзімділігінің жоғары болуына алып келеді.

Лингосульфوناتардың қоспалары цементтік тастың микроқұрылымдары және морфологиясын айтарлықтай өзгеріске ұшыратпайды; бірақ құрылым цементтің түйіршіктеріне осы қоспалардың дисперсиялы әсер етуі барысында бірнеше тығыздау болатыны рас.

Окси қышқылын қосу әсері, мысалы глюконат және көміртегі, глюкоза және сахарозаны қосудың портландцементті ылғалдандыру процесіне әсер етуі лигносульфонаттар үшін ұқсас болып келеді, дейтұрғанмен соған сәйкес нәтиже алу үшін салыстырмалы қоспалардың әртүрлі мөлшерлері керек болады.

Негізінен бұл суды төмендеткіштер цементтің ылғалдануының өте ерте сатысын тежейді (қатаю барысын, сондай-ақ тәуліктік уақыттағы төзімділігін тежейді) және сонымен қатар өте кеш уақытта болса да цементтің ылғалдану сатысын арттырады.

Глюконат натрий, лимон қышқылы және аздап сахарозаның қоспаларын бірдей мөлшерде қосқан кезде цементтің бастапқы кездегі қатаюын баяулатады, ал лигносульфонат кальций, салицил қышқылы, гептонат және борогептонат натрий қоспаларын қосқан кезде қатаю процесі баяуламайды. Органикалық су тежегіштердің баяулатқыш қабілеті цементтегі сульфат және алюминаттың құрамын анықтайды.

Қорытынды. Гидроксикарбонатты қышқылдар құрамында сілті және C_3S мөлшері көп цементке қарағанда, төмен сілтілі және төмен алюминаттар қосылған цементтің қату уақыты ұзақ болатындығы дәлелденген жағдай. Балама әсерлер мына цементтердің ылғалдануы кезінде жылу бөлуді зерттеу кезінде анықталған: жоғары сілтілі сұйық фазада $Ca(OH)_2$ қоспалардың төмендеуіне алып келеді, ал жоғары алюминатты – алюминаттың ылғалдандырғыш өнімдерінде қоспаларды азайтуға алып келеді. Жоғарыда аталған екі әсердің де нәтижесі - C_3A және C_3S ылғалдану процесіне гидроксикарбонат қышқылының баяулатқыш әсерін азайту керектігін көрсетеді.

Тез ылғалдандыру цементтік материалдардың төзімділігін тез байқау сияқты, 0,01 % органикалық су тежегіштердің қатысымен баяулайды, тіпті дәл осы нәтиже қатқанға дейінгі мерзімге осы қоспалардың әсер ету барысына тәуелді болмайды. Бұл жағдай көрсетілген қоспалардың цементтің ылғалдану процесін ерте бастан баяулататынын көрсетеді. C_3A ерте ылғалдандыру глюкоза және глюконат натрий қоспаларының әсерінен баяулайды.

Әдебиеттер тізімі

1. Гладкин, К.В. Изделия из ячеистых бетонов на основе шлаков и зол [Текст] / К.В. Гладкин. М.: Стройиздат, 1999. 255 с.
2. Ахметов, А.Р. Изделие из ячеистого бетона - эффективные материалы для сейсмостойкого строительства [Текст] / А.Р. Ахметов, Д.А. Ахметов // Вестник Нац. Инженер академий РК. 2000. №1 (5).
3. Ахметов, Д.А. Повышение стойкости плотности и прочности ячеистобетонных изделий [Текст] / Д.А. Ахметов, А.Р. Ахметов // НПЖ «Архитектура, строительство, дизайн». 2006. №1.
4. Баженов, П.Н. Основы технологий автоклавных материалов [Текст] / П.Н. Баженов. Ленинград.: ЛИСИ, 1998. 154 с.
5. Суриков, В.Н. Перспективы развития ячеистых бетонов [Текст] / В.Н. Суриков // Бетон и газобетон. 2009. №4. С. 12-15.

6. Ахметов, Д.А. Влияние вещественного состава цементов на основные свойства ячеистого бетона [Текст] / Д.А. Ахметов // НТЖ «Вестник НИИСтромпроекта». 2014. №1-2 (12).
7. Рахимов, М.А. Модифицированный легкий бетон на стекловидном заполнителе из отходов промышленности [Текст] / М.А. Рахимов, А.М. Рахимов // РЖ «Труды университета». 2019. № 2 (75). С. 90-94.
8. Ахметов, А.Р. Современное состояние и перспективы производства ячеистого бетона в Казахстане [Текст] / А.Р. Ахметов, К.А. Бисенов, К.К. Куатбаев. Алматы: Ғылым, 1998.

Материал редакцияға 24.02.24 түсті.

**Н.З. Артиков¹, Б.Т. Копжасаров¹, С.М. Моминова¹,
С.Т. Дуйсенбаева², Г.Т. Копжасарова¹**

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

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

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СМЕСЬ НА ОСНОВЕ АЛКИЛЗАМЕЩЕННЫХ ФЕНОЛОВ

Аннотация. В статье рассматривается использование смесей для производства ячеистого бетона на основе алкилзамещающих фенолов, которые замедляют действие смачивания цемента. Использование алкилзамещающих фенолов позволяет сохранить цемент с низким содержанием щелочи и алюминия на более длительный срок по сравнению с цементами с высоким содержанием трехкальциевых и щелочных добавок. При исследовании хода тепловыделения, при увлажнении следующих цементов также были выявлены альтернативные эффекты: цементы с высоким содержанием щелочи уменьшают примеси кальция в водной кислоте в жидкой фазе, а цементы с высоким содержанием алюминия менее увлажняют алюминаты. Результат обоих альтернативных эффектов, упомянутых выше, показывает, что три кальцинированных алюмината и три кальцинированных силикатов уменьшают течение действия увлажняющей карбонатной кислоты на процесс гидратации.

Ключевые слова: ячеистый бетон, поливиниловый спирт, карбоксиметилцеллюлоза, суперпластификатор, вяжущее, теплопроводность, водостойкость, смеси ячеистого бетона, усадка.

**N. Artikov¹, B. Kopzhasarov¹, S. Mominova¹, S. Duisenbayeva²,
G. Kopzhasarova¹**

¹M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

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

CONVERSION MIXTURE BASED ON ALKYL-SUBSTITUTED PHENOLS

Abstract. This article explores the utilization of mixtures in the production of cellular concrete, leveraging alkyl-substituting phenols to attenuate the wetting impact of cement. Incorporating alkyl-substituting phenols enables the preservation of cement with low alkali and aluminum content for extended durations compared to those with higher levels of tricalcium and alkali additives. Investigation into the heat release patterns during the wetting of various cements revealed additional alternative effects: high alkali content cements diminish calcium impurities in aqueous acid within the liquid phase, while high aluminum content cements exhibit reduced moistening of aluminates. Both of these

alternative effects collectively demonstrate that tricalcium aluminates and tricalcium silicates mitigate the influence of humectant carbonate acid on the hydration process.

Keywords: porous concrete, polyvinyl alcohol, carboxymethyl cellulose, superplasticizer, binder, thermal conductivity, water resistance, cellular concrete mixtures, shrinkage.

References

1. Gladkin K.V. Izdeliya iz yacheistyxh betonov na osnove shlakov i zol [Products made of cellular concrete based on slags and ashes]. – Moscow: Construction publishing house, 1999. – 255 p., [in Russian].
2. Akhmetov A.R., Akhmetov D.A. Izdeliye iz yacheistogo betona - effektivnyye materialy dlya seysmostoykogo stroitel'stva [Cellular concrete products are effective materials for earthquake-resistant construction] // Vestnik Nats. Inzhener akademiy RK [Bulletin of the National Engineer of the Academy of the Republic of Kazakhstan], 2000. No.1 (5), [in Russian].
3. Akhmetov D.A., Akhmetov A.R. Povysheniye stoikosti plotnosti i prochnosti yacheistobetonnykh izdeliy [Increasing the durability density and strength of cellular concrete products] // NPZH «Arkhitektura, stroitel'stvo, dizayn» [Scientific and practical journal “Architecture, construction, design”], 2006. No. 1. [in Russian].
4. Bazhenov, P.N. Osnovy tekhnologiy avtoklavnykh materialov [Fundamentals of autoclave materials technology]. – Leningrad.: Leningrad Institute of Civil Engineering, 1998. – 154 p, [in Russian].
5. Surikov V.N. Perspektivy razvitiya yacheistyxh betonov [Prospects for the development of cellular concrete] // Beton i gazobeton [Concrete and aerated concrete], 2009. No. 4. P. 12-15, [in Russian].
6. Akhmetov D.A. Vliyaniye veshchestvennogo sostava tsementov na osnovnyye svoystva yacheistogo betona [The effect of the material composition of cements on the basic properties of cellular concrete] // NTZH «Vestnik NIISTromproyekta» [Scientific and technical journal “Bulletin of Niistromproekt”], 2014. No. 1-2 (12), [in Russian].
7. Rakhimov M.A., Rakhimov A.M. Modifitsirovanny legkiy beton na steklovidnom zapolnitele iz otkhodov promyshlennosti [Modified lightweight concrete on a vitreous aggregate from industrial waste] // RZH «Trudy universiteta» [Republican journal “Proceedings of the University”], 2019. No. 2 (75). P. 90-94, [in Russian].
8. Akhmetov A.R., Bisenov K.A., Kvatbayev K.K. Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy proizvodstva yacheistogo betona v Kazakhstane [The current state and prospects of cellular concrete production in Kazakhstan]. – Almaty: Science, 1998. [in Russian].

FTAMP 67.09.05

Е.Н. Нұғмансая¹ – негізгі автор, ©
Б.Т. Копжасаров², С.М. Моминова³,
С.Т. Дуйсенбаева⁴, Г.Т. Копжасарова⁵



¹Докторант, ²Техн. ғылым. канд., профессор, ³PhD, аға оқытушы,
⁴Техн. ғылым. канд., доцент, ⁵Аға оқытушы

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0002-0087-3912> ²<https://orcid.org/0000-0001-9163-2879>
³<https://orcid.org/000-0001-5005-9826> ⁴<https://orcid.org/0009-0009-4031-370X>
⁵<https://orcid.org/0009-0008-6735-0458>



^{1,2,3,5}М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,



Шымкент қ., Қазақстан

⁴М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан

@

¹nugmansaya_e@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/LZFL3243>

КРЕМНИЙЛІ КОМПОНЕНТТЕР МЕН ОЛАРДЫҢ ГАЗДАЛҒАН БЕТОН ТҮРЛЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Бұл мақалада жылу электр станцияларының күлін кремнийлі компоненттері ретінде зерттеу және олардың газдалған бетон түрлеріне әсері қарастырылады. Заманауи құрылыс жұмыстарының маңызды міндеттерінің бірі энергияны үнемдеу, сапасын көтеру және өндірілетін өнімдердің төзімділігін арттыру болып табылады. Бұл мәселелерді шешуге жылу электр станцияларының күлін пайдалана отырып, газдалған бетон өндірісін дамыту арқылы қол жеткізуге болады.

Тірек сөздер: газдалған бетон, ЖЭС күлі, әк, құм байланыстырғыш, кеуектілік, тығыздық, жылу өткізгіштік, беріктік.



Нұғмансая, Е.Н. Кремнийлі компоненттер мен олардың газдалған бетон түрлеріне әсерін зерттеу [Мәтін] / Е.Н. Нұғмансая, Б.Т. Копжасаров, С.М. Моминова, С.Т. Дуйсенбаева, Г.Т. Копжасарова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №2(84). – Б.159-166. <https://doi.org/10.55956/LZFL3243>

Кіріспе. Энергияны үнемдеу бойынша шараларды жүзеге асыру үшін құрылыс жұмыстарының тәжірибесінде СНиП-П-3 жаңа нормативтік құжаттары қабылданған болатын және жылу өткізудің жобалық кедергісіне қойылатын талаптар үш есе жоғары нормативтік құжаттар қабылданған. Жаңа құрылыстық нормалар бойынша тұрғын үй тұрғызу кезінде сыртқы қабырғаның қалыңдығы мынадай болуы қажет: кірпіштен – шамамен 150 см, ал ұялты бетоннан – 38,5 см.

Алдыңғы жұмыстарда газдалған бетонның жылу өткізгіштігі неге байланысты екені айтылған болатын, одан бөлек газдалған бетонның жылудан қорғайтын қасиетін арттыру түйін және шылақ сияқты төменгі жылу өткізгіштікке тән компоненттерді дайындау кезінде қолдануға мүмкіндік беретіндігі де айтылған.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Әлемдегі жетекші компаниялардағы газдалған бетоннан жасалған бұйымдардың орташа тығыздығы 400-600 кг/м³ тең. Басқа да теңдей жағдайлардағы ұялы бетонның жылу өткізгіштігі құмда және күлде 1-кестеде көрсетілгендей әртүрлі болып келеді.

Кесте 1

Газдалған жеңіл бетонның құм және күлде жылу өткізгіштігі

№	Орташа тығыздық бойынша бетонның маркасы, кг/м ³	Бетонның құрғақ жағдайындағы жылу өткізгіштік коэффициенті Вт/м ^{°C} ,	
		құмда	күлде
1	400	0,10	0,09
2	500	0,12	0,10
3	600	0,14	0,13

Күлдегі 500 кг/м³ құрылымдық-жылу оқшаулағыш газдалған бетонның тығыздығы кезінде жылу өткізгіштік коэффициентін 0,02 Вт/м^{°C} дейін төмендету тұрғын үй құрылысында басқа тең жағдайларда салынған қабырғалардың қалыңдығын азайтуға мүмкіндік береді. Бұл әсіресе Астана және Алматы сияқты қалаларда көпқабатты үйлер салу кезінде тиімді.

Минералды қалдықтардың жалпы көлемінде маңызды орын алатыны ЖЭС күлдері және шлактары, олар ұялы бетон өндірісі үшін кремний шикізатының түрлерінің экономикалық көрсеткіш және техникалық қасиеттері бойынша ең пайдалыларының бірі болып табылады. Қазақстандағы ЖЭС бар аудандарда күл және шлактардың көп қорлары жиналған. Сондықтан Қазақстандағы күл және шлактарды жою мәселелері өзінің түбегейлі шешімін талап етеді. Осы мәселелерді шешу жолдарының бірі, ұялы бетон өндірісінде күл және шлактарды пайдалану болып табылады. Бүкіл әлемнің зауыттық тәжірибесінде, олар газдалған бетон өнімін өндіруде кеңінен қолданыс тапқан. Күлді пайдаға жарату мәселесін шешудің маңыздылығын түсіндіруде жақсы мысал болатыны Чехия мен Словакия, себебі мұнда кремний компоненті ретінде цемент қосылған күлді пайдаланады және 2:1 шамада аралас байланыстырғыш әк-цементті немесе әк қосылған цементті пайдаланады. Су пайдаланылған өнімдердің сапасын арттыру үшін цементке кәдімгі бетон өндірісіне қарағанда басқа талаптар қойылады [1]. Жан-жақты ғылыми зерттеулердің нәтижесінде, олар өте күрделі, бірақ үнемділік жағынан өте пайдалы мәселені шешеді.

Екібастұз күлдері бойынша зерттеулер талдауы, олардың газдалған бетонның пайдалану мүмкіндігі туралы тікелей қарама-қарсы пікірлер бар екендігін көрсетті. Осылайша, газдалған бетон бойынша зерттеулер авторы [2], Екібастұз кен орнындағы көмірді жағудан алынған Краснояр ЖЭО күлін пайдалана отырып, Екібастұз кен орнының көмірін жағудан алынған күлді газдалған бетонға пайдалану мүмкін емес деген қорытындыға келді.

Біздің Екібастұз көмірін жағудан алынған күлді зерттеуіміз химиялық құрамы Германияның Маза-Хенке фирмасында және Венгрияда күлге қойылатын талаптарға сәйкес келетінін көрсетті, ол 2-кестеде келтірілген.

Өнеркәсібі дамыған елдердегі өнеркәсіп қалдықтарын жою сатысы 15-40% құрайды, Ресейде бар-жоғы 3%, ал Қазақстан бойынша бұл көрсеткіш 1,4% тең [3].

ЖЭО күлдерін пайдалану – қоғамдық өндірістің тиімділігін арттырудың үлкен қоры болып табылады. Сонымен қатар, бұл экологиялық жағдайды салауаттандыру, жерді күл қалдықтарынан босату болып

есептеледі [4-5]. Қазақстанның ЖЭО орналасқан аумақтарында шамамен 179 млн. т күл және шлак жиналып қалған.

Кесте 2

Күлдердің химиялық құрамы

№	Елдер	Оксидтер құрамы, %				
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	n.n.n
1	Қазақстан	59,2	26,5	6,22	3,7	2,25
2	Германия Маза-Хенке	50,0	10-30	10,0	5,0	5,0
3	Венгрия	40,0	35,0	18,0	10,0	5,0

Құрылыс материалдарында күлді қолдану мәселелерімен көптеген зертханалар және институттар айналысады. Байланыстырғыш ретінде немесе байланыстырғыш бөлшегі ретінде, керамика, ауыр бетон, газдалған күлді-бетон өндірісі үшін шикізат ретінде күлді пайдалану бойынша көптеген зерттеулер жасалған.

Қазақстанның ЖЭС қатты отын ретінде әртүрлі көмірді пайдалана отырып, электр энергиясының негізгі бөлігін өндіреді. Алдағы жылдарда да ЖЭО-да электр энергиясын өндіру үрдісі жалғаса береді, яғни отынның минералдық бөлігін жағу кезіндегі күл мен шлақтың қалдықтар мөлшері арта беретін болады.

Көптеген зерттеушілердің жұмыстарында шлактар мен күлдер жіктелген, ол еңбектерде шаңды көмірдің күлінің қасиеті отынды жағудың негізгі ережесімен анықталады, сондай-ақ күлдің шыны және кристалдық фазаларының ара-қатынасы, шыны фазаның салыстырмалы құрамы неғұрлым көп болса, күлдің белсенділігі соғұрлым жоғары болатындығы дәлелденген [6].

Кейбір ғылыми еңбектерде ЖЭС күлін пайдалана отырып тиімді құрылыс материалдарын өндіру технологиясы, газдалған күлді бетонның сипаты, электр станциясы отынынан шыққан күлдің қасиеті, күлді бетон өндірісіндегі қолданылатын материалдарға қойылатын талаптар жазылған. Автоклавталған және автоклавталмаған газдалған күлді-бетоннан ірі денелі бұйымдарды өндіру тәжірибесі сипатталған, газдалған күлді бетонның зауытын жобалау тәжірибесінен мәліметтер келтіріліген, сондай-ақ технико-экономикалық көрсеткіштер жазылған [7].

Бірнеше ғалымдардың жасаған зерттеулерінде күлді бетон қоспаларына 50% дейін және цементтің мөлшерінен артық қосуға болатын мүмкіндікті көрсеткен.

Кейбір зерттеушілер, шымтезек пен тақтатастарды қоспағанда барлық күлдер белсенді емес, ал цементтің шығынын азайтуға белсенділігі аз күлдерді пайдалану кезінде қол жеткізуге болады деп санайды, олардың ойынша күлдің белсенділігінен емес, алынған бетонның тығыз құрылымына байланысты деп айтады [8].

НИИЖБ мәліметі бойынша күлді-бетондарда цементті 7% дейін үнемдеуге болады. Күлдің құрамы белсенділігі жоғары портландцементті пайдалану кезінде артуы мүмкін және бетонның аязға төзімділігі мен суға төзімділігін арттыратын қоспалар қатайтуды жеделдетуі мүмкін. Күлді автоклавты байланыстырғыш компонент ретінде пайдалану кезінде автоклавты өңдеуден кейінгі материалдың максималды төзімділігі $K_{осм}=0,8-1,2$ негізділік коэффициентімен шикізатты қоспаны қамтамасыз етеді.

Құрамында кальцийі жоғары күлдердің байланыстырғыш қасиеті клинкерлі минералдар, шиш пішінді фазалардың құны болып табылады және күлдің құрамында бос әктердің және ангидриттің қатысы болуына байланысты.

Газдалған бетон өндірісі үшін құрамында кальцийі көп күлдерді пайдалану, 5-25% бос кальций оксиді және 6% дейінгі ангидрит болғанда мүмкін деп саналады. Сондай-ақ, бос кальций оксиді күйдірілген жағдайында болады және баяу ылғалданып және ылғалдану көлемін ұлғайтумен сипатталады, ол деген газдалған бетоннан жасалған өнімнің пайдалану қасиетін төмендетеді. Бұл жағдайда автоклавты өңдеуге дейін күлдің құрамында болған, күйдірілген кальций оксидтің толықтай ылғалдануы үшін тиісті шаралар қарастырылуы қажет.

Күйдіріліген кальций оксидтің дер кезінде және теңдей қалыпта қамтамасыз етілуі үшін, Эстонияда тақтатас күлінде автоклавты газды бетон өндірісінде, күлді міндетті түрде майдалап ұнтақтау және өндірілгеннен кейін өнімді жоғары температурада ұстау қолданылады (80-90°C).

Газды бетонды автоклавты өңдеу барынша аралықты технологиялық әдіс болып табылады. Ол химиялық және минералогиялық әртүрлі құрамдағы шикізатты қолдануға және жоғары физико-механикалық қасиетті газды бетон алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, қатайтудың автоклавсыз ереже автоклавты ережемен теңдей болып қана қоймай, сондай-ақ төзімді және беріктігі жоғары бетон алудың (Америка және Жапон елдерінде бумен пісірілген және табиғи қатайтылған газды бетондар бойынша зерттеулер қарқынды дамыған) әлеуетті мүмкіндігімен де асып түседі. Сонымен қатар, бұл цемент тастарының құрылымын қалыптастырудың ең қолайлы жағдайларын көрсетеді, әсіресе қатаюдың соңғы кезеңдерінде. Бумен пісіру және табиғи өңдеп қатайту жаңа пішіндерді көбейтпейді және ескіртпейді де, олардың сынғыштығын жоғарылатады және микрожарықтар – материалдың бұзылуы ықтимал жағдайының бастапқы орталығы пайда болады. Құрамына 1-3% гипс қосып қолдану нәтижесінде автоклавсыз қатайту белсенділігінің жоғарғы сатысы орнатылған.

15% дейінгі ылғалдылықпен ақаусыз өнімді өндіру газдалған бетонның құрамын дұрыс таңдау барысында мүмкін болады, оның қатайту тәсіліндегі түйіршіктелу жағдайына байланысты орындалады. Күлге газдалған бетонды өндіру технологияның қарапайымдылығынан, күлдің арзандығынан экономикалық тиімділікке байланысты және оны алу үшін шығынның аз кетуіне байланысты мүмкін болады, сонымен қатар, автоклавсыз технологияны да қолдану мүмкін болады.

Газды бетон өндіру кезінде күлді қолдану жылу энергетикасының қалдықтарын жоюдың кейбір мәселелерін шешуге мүмкіндік береді және аймақтың экологиясын тазартуға әсерін тигізеді. Сондай-ақ, күлдің мөлшері жеткілікті болуына байланысты, оны ұнтақтау керек емес және өндірістің ең көп еңбекті қажет ететін кезеңдерінің бірі ұнтақтау болса, ендеше ол өндірістің жалпы шығынынан 10% дейін үнемдеуге жағдай жасайды.

Екібастұз көмірінің күлі өте төзімді $T_{пл}=1670-1720^{\circ}\text{C}$, ол құрамында кремнийдің көп болуымен байланысты. Күлдің шамадан тыс жоғары балқу температурасына және пештегі газдың максималды температурасының жеткіліксіз болуына байланысты (1500-1550°C) күлдің кейбір бөлігі ерімейді және өткір жиектері бар дұрыс емес пішінде қалып қояды.

Органикалық заттардан босатылған, ЖЭС күлдерін микроскопиялық анықтау, фазалық құрамның негізгі құрылымы аморфты сазды агрегаттар шыны тәрізді зат және кварц, дала шпаты, кальцит және аздаған магнетит,

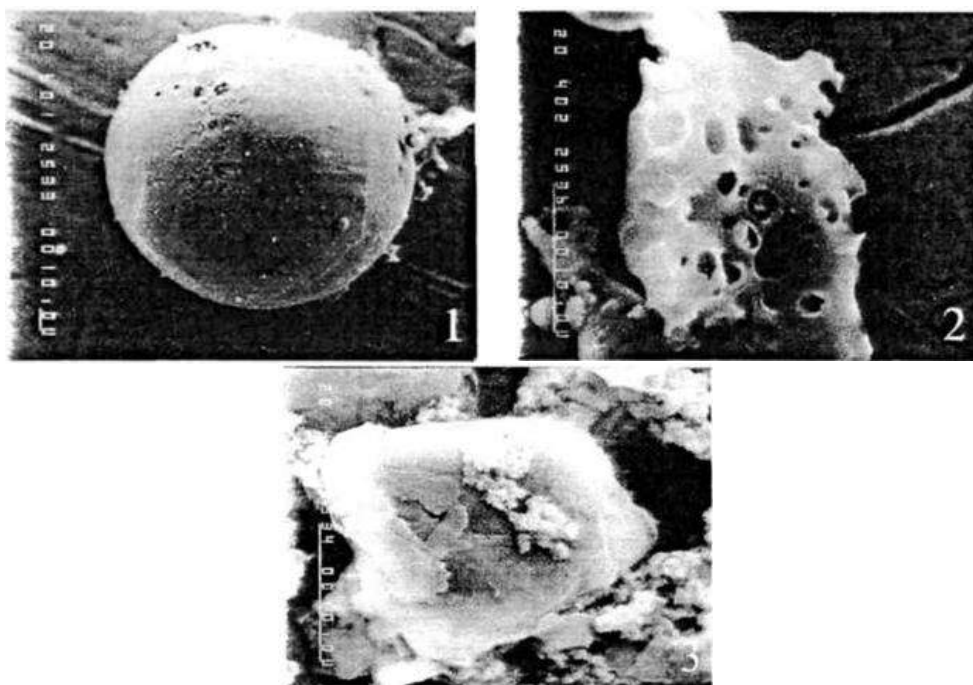
гематит, корунд және басқа да минералдармен берілген кристалдық фазалар болып табылады.

Зерттеушілер түссіз изотропты пластиналы пішінде берілген, 10-15% агрегатты жинақтардан тұратын, құрғақ іріктеуден өткен Ермаков ГРЭС күлінің айырмашылығын атап өткен. Бұл пластиналарда кристалданған муллит түріндегі 10% дейінгі нүктелік анизотропты қосындылар және елеусіз мөлшерде шамамен 5% түйіршіктер мен муллит инелер бар. Жиынтық массада кристобалит пен тридимиттің сирек түйірлері бар.

Зерттеу нәтижелері. Күлді зерттеуді біз Украинаның ИПМ АН материалтану мәселелері институтындағы Суперсынама – 733 микро-талдағышында жүргіздік.

Күлдің бөлшектерінің морфологиясы 1-суретте келтірілген. Сол суретте көрсетілгендей күл әртүрлі көлемдегі және пішіндегі бөлшектердің жиынтығынан тұрады. Күлдің құрамының бір бөлігі 150 мкм диаметрлі шиша іспетті керемет пішінді шардан құралған және оның құрамында кальций және алюминий, магний, кремний, темір қоспалары да бар. Ал екінші бөлігі дұрыс емес пішінді кеуектері бар және өлшемі 15 – 25 мкм дейін кеңейтілген массаның бөлігінен және алюминий оксиді, кремний карбиді, аздаған көлемде мыс, темір, мырыштан құралған, күрделі химиялық құрамнан тұрады. Күлдің құрамында сондай-ақ негізінен графиттен тұратын, дұрыс емес пішінді бөлшектері де бар.

Әртүрлі авторлардың зерттеулерінен байқағанымыздай күлдің құрамы әртүрлі химиялық элементтер бойынша және ондағы әртүрлі қосылыстардың комбинациясы, бетінің пішіні мен табиғаты және т.б. бойынша өте күрделі болып табылады, осының бәрі Екібастұз көмір алабының көмірін жаққаннан алынған күлді пайдаланатын, кремнийлі компонент ретінде газдалған бетонды түбегейлі зерттеу қажеттілігіне негіз болады.



Сурет 1. Екібастұз күлінің морфологиясы

Күлдің минералогиялық құрамы: корунд 5-10%, шиша фаза 60-65%, дала тастары 5-10% аморфты саз бөлшектері 10-15%, кальцит, гидрогранат, муллит, темір оксиді 3%.

Күлді сынау ГОСТ 25818 сәйкес жүргізіледі. Көмірдің күлге айналуы 40%, $S_{ya} - 2800-3000 \text{ см}^2/\text{г}$, електегі қалдық 008-210, көлемдік тығыздығы 750 кг/м^3 . $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ құрамында 70%, ал SO_3 құрамында шамамен 3,5%, бос CaO құрамында шамамен 5%. MgO құрамында 5% аспайды, n.p.n құрамында шамамен 5%. Көлемді өзгертудің біркелкілігі шыдамды болды. Күлдің 1-ден 3% дейінгі ылғалдылығы. Екібастұз көмір алабының көмірін жаққаннан алынған күл СН 277 талаптарына сәйкес келеді.

Зерттеу нәтижелерін талқылау. Көмірді жағу әдістерінің айырмашылығына байланысты күл әртүрлі қасиеттермен алынады, кейде бірінен біріне түбегейлі ерекшеленеді.

Сланцты жағу кезінде тұтқыр қасиетке ие күл алынады, ал қоңыр немесе тас көмірді жағудан алынған күлде ондай тұтқыр қасиет болмайды, бірақ байланыстырғыштың құрамдас бөлігі болып табылады, сонымен қатар ол ұнтақталған кварц құмына қарағанда белсенді болады. Күлдің майдаланған құмнан айырмашылығы күл міндетті түрде ұнтақтауды қажет етпейді, себебі ол негізінде дисперсті күйде болады.

Құммен салыстырғандағы күлдің көптеген оң мәнді қасиеттері болғанымен, өндірісте өзінің белгілі бір қиындықтары да кездеседі.

Бірінші кезекте бұл күлдің біркелкі еместігі және суды көп қажет ететіндігі. Күлге көп су пайдаланбау мәселесін дисперстің ұлғаюына қарағанда су сұранысына көбірек әсер ететін, кеуектілігін төмендетіп, әртүрлі белсенді заттардың қосылуымен біріктіріп шешуге болады.

Қорытынды. Күлдің бірқалыпсыздық қасиеттерін жою іс жүзінде өте қиын. Күлдердің бірқалыпсыздығы технологиялық процесті тұрақтандыруға мүмкіндік бермейді, сондықтан да тұрақты сипаттағы газдалған бетон алу қиын болады.

Күлдің сипаттамаларын, оның мұқият химиялық және басқа да талдау түрлерін терең білу қажет, міне тек осы шаралар ғана газдалған бетон үшін қолданылатын күлдің қасиеттерін бағалауға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Моминова, С.М. Технология газосиликатного бетона с использованием промощходов и некондиционного сырья [Текст] / С.М. Моминова, Б.Т. Копжасаров, Ж.А. Садықов // Вестник Казахской головной архитектурно-строительной академии. 2019. №4 (74). С. 214-220.
2. Тупкебаев, Э.А. Комплексное использование сырья и отходов промышленности [Текст] / Э.А. Тупкебаев, Г.Х. Садықов. – Алматы (Казахстан), 2005.
3. Сиверцев, Г.Н. Классификация и характеристика шлаков как строительного сырья. Вып. 1. [Текст] / Г.Н. Сиверцев. – М.: ЦНИЛС, 2000. – 45 с.
4. Долинский, Ю.И. Золы ТЭС – мелкий заполнитель конструктивно-теплоизоляционных керамзитобетонов [Текст] / Ю.И. Долинский, С.К. Кондратьев. – М., 2000.
5. Ахметов, Д.А. Ячеистые бетоны (газобетон и пенобетон) [Текст] / Д.А. Ахметов, А.Р. Ахметов, К.А. Бисенов. – Алматы: Ғылым, 2008. – 384 с.
6. Mominova S., Kopzhasarov B., Kim Kwang Don Investigation of the properties of slag binders and autoclaved gas silicate concrete on long storage under normal conditions and the concrete strength in light waters // Материали XV международна научна практична конференция «Найновите постижения на

- Европейската наука – 2019» Vol. 9. – София «Бял ГРАД-БГ ОДД», 2019. – С.12-18.
7. Моминова, С.М. Моделирование процесса гидратации шлаковых вяжущих с оптимизацией технологии получения бетонов [Текст] / С.М. Моминова, Б.Т. Копжасаров // Научный журнал «Вестник Казахской головной архитектурно-строительной академии». – 2019. – №1 (71). – С.154-161.
 8. Моминова С.М. Исследования кремнеземистых компонентов и их влияние на свойства ячеистых бетонов [Текст] / С.М. Моминова, Б.Т. Копжасаров // Научный форум: Инновационная наука: №10(65). – Москва: Изд-во МЦНО, 2023. – С.35-46.

Материал редакцияға 16.04.24 түсті.

**Е.Н. Нұғмансая¹, Б.Т. Копжасаров¹, С.М. Моминова¹, С.Т. Дуйсенбаева²,
Г.Т. Копжасарова¹**

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

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

ИССЛЕДОВАНИЕ КРЕМНЕЗЕМИСТЫХ КОМПОНЕНТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СВОЙСТВА ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследования применения золы-уноса ТЭС в качестве кремнеземистого компонента и их влияние на свойства газобетона. Основными задачами современных строительных работ являются экономия электроэнергии, повышение качества и долговечности строительных материалов. Поставленную задачу можно решить, развивая производство ячеистых бетонов с применением золы -уноса ТЭС.

Ключевые слова: ячеистый бетон, зола-унос ТЭС, известь, вяжущее, пористость, плотность, теплопроводность, прочность.

**E. Nugmansaya¹, B. Kopzhasarov¹, S. Mominova¹, S. Duisenbayeva²,
G. Kopzhasarova¹**

¹M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

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

STUDIES OF SILICA COMPONENTS AND THEIR INFLUENCE ON THE PROPERTIES OF AUTOCLAVED CELLULAR CONCRETE

Abstract. The article discusses the results of a study on the utilization of fly ash from thermal power plants as a silica component and its impact on the properties of aerated concrete. The primary objectives of contemporary construction endeavors include energy conservation, enhancement of building material quality, and durability. This issue can potentially be addressed by advancing the production of cellular concrete through the utilization of fly ash sourced from thermal power plants.

Keywords: porous concrete, TPP fly ash, lime, binder, porosity, density, thermal conductivity, durability.

References

1. Mominova, S.M., Kopzhasarov, B.T., Sadykov, ZH.A. Tekhnologiya gazosilikatnogo betona s ispol'zovaniyem promootkhodov i nekonditsionnogo syr'ya [Technology of gas silicate concrete using industrial waste and substandard raw materials] //

- Vestnik Kazakhskoy glavnoy arkhitekturno-stroitel'noy akademii [Bulletin of the Kazakh Head Academy of Architecture and Construction], 2019. No. 4 (74). P. 214-220, [in Russian].
2. Tupkebayev, E.A. Sadykov, G.KH. Kompleksnoye ispol'zovaniye syr'ya i otkhodov promyshlennosti [Integrated use of raw materials and industrial waste],– Almaty (Kazakhstan), 2005, [in Russian].
 3. Sivertsev, G.N. Klassifikatsiya i kharakteristika shlakov kak stroitel'nogo syr'ya [Classification and characteristics of slags as construction raw materials]. Issue 1. – Moscow: TSNILS, 2000. – 45 p., [in Russian].
 4. Dolinskiy YU.I., Kondrat'yev Zoly TES – melkiy zapolnitel' konstruktivno-teploizolyatsionnykh keramzitobetonov. – Moscow, 2000, [in Russian].
 5. Akhmetov, D.A., Akhmetov, A.R., Bisenov K.A. Yacheistyye betony (gazobeton i penobeton) [Cellular concrete (aerated concrete and foam concrete)] / D.A. Akhmetov,. –Almaty: Science, 2008. – 384 p., [in Russian].
 6. Mominova, S., Kopzhasarov, B., Kim, Kwang Don Investigation of the properties of slag binders and autoclaved gas silicate concrete on long storage under normal conditions and the concrete strength in light waters // Materiali XV mezhdunarodna nauchna praktichna konferentsiya «Naynovite postizheniya na Yevropeyskata nauka – 2019» [Proceedings of the XV international scientific and practical conference “Innovate insights into European Science] Vol. 9. – Sofiya «Byal GRAD-BG ODD», 2019. – P.12-18.
 7. Mominova, S.M., Kopzhasarov, B.T. Modelirovaniye protsessa gidratatsii shlakovykh vyazhushchikh s optimizatsiyey tekhnologii polucheniya betonov [Modeling the hydration process of slag binders with optimization of concrete production technology] // Scientific journal. Bulletin of the Kazakh Head Academy of Architecture and Construction, 2019. No. 1 (71). P.154-161, [in Russian].
 8. Mominova, S.M., Kopzhasarov, B.T. Issledovaniya kremnezemistykh komponentov i ikh vliyaniye na svoystva yacheistykh betonov [Research of siliceous components and their influence on the properties of cellular concrete] // Scientific forum: Innovative science: No. 10(65). – Moscow: Publishing house MTSNO, 2023. – P.35-46, [in Russian].

IRSTI 67.09.05

S. Mominova¹ – main author, | ©
B. Kopzhasarov²



¹PhD, Senior Lecturer, ²PhD, Professor

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0001-5005-9826> ²<https://orcid.org/0000-0001-9163-2879>



^{1,2}M. Auezov South Kazakhstan University,



Shymkent, Kazakhstan



@ saule_momynova@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/QHFC1264>

INFLUENCE OF THE W/S RATIO ON THE CELLULAR CONCRETE PROPERTIES ON THE BASIS OF FLY ASH

Abstract. The article considers the results of a study of fly ash from the Ekibastuz coal basin in the production of cellular concrete. Studies have shown that the composition of fly ash is very complex in terms of the variety of chemical elements and its use as a siliceous component instead of sand has a beneficial effect on the value of the W/S ratio. A study of the pore structure of cellular concrete showed that an increase in the W/S ratio leads to a sharp change in the nature of the porous structure, that is, the higher the W/S, the higher the quality of its porous structure. However, an excessive increase in W/S causes stratification of the solution. In order to establish the optimal value of the W/S ratio using fly ash, studies were carried out. The results of a study to determine the influence of the porous structure of cellular concrete on its properties clearly showed how, with increasing W/S ratio, the porosity deviation index decreases, and the lower the porosity deviation, the better the characteristics of the macropores of cellular concrete, and accordingly, the higher the strength of aerated concrete.

Keywords: cellular concrete, fly ash, siliceous component, W/S ration, gas ash concrete, autoclaved hardening, pore structure.



Mominova S., Kopzhasarov B. Influence of the W/S ratio on the cellular concrete properties on the basis of fly ash // *Mechanics and Technologies / Scientific journal*. – 2024. – No.2(84). – P.167-174. <https://doi.org/10.55956/QHFC1264>

Introduction. Ekibastuz coal fly ash is very refractory, $T_{ref}=1670-1720$ °C, it is due to the high silica content in its composition. Due to the excessively high refractory temperature of the fly ash and the insufficient maximum temperature of the gases in the furnace (1500-1550 °C), some fly ash particles do not melt and have an irregular shape with sharp edges [1].

The thermal power plant fly ash, freed from organic substances, was studied microscopically. It was found that vitrification and crystalline phases represented by feldspar, calcite, quartz and, in smaller quantities of magnetite, corundum, hematite, amorphized clay components and other minerals are the main components of the phase composition.

The vitrification is a product of thermochemical action on the mineral part of the fuel (mainly clay). Research has showed the ideally pillow-like or fairly spherical (solid or hollow) shape of most vitrous fly ash particles. In addition,

scale-like and cellular forms are distinguished. Often the particles are presented as a inflated mass. The amorphous phase of the fly ash is heterogeneous, represented by two types of glass, colorless and in the form of melted balls of yellow and yellow-brown color due to the presence of iron oxide in it. The surface and contours of colorless balls are mostly unclean and corroded, while yellow and yellow-brown colored balls are smooth, clean, and less likely to be subject to mild corrosion. The glass beads contain feldspar, magnetite, hematite, clay particles and sometimes quartz grains. The crystalline part of the fly ash appears to be both primary minerals accompanying the organic part of the fuel, and new formations obtained in the combustion process. The main crystalline parts of the fly ash include quartz, feldspar, mullite, magnetite, hematite, calcite, dolomite and cristobalite.

Researchers note that the fly ash of dry separation from the Ermakovskaya State District Power Plant consists of 10-15% aggregated accumulations, represented by colorless isotropic claw-shaped plates. These plates contain up to 10% point like anisotropic inclusions, represented by incompletely crystallized mullite, and a significant amount of about 5% grains and mullite needles. The aggregate mass contains rare grains of cristobalite and tridymite [2].

Therefore, it is clear that the composition of fly ash is very complex in terms of the variety of chemical elements present in it, the combination of various compounds, the shape and nature of the surface, and much more, all this necessitates a thorough study of the properties of cellular concrete in the production of which fly ash from coal combustion in the Ekibastuz coal basin is used as a siliceous component.

As is known, the physical, technical and performance characteristics of cellular concrete depend on a number of factors and, first of all, on the composition, their ratio, the amount of water mixing, density, structure, heat treatment mode and on the type and properties of the primary materials.

Conditions and methods of research. The use of fly ash as a siliceous component significantly affects the optimal W/S ratio value, on which the basic properties of gas ash concrete largely depend. The optimal W/S ration value is understood as the ratio of the weight of water to the weight of dry components at which the rate of increase in the structural viscosity of the gas-ash concrete mixture would correspond to the rate of the gas release process. If the W/S ratio is insufficient, the plastic viscosity increases quickly and the gas-ash concrete mixture has time to completely blow up. The resulting gas bubbles accumulate in the solution and, due to the ever-increasing lifting force, encountering resistance, break the viscous gas-ash concrete mixture, forming a network of cracks, which greatly reduces the final strength. The structure of gas ash concrete under these conditions is defective, and gas use is low.

If W/S ratio value is excessive, the plastic viscosity of the gas-ash concrete mixture increases slowly and by the time it is finished, the gaseous flowability of the solution remains high, while many gas bubbles float to the surface, water separation occurs, the mass boils and settles.

The rate of increase in the plastic viscosity of a gas-ash concrete mixture of a given composition depends on the water content and temperature of the gas-ash concrete mixture.

This can be explained by the fact that with an increased water content of the gas-ash concrete mixture, a better and more uniform structure of cellular concrete is obtained.

The flowability of gas ash concrete decreases significantly with increasing temperature of the mixture (Table 1).

Table 1

Influence of W/S ration on flowability of gas ash mixture

W/T	Flowability of mixture, according to the Suttard viscosimeter (sm)	
	Temperature 13°C	Temperature 40°C
0.55	15	11
0.62	22	19
0.68	26	24
0.75	30	30

The reason of this is that the process of hydration of lime and cement is accelerated at high temperature and water is quickly absorbed by cementitious materials. Lime hydration occurs much faster than cement. As the W/S ratio value increases, this difference gradually decreases and at W/S = 0.75 the flowability remains the same and does not depend on the mixture temperature. A study of the pore structure of cellular concrete showed that an increase in the W/S ratio, all other things being equal, leads to a sharp change in the nature of the porous structure from pore aggregates elongated in the form of an ellipse (which have a higher stress concentration than spherical pores) to pores of regular shape with clear outlines. When studying macroporous cellular concrete, pores of regular spherical shape (large W/S ratio), with clear outlines showed less deviation in porosity value and, accordingly, greater strength.

That is, with an increase in W/S ratio, the quality of its porous structure improves. Consequently, the positive role of increasing W/S ratio is to reduce the viscosity of the mortar mixture and, thereby, improve the conditions for the flowability of the spherical shape and their uniform distribution throughout the entire volume of this mixture. However, an excessive increase in W/S causes stratification of the solution. Excess water settles on top and pours out of the molds when the gas ash concrete swells, and the binders somewhat reduce their activity.

If W/S ratio is higher, the mixture blows out well, but sets slowly, resulting in “boiling”, the gas evaporates, and the mixture settles. Therefore, we accepted the optimal values of the water-solid (W/S) ratio such that there is no thawing of water on the surface of the solution, without adding a gas-forming agent in it.

If the W/S ratio increases from 0.6 to 0.65, it is noted that at the W/S ratio of 0.6 the mixture blew out well, and with an increase of the W/S ratio to 0.65 at other things being equal, partial sedimentation of water and rapid blowing out occurred with the mixture pouring out of the walls of the molds, and the pore structure has an elongated and partially stuck together character, which differs significantly from the optimal structure.

To obtain the optimal structure of gas ash concrete, along with the temperature and the viscosity of the mixture, when the pores in the concrete are spherical and spread evenly, the quality of the selected type of gas-forming agent plays an important role, and it is also necessary to achieve a coordinated interaction between the kinetics of increase in structural viscosity and the kinetics of gas emission.

In this regard, the pores formed by the gas have different sizes, as a result of which the gas-ash concrete may turn out to be heterogeneous.

The smaller the pores and the more equal their spreading in the concrete, the higher the quality of gas ash concrete in terms of uniformity of properties (in terms

of strength and density of concrete) and, no less important, in terms of thermal conductivity, this is achieved by using smaller petals of aluminum powder. To do this, crushed aluminum powder is obtained by vibrating the powder together with ash.

In technological environments, the quality of the supplied aluminum powder in terms of uniformity of granulometry largely depends on the supplier's plant.

In order to define the optimal value of the W/S ratio using fly ash, studies were carried out on gas ash concrete with a density of 600 kg/m^3 . The defined optimal ratio of the silica component to the binder (C) in terms of strength was 1.2. At the optimal temperature of the gas-ash concrete mixture, equal to $40\text{-}45 \text{ }^\circ\text{C}$, the addition of 3.0 kg per m^3 of concrete, semi-aqueous gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$), significantly improved the rheological characteristics of the mixture. The steaming regime was carried out according to the previously defined rational regime of $3+6+3$ hours at a temperature of $90 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

As can be seen from Table 2, with an increase of the W/S ratio, the strength of gas ash concrete increases, and the optimal value of the W/S ratio in terms of strength in our case is taken to be 0.60, while with a W/S ratio equal to 0.65 partial sedimentation of water occurs and rapid swelling and partial pouring of the mixture along the edges of the molds is observed.

The value of the optimal water-solid ratio is influenced by the water-need of the mortar mix, which, at a constant ratio of the silica component to the binder (C), depends on the properties of the primary materials. Thus, the porous components of fly ash have a greater water-need, and when grinding fly ash, the porous structure is disrupted and the water-need of the gas-ash concrete mixture decreases [3].

In the technology of cellular concrete, there are technological methods that make it possible to ensure the necessary rheological properties of the cellular concrete mixture, while increasing the W/S ratio. Thus, it is possible to reduce the viscosity of the mixture using complex vibration, during its blowing out and obtain cellular concrete with a high-quality macroporous structure at reduced water-solid ratios. In order to reduce the water-solid ratio in cellular concrete, many researchers have undertaken a variety of methods, but the use of super-fluidizing agent C-3, as shown in factory tests (at Pavlodar Reinforced concrete structures plant-4), showed that the effect of liquefying the mixture, which is observed in similar conditions during operation with heavy concrete was not achieved. In all likelihood, the features inherent in cellular concrete, and first of all, the blowing out of the mixture, and not its compaction, which we have in heavy concrete, imposes its effect [4].

Studies of the properties of cellular concrete in the laboratory of Research, Design and Technological Institute of Concrete and Reinforced Concrete showed that with an increase of the W/S ratio, the compressive strength doubles, and the dynamic modulus of elasticity (DMU), determined by the resonance method, and the speed of ultrasonic waves almost do not increase. Thus, it turned out to be possible to evaluate the increase in the elasticity of the intercavity material and the increase in strength due to an increase in the quality of the porous structure, revealing the primary role of the structure of the vapor space of cellular concrete [5]. The macroporous structure in cellular concrete is formed mainly by a blowing agent. The number of such pores in cellular concrete makes up the majority and it is the macroporous structure as a whole that determines the density of cellular concrete and has a significant impact on its properties. For the first time, the qualities of a macroporous structure began to be determined using a photoelectronic installation created by A.P. Filin under the supervision of G.A.

Logginov on the basis of a binocular microscope. The photoelectronic setup made it possible to study the surface spread of porosity, as well as the pore size spreading. At the installation, the total porosity was measured by the amplitude of the photocurrent, the value of which was noticeably distorted due to the instability of the photomultiplier or the network voltage. Difficulties in work are also caused by the complexity of preparing samples for testing; along with careful grinding of the sample, it was necessary to paint the surface with white enamel and fill the pores with carbon black [6].

Employees of the Department of Physics of MSCU, together with the Research, Design and Technological Institute of Concrete and Reinforced Concrete due to the existing photoelectronic installation, created a more advanced photoelectronic installation and developed a method for determining the quality of the macroporous structure of cellular concrete [7].

A photoelectronic installation for determining the quality of the macroporous structure of cellular concrete consists of a position table with an electric drive, an illumination system, an optical projector, and a photomultiplier with a cascade voltage divider.

This system makes it possible to compare the quality of the macroporous structure of cellular concrete samples. Quality assessment is made by the standard deviation of surface porosity, which is measured on a flat section of a porous material by circular scanning of the latter.

The standard deviation of surface porosity is determined by the readings of a pointer electric meter (voltmeter) of effective values, which ensures the speed of the information obtained.

Determination of the quality of the macrostructure of gas ash concrete with different W/S ratios is given in Table 2.

Table 2

Influence of the W/S ratio on the strength of autoclaved gas ash concrete

Composition	W/TS	Flow according to the Suttard	Mixture temperature	Density	Compressive strength	Deviation of porosity value
		SM	°C	kg/m ³	MPa	Eph
1	0.5	15.0	40	606	1.72	0.175
2	0.55	16.0	40	610	2.12	0.163
3	0.6	16.5	40	613	2.63	0.133

Research results. The results of studies to determine the influence of the porous structure of cellular concrete on its properties clearly showed how, with an increase in the W/S ratio from 0.50 to 0.60, the porosity deviation index – Eph (the standard deviation of the porosity surfaces of cellular concrete and is determined by the readings of a pointer electric meter) decreases device – a voltmeter of effective values) from a value of 0.175 to 0.133, respectively, and the smaller the deviation of the porosity value – Eph, the better the characteristics of the macropores of cellular concrete (the pores are round and give little light scattering and are evenly distributed over the body of the concrete) and, thus, correspondingly higher strength of gas ash concrete. Many foreign researchers indicate the significant influence of the nature of the pore structure on the properties and operational durability of products made from cellular concrete.

Thus, it has been established that in order to obtain strong and resistant gas ash concrete of any density, it is necessary to ensure, first of all, the coordinated

interaction of the processes of gas formation and blowing up with the process of gaining plastic strength and, accordingly, obtaining a high-quality macroporous structure.

When working with new components of gas ash concrete, such as fly ash from state district power plants, the composition of the mixture is usually established experimentally based on test results, but taking into account numerous studies of various ashes and data on optimal compositions and modes.

Studying the nature of the dependence of the strength of gas ash concrete on the composition is of great practical importance, since it allows one to find maximum strength with the lowest consumption of binder.

Studying various compositions with ash, recommended by researchers, simple and available in production conditions, additives, in the process of our experimental work, we found that using a mixed binder (cement-lime) in a ratio of 4:1 with the addition of up to three kg per m³ to the mixture, semi-aqueous gypsum CaSO₄·0.5H₂O, water-solid ratio 0.60, at a temperature of the gas-ash concrete mixture equal to 40-45 °C, allows us to achieve a coordinated interaction of the processes of gas formation and blowing up with the process of gaining plastic strength, to obtain high-quality autoclaved gas-ash concrete with an optimal porous structure. The ratio of the silica component to the binder is 1.2. At the same time, it is possible to obtain autoclaved gas ash concrete B4 without consuming more than 200 kg/m³ of Portland cement per m³ of gas ash concrete with a density of 600 kg/m³.

Discussion of scientific results. Research in order to determine the influence of the type of siliceous component on the properties of cellular concrete has shown that in non-autoclaved production of gas-ash concrete (steaming according to the mode of 3+6+3 hours at a temperature of 90±5 °C), gradual replacement of sand with a specific surface area of 2500 sm²/g, on fly ash with a specific surface area equal to 2800-3000 sm²/g, leads to a significant increase in strength from 0.83 MPa to 2.34 MPa, that is, when completely replacing sand with fly ash, we get maximum strength results, that is, non-autoclaved grade B2 gas-ash concrete based on acidic fly ash obtained from burning coal from the Ekibastuz coal basin.

Research with autoclaved gas ash concrete, steamed in a mode of 2+8+2 hours at a pressure in the autoclave of 0.8 MPa and a temperature of 174.5⁰C, which, other things being equal, autoclave treatment gives high strength indicators and a grade of gas ash concrete equal to B2.5-B4.2 at a density of gas ash concrete equal to 600 kg/m³.

Moreover, the data indisputably shows that in the case of using autoclave treatment, maximum strength is achieved when a mixture consisting of fly ash and lime is used, and, with a ratio of 1:1, this very extraordinary phenomenon can be explained by examining the obtained new formations. Thus, studying the type of the strength dependence on the composition of gas ash concrete, researchers note that at maximum strength, the phase composition of new formations is characterized by the disappearance of C₂SH(A) and the formation, in addition to CSH(B), of lamellar crystals such as tobermorite C₄S₅H₅ and xonotlite. The decrease in strength from increasing the addition of fly ash beyond the optimal composition occurs, in their opinion, mainly due to the dilution of the cementitious binder with unreacted ash particles.

In the case of non-autoclave technology, we had maximum strength with the complete replacement of sand with ash, which indicates the high activity of the

most acidic fly ash, while the main cementing factor remains compounds formed by hardening cement products.

Conclusion Thus, we confirm the fact that ashes have increased hydraulic activity during their complex lime-gypsum activation [8].

Based on this, it seems to us that it is primarily necessary to take advantage of such properties of acidic fly ash as ours obtained from the combustion of coal from the Ekibastuz coal basin in the production of autoclaved gas ash concrete.

The strength of autoclaved cellular concrete on sand had a maximum of 3.42 MPa, and on fly ash – 3.9 MPa, while with a sand:fly ash ratio equals to 1:1, the strength was 4.15 MPa.

References

1. Zimanova G.A., Solonina V.A., Bayanov D.S., Ilyasova S.V. Effektivnost' toplivnykh zol uglya Ekibastuzskogo bassejna v cementnykh sistemakh [Efficiency of coal fuel ash from the Ekibastuz basin in cement systems]. M.: Innovations and investments, 2019. – 327-330 p., [in Russian].
2. Abdrakhimov V.Z. Stroitel'ny'e keramicheskie materialy na osnove otkhodov czvetnoj metallurgii, energetiki i netradiczionnogo prirodnoho syr'ya [Construction ceramic materials based on waste from non-ferrous metallurgy, energy and non-traditional natural raw materials]: Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences. Ust-Kamenogorsk, 2002. – 61 p., [in Russian].
3. Esmaily H., Nuranian H. Non-autoclaved high strength cellular concrete from alkali activated slag // Construction and Building Materials, 2012. Vol. 26. No. 1. P. 200-206.
4. Akhmetov D.A., Akhmetov A.R. Povysheniye stoikosti plotnosti i prochnosti yacheistobetonnykh izdeliy [Increasing the durability density and strength of cellular concrete products] // NPZH «Arkhitektura, stroitel'stvo, dizayn» [Scientific and practical journal "Architecture, construction, design"], 2006. No. 1, [in Russian].
5. Akhmetov A.R., Akhmetov D.A. Izdeliye iz yacheistogo betona - effektivnyye materialy dlya seymstoykogo stroitel'stva [Cellular concrete products are effective materials for earthquake-resistant construction] // Vestnik Nats. Inzhener akademii RK [Bulletin of the National Engineer of the Academy of the Republic of Kazakhstan], 2000. No. 1 (5), [in Russian].
6. Mominova, S.M., Kopzhasarov, B.T., Sadykov, ZH.A. Tekhnologiya gazosilikatnogo betona s ispol'zovaniyem promootkhodov i nekonditsionnogo syr'ya [Technology of gas silicate concrete using industrial waste and substandard raw materials] // Vestnik Kazakhskoy golovnoy arkhitekturno-stroitel'noy akademii [Bulletin of the Kazakh Head Academy of Architecture and Construction], 2019. No. 4 (74). P. 214-220, [in Russian].
7. Akhmetov A.R., Bisenov K.A., Kumatbayev K.K. Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy proizvodstva yacheistogo betona v Kazakhstane [The current state and prospects of cellular concrete production in Kazakhstan]. – Almaty: Science, 1998. [in Russian].
8. Ismailov A., Baybolov K., Ristavletov R., Kopzhasarov B., Kambarov M., Ussipbayev U., Mominova S. Effect of cost-effective alkaline additives on the hydration of slag-cement mixtures // Journal of Advanced Concrete Technology, 2018. Vol. 16. No. 9. P. 429-440.

The article was prepared under the project AP19175553 "Development of energy-saving technology for producing autoclaved cellular concrete using fly ash from thermal power plants and natural wollastonite" as part of the implementation of research work on a state order (contract date May 17, 2023, 149-ZH-4).

Material received on 16.04.24.

С.М. Моминова¹, Б.Т. Копжасаров¹

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

СУДЫҢ ҚАТТЫ ЗАТҚА ҚАТЫНАСЫНЫҢ ЖЭС ҰШҚЫН КҮЛІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП ӨНДІРЕЛТІН АВТОКЛАВТЫ ҰЯЛЫ БЕТОН ҚАСИЕТІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Мақалада ұялы бетон өндірісінде пайдаланылған Екібастұз көмір бассейнінің ұшқын күлін зерттеу нәтижелері қарастырылады. Зерттеулер көрсеткендей, күлдің құрамы химиялық элементтердің әртүрлілігінің арқасында өте күрделі және оны құмның орнына кремний топырақты компоненті ретінде қолдану судың қатты затқа қатынасына жағымды әсер етеді. Ұялы бетонның кеуек құрылымын зерттеу судың қатты затқа қатынасының жоғарылауы кеуекті құрылымның сипатының күрт өзгеруіне әкелетінін көрсетті, яғни судың қатты затқа қатынасы неғұрлым жоғары болса, оның кеуекті құрылымының сапасы соғұрлым жоғары болады. Дегенмен, судың қатты затқа қатынасының шамадан тыс жоғарылауы ерітіндінің қатпарлануына алып келеді. Ұшқын күлді қолдана отырып, судың қатты затқа қатынасының оңтайлы мәнін анықтау мақсатында зерттеулер жүргізілді. Ұялы бетонның кеуекті құрылымының оның қасиеттеріне әсерін анықтау бойынша зерттеу нәтижелері судың қатты затқа қатынасының өсуімен кеуектіліктің ауытқу көрсеткіші қалай төмендейтінін анық көрсетті, ал кеуектіліктің ауытқуы неғұрлым аз болса, ұялы бетонның үлкен кеуектерінің сипаттамасы соғұрлым жақсы болады, сәйкесінше газ күлбетонның беріктігі жоғары болады.

Тірек сөздер: ұялы бетон, ұшқын-күл, кремнийтопырақты компонент, судың қатты затқа қатынасы, газкүлбетон, автоклавта қатаю, кеуектердің құрылымы.

С.М. Моминова¹, Б.Т. Копжасаров¹

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ В/Т ОТНОШЕНИЯ НА СВОЙСТВА АВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛЫ-УНОСА ТЭС

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследования золы-уноса Экибастузского угольного бассейна при производстве ячеистого бетона. Исследования показали, что состав золы-уноса очень сложный по разнообразию химических элементов и применение его в качестве кремнеземистого компонента вместо песка благоприятно влияет на величину В/Т отношения. Изучение структуры пор ячеистого бетона показало, что увеличение В/Т отношения приводит к резкому изменению характера пористой структуры, то есть чем выше В/Т, тем выше качество его пористой структуры. Тем не менее, чрезмерное повышение В/Т, вызывает расслоение раствора. С целью установления оптимального значения В/Т-отношения с применением золы-уноса, были проведены исследования. Результаты исследования по определению влияния пористой структуры ячеистого бетона на его свойства наглядно показали, как с ростом В/Т отношения уменьшается показатель отклонения пористости, а чем меньше отклонение пористости, тем лучше характеристика макропор ячеистого бетона, соответственно выше прочность газозолобетона.

Ключевые слова: ячеистый бетон, зола-унос, кремнеземистый компонент, В/Т отношение, газозолобетон, автоклавное твердение, структура пор

МРНТИ 67.11.29

Н.А. Шаншабаев¹ – основной автор, | ©
И.И. Бекбасаров², Е.И. Атепов³



¹Докторант, ²Д-р техн. наук, профессор, ³PhD

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-3250-7853> ²<https://orcid.org/0000-0003-4930-0488>

³<https://orcid.org/0000-0002-2907-6610>



^{1,2,3}Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати



г. Тараз, Казахстан



¹bekbasarov.isabai@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/ZJNH4326>

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ФИБРОБЕТОНОВ НА СТАТИЧЕСКУЮ СЖИМАЮЩУЮ НАГРУЗКУ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗАБИВНЫХ СВАЙ

Аннотация. Изложены результаты статических испытаний образцов фибробетона и образцов из неармированного бетона в лабораторных условиях. Испытанию сжимающей нагрузкой подвергались образцы, армированные стальными и нестальными фибрами.

Установлено, что вид фибр оказывает позитивное влияние на статическую сопротивляемость фибробетона. Наибольшая статическая сопротивляемость сжатию характерна для фибробетона, армированного стальными фибрами марки DRAMIX 3D. Незначительно уступает ему фибробетон, армированный базальтовыми фибрами.

Выявлено, что статическая сопротивляемость фибробетона, армированного стальными фибрами марки DRAMIX 3D, повышается с увеличением объемного содержания фибр и класса бетона по прочности на сжатие. Наибольший эффект при этом достигается при проценте армирования $\mu = 2\%$, и для бетона класса В25 по прочности на сжатие. Показано, что фибробетоны, армированные стружковыми и канатно-тросовыми стальными фибрами, по статической сопротивляемости уступают фибробетону со стальными фибрами марки DRAMIX 3D.

Установлено что, увеличение длины канатно-тросовых стальных фибр в 2-3 раза вызывает незначительное повышение прочности фибробетона. Получены корреляционные зависимости для прогнозирования прочностных параметров фибробетонов при их сравнительной оценке.

Ключевые слова: модель, призматическая свая, пирамидальная свая, пирамидально-призматическая свая, нагрузка.



Шаншабаев, Н.А. Исследование прочностных свойств различных видов фибробетонов на статическую сжимающую нагрузку для производства забивных свай [Текст] / Н.А. Шаншабаев, И.И. Бекбасаров, Е.И. Атепов // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №2(84). – С.175-189. <https://doi.org/10.55956/ZJNH4326>

Введение. Одним из прогрессивных видов бетонов, активно изучаемых специалистами и опытно внедряемых в строительную отрасль ряда стран,

несомненно, является фибробетон [1,2]. Научная и практическая привлекательность этого бетона обусловлена его повышенными физическими и механическими свойствами. Так прочность фибробетона на сжатие на 20-50% выше, чем у обычного бетона, модуль упругости – на 30-40%, а водопроницаемость – на 50% больше. К тому же для фибробетона характерна высокая трещиностойкость и значительная сопротивляемость ударным нагрузкам [4-6].

В качестве фибр в составе фибробетона используются стальные элементы (отрезки проволоки или троса, нарезки из стального листа, элементы в виде стальных иголок, нитей и др.) [1,3-7], стеклянные волокна [2,4,8,9], базальтовые волокна [9-13], углеродные нити [9,13], полимерные элементы (полипропиленовые волокна, капроновые и целлюлозные нити) [9,13,14] и др.

Многообразие вида, форм, размеров и свойств фибр и других составляющих компонентов фибробетона определяют актуальность проведения научных исследований для оценки возможности его применения для выпуска различных строительных конструкций и элементов. В настоящее время известен ряд работ, результаты которых подтверждают перспективность применения различных модификаций фибробетона для изготовления следующих строительных конструкций и элементов: оконных и дверных перемычек жилых и гражданских зданий [6]; полов промышленных помещений [14]; балок прямоугольного поперечного сечения [7]; облицовочных слоев железобетонных плотин [11]; покрытий автомобильных дорог [4]; арочных конструкций мостов [9].

Имеют место также исследования, посвященные изучению вопросов применения фибробетона для ремонта бетонных и железобетонных конструкций гидромелиоративных сооружений [13], а также для выпуска забивных железобетонных свай [14-21].

Касаясь исследований свойств фибробетона применительно к сваям, следует отметить, что они относятся к призматическим и пирамидальным сваям, сваям с круглым сплошным поперечным сечением и полым круглым сваям. Ниже представлен краткий анализ результатов этих исследований.

Опыт экспериментального изготовления свай из сталефибробетона и их использования при возведении строительных объектов рассматривается в работах [14,16]. Специалистами применялись призматические и пирамидальные сваи, которые целиком были изготовлены из сталефибробетона, а также сваи, изготовленные только со сталефибробетонной головой и острием. Для приготовления фибробетона свай использовались отрезки стальной проволоки диаметром 1,5-2,0 мм и отрезки из отработанных канатов. Длина призматических свай составляла 8-14 м, а размеры их поперечных сечений – 35×35 см. Пирамидальные сваи изготавливались длиной 6 м с размерами сечения сверху 40×40 см и внизу 20×20 см. В проведенных испытаниях имело место бездефектное погружение свай до проектных отметок. Кроме того наблюдалось сокращение продолжительности забивки свай до 50%, что обеспечивало высокую производительность сваебойных работ. Внедрение свай из сталефибробетона позволило сократить расходы материальных средств до 30%.

Результаты испытаний фибробетона, проведенных с целью оценки возможности изготовления из него свай для сейсмоопасных регионов изложены в работе [17]. Образцы из фибробетона и обычного железобетона подвергались воздействию постоянной осевой нагрузки и нагрузок,

вызывающих их переменный циклический и знакопеременный изгиб. В качестве фибр использовались двухконусные и двухзавитые стальные волокна. При этом расход фибр для изготовления образцов составил 40-50 кг/м³. Установлено, что стальные волокна при принятых нагрузках могут заменить традиционное армирование в сваях. При изгибных нагрузках на сваи без приложения к ним осевой нагрузки выявлена необходимость дополнительного устройства в их головной части простого каркаса из арматурных стержней.

О лучшей сопротивляемости свай из сталефибробетона при действии горизонтальной и вертикальной осевой нагрузок указывается в работе [18]. Исследования выполнялись с использованием моделей свай в песках средней плотности. Процент объемного армирования бетона моделей фибрами составил 1,0%. На основе результатов исследований определено, что применение стальных фибр для армирования бетона свай, позволит исключить установку в них поперечной арматуры.

Из работы [19] следует, что использование стальных фибр для изготовления свай круглого сплошного сечения приводит к повышению их трещиностойкости при действии вертикальной нагрузки. Сравнительным испытаниям подвергались модели свай из сталефибробетона и обычного бетона без армирования, оснащенные тензометрическими датчиками для измерения деформации сжатия их ствола. Выявлено, что деформации свай существенно снижаются при армировании их бетона стальными фибрами. Однако этот эффект оказался более значителен для моделей свай с диаметром 4,5 и 7 см, чем для моделей диаметром 8 см.

Таким образом, изложенные результаты исследований свидетельствуют о том, что применительно к забивным сваям специалистами, в основном, подробно изучались свойства фибробетона, в котором, использовались стальные фибры разной формы, размеров и содержания. Что же касается исследований фибробетона из синтетических фибр [22], то можно отметить их некоторую ограниченность, которая не позволяет детально и однозначно сравнивать разные виды синтетических фибр по статической и ударной прочности фибробетона на разных стадиях его деформирования. Востребованность такой сравнительной оценки состоит в том, что это позволило бы дифференцированно назначать вид фибробетона по уровню напряженно-деформированного состояния свай при забивке. Последнее в свою очередь, обеспечило бы подбирать оптимальные ударостойкие составы фибробетона для изготовления таких забивных свай, как сваи с уширениями ствола и пирамидально-призматических свай, которые обладают повышенной несущей способностью [23-26].

Учитывая представленные доводы, авторами выполнены экспериментальные исследования, посвященные изучению статической сопротивляемости фибробетонных образцов, изготовленных с использованием стальных, полипропиленовой, стекловолоконной и базальтовой фибр. При этом внимание уделялось установлению их сравнительной эффективности и выявлению закономерностей изменения показателей их сопротивляемости статической нагрузке. Принятый перечень разновидностей фибр обусловлен их доступностью в Казахстане в текущий период.

Условия и методы исследования. Исследования проведены в геотехнической лаборатории Таразского регионального университета имени М.Х. Дулати с применением образцов с размерами 10×10×10 см,

соответствующих требованиям ГОСТ 10180-2012 [27] и изготовленных из фибробетона и обычного неармированного бетона.

Для изготовления опытных образцов в качестве заполнителей их бетона использовались мелкий гранитный песок, соответствующий требованиям ГОСТ 8736-2014 [28] и гранитный щебень фракций 5-20 мм, соответствующий требованиям ГОСТ 8267-93 [29]. Заполнители бетона характеризовались следующими показателями:

1) песок: модулем крупности – 2,2; насыпной плотностью – 1480 кг/м³; водопотребностью – 6%; наличием пылевидных и глинистых частиц – 0,3%.

2) щебень: насыпной плотностью – 1480 кг/м³; водопоглощением – 0,17%; содержанием зерен пластинчатой и игольчатой форм – 12%.

В качестве вяжущего бетона применялся портландцемент марки М400, соответствующий требованиям ГОСТ 30515-2013 [30-32], и производимый фирмой «JambylCement» (ТОО «Жамбылская Цементная Производственная Компания») со следующими характеристиками: прочностью на сжатие в возрасте 2 суток – 24,3 МПа; прочностью на растяжение при изгибе в возрасте 2 суток – 4,6 МПа; удельной поверхностью по Блейну – 34 м²/кг; сроком начального схватывания – 215 мин; нормальной густотой цементного теста – 25,2%.

В роли армирующих элементов бетона образцов приняты (рис. 1):

1) стальная анкерная фибра марки DRAMIX 3D с изогнутыми краями заводского исполнения (рис. 1 (а));

2) стальная фибра, нарезанная из проволок канатного троса диаметром 1,05 мм и длиной 2, 4 и 6 см (рис. 1 (б));

3) стальная стружковая фибра, полученная из отходов токарного производства с размерами: диаметром стружка 5 мм; длиной 6 см; толщиной стружки 1,1 мм; шириной стружковой полосы 2,5 мм (рис. 1 (в));

4) полипропиленовая фибра марки FIBERQAZAQSTAN, (рис. 1 (г));

5) стекловолоконная фибра (рис. 1 (д));

6) базальтовая фибра (рис. 1 (е)).

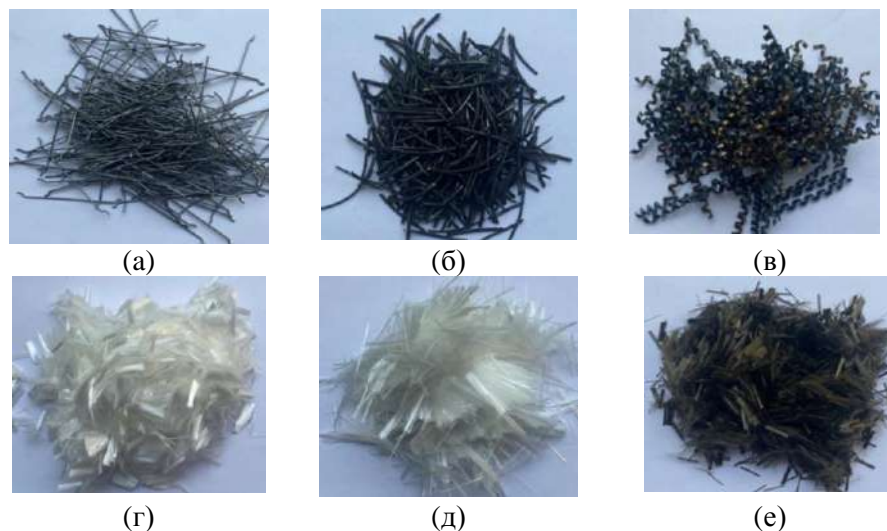


Рис. 1. Виды фибр: (а) стальная анкерная фибра марки DRAMIX 3D; (б) стальная фибра из канатного троса; (в) стальная стружковая фибра; (г) полипропиленовая фибра марки FIBERQAZAQSTAN; (д) стекловолоконная фибра; (е) базальтовая фибра

Основные физические и механические показатели фибр представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные физические и механические показатели свойств фибр

Показатель	Базальтовая фибра	Полипропиленовая фибра марки FIBERQAZA QSTAN	Стекловолоконная фибра	Стальная фибра марки DRAMIX 3D
Прочность на растяжение, МПа	3500	600	3500	1500
Диаметр волокна	17 мкм	25 мкм	15 мкм	1,05 мм
Длина волокна, мкм	10	10	30	60
Модуль упругости, ГПа	не менее 75	35	75	190
Коэффициент удлинения, %	3,2	150	4,5	4
Температура плавления, °С	1450	160	860	1550
Стойкость к щелочам	высокая	высокая	низкая	низкая
Плотность, г/см ³	2,6	0,91	2,6	7,8
Производитель	ООО «Русский базальт», г. Челябинск, РФ	ТОО «Ехроchem», г. Алматы, РК	ТОО «Класс стекло», г. Талдыкорган, РК	Bekaert, г. Челябинск, РФ

Испытания опытных образцов выполнялись в два этапа, каждый из которых состоял из 5 серий опытов с 3-х кратной повторяемостью. Для каждой серии испытаний изготавливалась отдельная партия образцов. Общее количество испытанных образцов составило 102 шт.

Первая партия состояла из образцов, изготовленных с использованием разных видов фибр (стальных фибр марки DRAMIX 3D, полипропиленовых, стекловолоконных и базальтовых фибр). При этом класс бетона (B15) и процент армирования ($\mu = 1\%$) для всех образцов принимались одинаковыми.

Вторая партия включала в себя образцы, изготовленные с применением стальных анкерных фибр марки DRAMIX 3D с их разным объемным содержанием ($\mu = 0,5\%, 1\%, 2\%$), но при одинаковом классе бетона (B15).

Третья партия также состояла из образцов со стальными анкерными фибрами марки DRAMIX 3D, но изготовленных из бетона разного класса (B12,5, B20, B25) при постоянном проценте армирования ($\mu = 1\%$).

Четвертая партия включала в себя образцы, изготовленные с использованием проволок длиной 2, 4 и 6 см, полученных из канатного троса. При этом класс бетона (B15) и процент армирования ($\mu = 1\%$) для всех образцов принимались одинаковыми.

Пятая партия образцов состояла из образцов, изготовленных с применением разных видов стальных фибр (фибр марки DRAMIX 3D, проволок канатного троса и стружковых фибр). При этом длина фибр (6 см), класс бетона (B15) и процент армирования ($\mu = 1\%$) для всех образцов принимались одинаковыми.

Фрагменты компонентов бетона, фибробетонной смеси, образцы в формах и готовые образцы представлены на рисунке 2. Расход фибр на 1 м³ бетона при проценте армирования μ равном 0,5, 1,0 и 2,0 представлен в таблице 2. Расход компонентов бетона представлен в таблице 3.

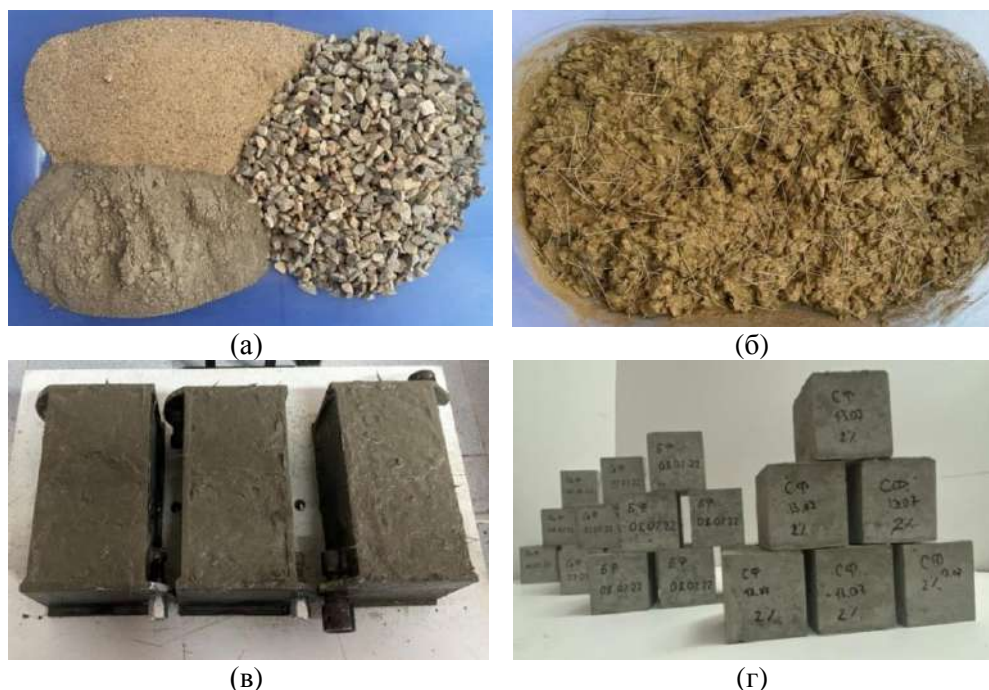


Рис. 2. Составляющие компоненты бетона (а), фибробетонная смесь (б), образцы в формах (в) и готовые образцы (г)

Таблица 2

Расход фибр на 1 м³ бетона

Вид фибр	Количество, кг,		
	при проценте армирования μ		
	0,5	1,0	2,0
Стальная анкерная фибра марки DRAMIX3D	3,9	7,8	15,6
Полипропиленовая фибра марки FIBER QAZAQSTAN	4,5	9,0	18,0
Стекловолоконная фибра	1,30	2,60	5,20
Базальтовая фибра	1,30	2,60	5,20
Стальная фибра из нарезной проволоки канатного троса, длиной 2 см	3,9	7,8	15,6
Стальная фибра из нарезной проволоки канатного троса, длиной 4 см	3,9	7,8	15,6
Стальная фибра из нарезной проволоки канатного троса, длиной 6 см	3,9	7,8	15,6г
Стальная фибра стружковая, длиной 6 см	3,9	7,8	15,6

Таблица 3

Расход компонентов бетона на 1 м³

Компоненты	Базовый состав				Номинальный состав			
	B12,5	B15	B20	B27,5	B12,5	B15	B20	B27,5
Цемент М400, кг	285	330	365	450	285	330	365	450
Песок, кг	970	945	938	880	970	945	938	880
Щебень, кг	975	950	960	850	975	950	960	850
Вода, л	170	170	174	190	170	170	174	190

Фибробетонные и бетонные образцы по истечении 28 суток сушки в естественных воздушно-сухих условиях подвергались испытанию с применением лабораторного оборудования.

Для проведения статических испытаний образцов на действие вертикальной сжимающей нагрузки использовался модернизированный гидравлический пресс П-125 российского производства (рис. 3).

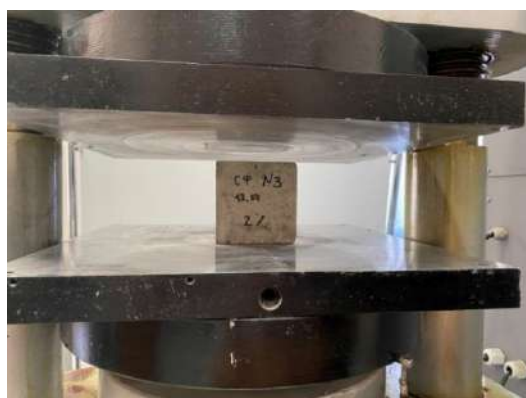


Рис 3. Фрагменты испытаний образцов фибробетона на действие статической нагрузки

Статические испытания образцов проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 10180-2012 [23]. Для сравнительной количественной оценки результатов исследований приняты следующие показатели:

– для 1-5 серии испытаний: коэффициент относительной эффективности фибробетона по прочности, определяемый в виде $K_R = R_f/R_b$ (где: R_f - прочность образца фибробетона, МПа; R_b - прочность бетонного образца (без фибр), МПа);

– для 1 серии испытаний: коэффициент относительной эффективности несталефибробетона по прочности, определяемый в виде $K_{iR} = R_{nf}/R_{sf}$ (где: R_{nf} - прочность образца из несталефибробетона, МПа; R_{sf} - прочность образца из сталефибробетона, МПа);

Результаты исследования и обсуждение научных результатов. Результаты испытаний образцов на действие статической нагрузки представлены в таблицах 4-9. В таблицах приведены осредненные значения прочности образцов.

Таблица 4

Результаты 1 серии статических испытаний

Вид бетона образцов	Прочность образца R_f , МПа	Значения	
		коэффициента K_R	коэффициента K_{iR}
Фибробетон со стальными фибрами (СФБ)	29,43	1,20	1,0
Фибробетон с базальтовыми фибрами (БФБ)	28,17	1,15	0,96
Фибробетон со стекловолоконными фибрами (СвФБ)	26,21	1,07	0,89
Фибробетон с полипропиленовыми фибрами (ПпФБ)	24,99	1,02	0,85

Из таблицы 4 видно, что все виды фибробетона относительно неармированного бетона являются эффективными ($K_R > 1,0$). Причем наиболее эффективным является фибробетон со стальными фибрами ($K_R = 1,2$). Из бетонов с нестальными фибрами наибольшая эффективность характерна для бетона с базальтовыми фибрами ($K_R = 1,15$), а минимальная – для бетона с полипропиленовыми фибрами ($K_R = 1,02$).

Относительно сталефибробетона все виды нестального фибробетона по прочности на сжатие не эффективны ($K_{iR} < 1,0$). При этом самый низкий показатель свойствен бетону с полипропиленовыми фибрами ($K_{iR} = 0,85$). Коэффициенты K_R и K_{iR} могут быть использованы для ориентировочной оценки прочности несталефибробетона соответственно при известной прочности соответственно неармированного бетона и сталефибробетона.

Увеличение объемного содержания стальных фибр в бетоне оказывает положительное влияние на прочность бетона сжатию (табл. 5) ($K_R > 1,0$). Наибольший эффект достигается при проценте армирования бетона $\mu = 2\%$ ($K_R = 1,46$). Так увеличение процента армирования μ в 2 и 4 раза приводит к повышению прочности сталефибробетона R_{sf} соответственно на 11,3 и 37,5%. Динамика изменения прочности сталефибробетона R_{sf} с увеличением процента армирования μ несколько отличается от результатов исследований, представленных в работе [22]. В указанной работе рост прочности сталефибробетона R_{sf} наблюдается в диапазоне изменения процента армирования μ от 0,5 до 1,5%, а, в наших исследованиях – в диапазоне изменения процента армирования от 0,5 до 2,0%, что косвенно подтверждает результаты исследований, приведенные в работе [15].

Таблица 5

Результаты 2 серии статических испытаний

Процент армирования образца стальной фиброй, μ	Прочность образца R_{sf} , МПа	Значения коэффициента K_R
0,5	25,97	1,06
1,0	28,91	1,18
2,0	35,70	1,46

Зависимость $K_R = f(\mu)$ описывается прямолинейной функцией (рис. 4), которая позволяет получить следующую формулу для прогнозирования

прочности сталефибробетона в зависимости от прочности бетона и процента его армирования стальными фибрами:

$$R_{sf} = R_b(a\mu + b), \quad (1)$$

где: а, в- коэффициенты соответственно равные 0,277 и 0,89.

Величина достоверности аппроксимации данных по формуле (1) составляет $R^2 = 0,998$. При получении корреляционной зависимости $K_R = f(\mu)$ учтены результаты испытаний сталефибробетона, представленные в первой строке таблицы 4.

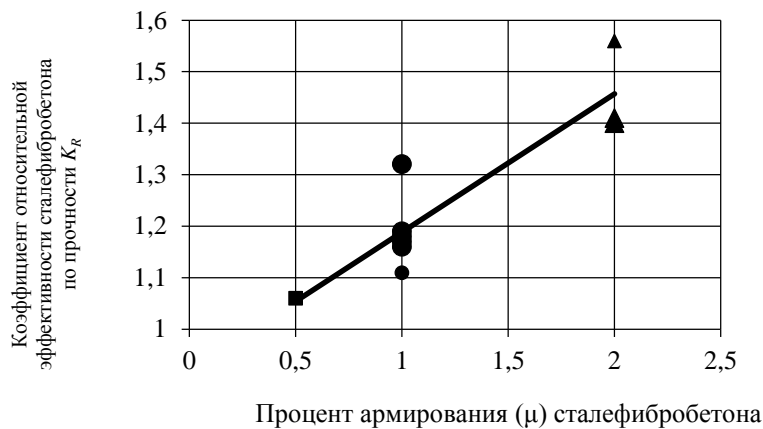


Рис. 4. Зависимость коэффициента K_R от процента армирования μ

Увеличение класса бетона сопровождается повышением прочности сталефибробетона (табл. 6). Значения коэффициента K_R превышают 1,0, и их динамика изменения свидетельствует об эффективности использования стальных фибр для армирования бетонов более высоких классов. Увеличение класса бетона от В12,5 до В15, В20 и В25 ведет к увеличению прочности сталефибробетона соответственно на 31,3, 42,4 и 80,5% (табл. 4-6), тогда так прочность неармированного бетона по мере повышения его класса возрастает соответственно на 27,9, 31,07 и 61,88% (табл. 7). Разница между этими данными для класса бетона В15, В20 и В25 оказалась равной соответственно 3,36, 11,33 и 18,62%. Причиной этому, вероятно, служит повышение сцепляемости стальных фибр с бетонной смесью по мере увеличения расхода цементного вяжущего бетона, которое имеет место при повышении класса бетона.

Таблица 6

Результаты 3 серии статических испытаний

Класс бетона сталефибробетона (на сжатие)	Прочность образца R_{sf} , МПа	Значения коэффициент K_R
В12,5	22,21	1,16
В20	31,62	1,26
В25	39,99	1,29

Таблица 7

Результаты испытаний образцов из неармированного бетона

Класс бетона на сжатие	Прочность образца R_b , МПа	Превышение прочности бетона классов В15-В25 над прочностью бетона класса В12,5
В12,5	19,15	1,0
В15	24,50	1,28
В20	25,10	1,31
В25	31,00	1,62

Зависимость коэффициента K_R от класса бетона сталефибробетона описывается логарифмической функцией (рис. 5), которая позволяет получить следующую формулу для прогнозирования прочности сталефибробетона в зависимости от класса его бетона:

$$R_{sf} = R_b(\ln(B) + m), \quad (2)$$

где: s, m - коэффициенты соответственно равные 0,19 и 0,683; B – класс бетона по прочности на сжатие (в цифрах).

Величина достоверности аппроксимации данных по формуле (2) составляет $R^2 = 0,990$.



Рис. 5. Зависимость коэффициента K_R от класса бетона по прочности на сжатие

Результаты испытаний, представленные в таблице 8, показывают, что длина стальных фибр из канатного троса оказывает незначительное влияние на прочность сталефибробетона. Значения коэффициента K_R ненамного превышают 1,0. Увеличение длины тросовых фибр l в 2 и 3 раза приводит к повышению прочности канатно-тросового сталефибробетона R_{tsf} соответственно на 1,9 и 4,9%.

Таблица 8

Результаты 4 серии статических испытаний

Длина канатно-тросовой фибры l , мм /отношение длины фибры к диаметру l/d	Прочность образца R_{tsf} , МПа	Значения коэффициента K_R
20/19,05	25,23	1,03
40/38,09	25,72	1,05
60/57,14	26,46	1,08

Зависимость $K_R = f(l)$ описывается прямолинейной функцией (рис. 6), которая позволяет получить следующую формулу для прогнозирования прочности канатно-тросового сталефибробетона в зависимости от длины фибр:

$$R_{tsf} = R_b(pl + t), \quad (3)$$

где: p, t – коэффициенты соответственно равные $0,012 \text{ см}^{-1}$ и $1,003$.

Величина достоверности аппроксимации данных по формуле (3) составляет $R^2 = 0,986$.

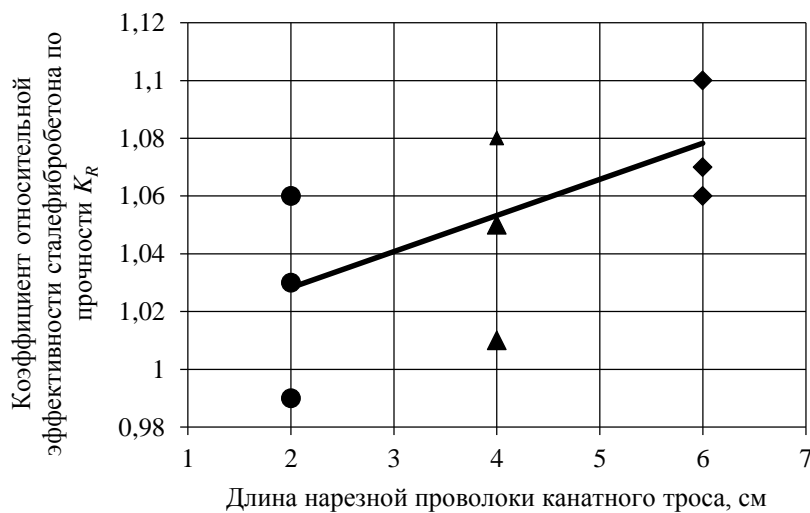


Рис. 6. Зависимость коэффициента K_R от длины канатно-тросовых фибр

На статическую сопротивляемость сталефибробетона положительное влияние оказывает также вид стальной фибры. Из таблицы 9 видно, что наибольший эффект по прочности на сжатие обеспечивается при использовании для армирования бетона стальных фибр марки DRAMIX 3D, а наименьший – при армировании канатно-тросовыми фибрами. Прочность фибробетона из фибр марки DRAMIX 3D R_{sf} превышает прочность фибробетона из стальных стружковых фибр R_{csf} на 0,8%, а прочность фибробетона из канатно-тросовых фибр R_{tsf} – на 11,2%.

Таблица 9

Результаты 5 серии статических испытаний

Вид стальной фибры	Прочность образца, МПА	Значения коэффициент K_R
Фибры марки DRAMIX 3D	$R_{sf} = 29,43$	1,20
Стружковые фибры	$R_{csf} = 27,20$	1,11
Канатно-тросовые фибры	$R_{tsf} = 26,46$	1,08

Заключение. Представленные результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1) Вид фибр оказывает положительное влияние на статическую сопротивляемость фибробетона сжатию. При этом наибольшая сопротивляемость характерна для фибробетона, армированного стальными фибрами марки DRAMIX 3D. Незначительно уступает ему фибробетон, армированный базальтовыми фибрами;

2) Статическая сопротивляемость фибробетона, армированного стальными фибрами марки DRAMIX 3D, повышается с увеличением объемного содержания фибр и класса бетона по прочности на сжатие. Наибольший эффект при этом достигается при проценте армирования $\mu = 2\%$, и для бетона класса B25 по прочности на сжатие;

3) Фибробетоны, армированные стружковыми и канатно-тросовыми стальными фибрами, по статической сопротивляемости уступают фибробетону со стальными фибрами марки DRAMIX 3D. Увеличение длины канатно-тросовых стальных фибр в 2-3 раза вызывает незначительное повышение прочности фибробетона;

4) Достаточная достоверность представленных корреляционных зависимостей, свидетельствует о возможности их использования для приближенного прогнозирования прочностных параметров фибробетонов при их сравнительной оценке.

В заключении можно отметить, что статическая прочность на сжатие фибробетонов, армированных стальными фибрами всегда выше, чем прочность неармированного бетона, что свидетельствует о целесообразности их использования для изготовления забивных свай.

Список литературы

1. Klyuyev S.V. Fiber-reinforced concrete and products on its basis. [?] 2015, 70-73.
2. Klyuev S.V., Klyuev A.V., Vatin N.I. Fiber concrete for the construction industry // Magazine of Civil Engineering, 2018. Vol. 84, No. 8. P. 41-47. <https://doi.org/10.18720/MCE.84.4>.
3. Pukharens Y.V., Panteleev D.A., Zhavoronkov M.I. Influence of fiber type and matrix composition on adhesive strength in fiber reinforced concrete // The Russian Automobile and Highway Industry Journal, 2022. Vol. 19. P. 436-445. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-3-436-445>.
4. Levkovich T.I., Mevlidinov Z.A., Fedin N.A. Application of fibro concrete mixture at construction of bases and coatings automobile roads // Russian journal of transport engineering, 2019. Vol. 3, No. 6. <https://doi.org/10.15862/01SATS319>.
5. Nazhuyev M.P., Khalyushev A.K., Tkach P.S., Efimov I.I., Sanin I.S., Kurbanov N.S., Orlov M.G. Efficiency of using various types of fiber and coarse aggregate in vibrocentrifuged concrete // The Eurasian Scientific Journal, 2020. Vol. 2, No. 12. <https://esj.today/PDF/45SAVN220.pdf>.
6. Ivlev M.A., Strugovets I.B., Nedoseko I.V. Comparative assessment of the bearing capacity, crack resistance and deformability of lintels with standard and dispersed

- reinforcement // *Izvestiya KGASU [News of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering]*, 2012. Vol. 22, No. 4.
7. Travush V.I., Konin D.V., Krylov A.S., Kapriylov S.S., Chilin I.A. Experimental study of composite structures for bending elements, *Theory of engineering structures // Building construction*, 2017. Vol. 4, No. 72. P. 63-71.
 8. Klyuev A.V., Durachenko A.V. The fiber-reinforced concrete for pavement repair on the basis of glass fiber // *International journal of applied and fundamental research*, 2017. Vol. 1. P. 207-210.
 9. Nakhaev M.R. Manufacture of arches from fiber-reinforced concrete for a bridge // *Bulletin of the Dagestan State Technical University. Technical science*, 2021. Vol. 48, No. 3. P. 99-105. <https://doi.org/10.21822/2073-6185-2021-48-3-99-105>.
 10. Babaev V.B., Strokova V.V., Nelyubova V.V. Basalt fiber as a component for micro-reinforcement of cement composites // *Bulletin of Belgorod State Technological University named after. V. G. Shukhov*, 2012. Vol. 4.
 11. Ibe E.E., Shugurova A.V. Prospects for the use of fiber-reinforced concrete in the construction of hydraulic structures // *Internet journal "NAUKOVEDENIE" ["SCIENCE"]*, 2017. Vol. 9, No. 1. <http://naukovedenie.ru/PDF/61TVN117.pdf>.
 12. Nazhiev M.P., Samofalova M.S., El'shaeva D.M., Zherebtsov Yu.V., Dotsenko N.A., Kurbanov N.S., Efimov I.I. Influence of recipe factors on strengths characteristics of basalt fiber concrete // *Bulletin of Belgorod State Technological University named after. V. G. Shukhov*, 2021. Vol. 7. P. 24-32. <https://doi.org/10.34031/2071-7318-2021-6-7-24-32>.
 13. Talalaeva V.F. *Primeneniye fibrobetona dlya remonta konstruktsiy gidromeliiorativnykh sooruzheniy [The fiber-reinforced concrete application for irrigation and drainage facility structures repair] // Puti povysheniya effektivnosti oroshayemogo zemledeliya [Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture]*, 2021. No. 3. P. 41-46, [in Russian].
 14. Morozov V.I., Pukharenko Yu.V. Efficiency of Fiber Reinforced Concrete Application in Structures Subjected to Dynamic Effects // *Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]*, 2014. Vol. 3. P. 189-196.
 15. Sokolova V.F., Kurbatov L.G., Borovskikh I.N., Rabinovich F.N., Sterin V.S. On the effectiveness of the use of steel-fiber-reinforced concrete in reinforced concrete pile structures // *Bases, foundations and soil mechanics*, 1985. Vol. 6. P. 4-7.
 16. Voilokov I.A. The use of fiber in the manufacture of piles // *Engineering and construction magazine*, 2009. Vol. 8. P. 6-8.
 17. Buyle-Bodin F., Madhkhan M. Seismic behaviour of steel fibre reinforced concrete piles // *Mat. Struct.*, 2002. Vol. 35. P. 402-407. <https://doi.org/10.1007/BF02483143>.
 18. Cihan Akdag, Gurkan Ozden, Nonlinear behavior of reinforced concrete (RC) and steel fiber added RC (WS-SFRC) model piles in medium dense sand // *Construction and Building Materials*, 2013. Vol. 48. P. 464-472. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.07.024>.
 19. Ouyang Fang, Zhang Jianjing, Deng Xiaoning, Han Jianwei, Bi Junwei, Du Lin. Analysis of Load Capacity Behaviors of Steel Fiber Reinforced Concrete Piles Through Model Tests // *Journal of Shanghai Jiao Tong University*, 2016. Vol. 50, No. 3. P. 364-369. <https://xuebao.sjtu.edu.cn/EN/Y2016/V50/I03/364>.
 20. Ramiz Ahmed Raju, Mitsuyoshi Akiyama, Sopokhem Lim, Tatsuya Kakegawa, Yuka Hosono A novel casting procedure for SFRC piles without shear reinforcement using the centrifugal forming technique to manipulate the fiber orientation and distribution // *Construction and Building Materials*, 2021. Vol. 303, No. 11. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124232>.
 21. Tulebekova S., Dichuan Zhang, Jong Kim, Deuckhang Lee, Hyunjin Ju Analytical Study of Using Fiber-Reinforced Concrete Pile Foundation for Renewable Energy Storage // *The 2018 Structures Congress (Structures18) SongdoConvensia, Incheon, Korea*, 2018, 27-31 p.

22. Parfenov A.V. Impact endurance of concretes based on steel and synthetic fibers: specialty 05.23.05 "Building materials and products": Dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Ufa, 2004. – 178 p.
23. Bekbasarov I., Nikitenko M., Shanshabayev N., Atenov Y., Moldamuratov Zh., Tapered-prismatic pile: driving energy consumption and bearing capacity // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2021. Vol. 6 (450) P. 53-63. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.119>.
24. Bekbasarov I., Shanshabayev N. Driving Features of Tapered-Prismatic Piles and Their Resistance to Static Loads // ActaMontanisticaSlovaca, 2022. Vol. 4. P. 55-65. <https://doi.org/10.46544/AMS.v27iX.X>.
25. Bekbasarov I., Atenov Y. Equations Used to Calculate Vertical Bearing Capacity of Driven Piles with Shaft Broadenings // PeriodicaPolytechnica Civil Engineering, 2020. Vol. 64(4). P. 1235-1243. <https://doi.org/10.3311/PPci.16482>.
26. Bekbasarov I., Shanshabayev N. Impact Dipping Pyramidal-Prismatic Piles and their Resistance to Pressure and Horizontal Load // PeriodicaPolytechnica Civil Engineering, 2021. Vol. 65(3). P. 909-917. <https://doi.org/10.3311/PPci.17923>.
27. GOST 10180-2012 Concrete. Methods for determining the strength of control samples. Interstate standard. – Moscow: Standartinform, 2018. – 36 p..
28. GOST 8736-2014 Sand for construction work. Specifications. Interstate standard. – Moscow: Standartinform, 2019. – 11 p.
29. GOST 8267-93 Crushed stone and gravel from dense rocks for construction work. Specifications. Interstate standard. – Moscow: Standartinform. – 2014. – 21 p..
30. GOST 30515-2013 Cements. General specifications. Interstate standard. – Moscow: Standartinform, 2019. – 42 p.
31. GOST 5686-2012 Soils. Methods of field tests with piles. Interstate standard. – Moscow: Standartinform, 2014. – 42 p.
32. SP RK 5.01-101-2013 Earthworks, foundations and foundations. Code of Rules of the Republic of Kazakhstan. – Astana: JSC KazNIISA, 2015. – 221 p.

Статья подготовлена в рамках реализации проекта AP13268763 «Разработка забивных фибробетонных полипрочных пирамидально-призматических свай» (договор №142/ЖФ-1-22-24 от 21.06.2022 г.).

Материал поступил в редакцию 19.04.24.

Н.А. Шаншабаев¹, И.И. Бекбасаров¹, Е.И. Атепов¹

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

ҚАДАЛАРДЫ ӨНДІРУ ҮШІН ӘРТҮРЛІ ФИБРОБЕТОН ТҮРЛЕРІНІҢ БЕРІКТІК ҚАСИЕТТЕРІН СТАТИКАЛЫҚ ЖҮКТЕМЕЛЕРМЕН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Жұмыста суырып алу жүктемесінің әсеріне пирамидалық-призмалық қадалар үлгілерін зертханалық сынау нәтижелері ұсынылған. Тәжірибелер сазды топырақта жүргізілді. Пирамидалық-призмалық қадалардың модельдері пирамида учаскесінің көлеміне байланысты призмалық және пирамидалық (бақылау) қадалармен салыстырғанда үлкен және аз қарсылыққа ие болуы мүмкін екендігі анықталды. Сонымен, пирамидалық-призмалық қадалардың тарту жүктемесіне кедергісі 20×20 мм көлденең қимасы бар призмалық қадалар моделінің кедергісінен 1,80 есе жоғары екендігі анықталды. көлденең қимасы 30×30 мм болатын призмалық қадалар моделімен және пирамидалық қадалар моделімен салыстырғанда (көлденең қимасы 30×30 мм жоғарғы жағында және төменгі жағында – 20×20 мм) пирамидалық призмалық қадалардың модельдері аз қарсылыққа ие (6-

45%). ППҚ пирамидалық бөлігінің жоғарғы бөлігінің мөлшерінің ұлғаюы олардың пирамидалық бөлігінің ұзындығын ұлғайтуға қарағанда олардың тартуға төзімділігін арттыруға айтарлықтай әсер етеді. Дәстүрлі (призмалық және пирамидалық) қадалардың кедергісіне қатысты тарту жүктемесіне пирамида-призмалық қадалардың кедергісін алдын-ала бағалау үшін қолдануға болатын корреляциялық тәуелділіктер орнатылды.

Тірек сөздер: модель, призмалық қадалар, пирамидалық қадалар, пирамидалық-призмалық қадалар, суырып алу жүктемесі.

N.A. Shanshabayev¹, I.I. Bekbasarov¹, Y.I. Atenov¹

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

RESEARCH OF THE STRENGTH PROPERTIES OF DIFFERENT TYPES OF FIBER CONCRETE UNDER STATIC LOADS FOR THE PRODUCTION OF DRIVEN PILES

Abstract. This paper presents the results of laboratory tests of models of pyramidal-prismatic piles on the effect of vertical pulling load. The experiments were carried out in clay soil. It is established that models of pyramidal-prismatic piles, depending on the size of the pyramidal section, can have both greater and lesser resistance compared to prismatic and pyramidal (control) piles. Thus, it was found that the resistance of pyramidal-prismatic piles to the pulling load is 1.19-1.80 times higher than the resistance of a model of a prismatic pile with a cross-section size of 20×20 mm. Compared with the model of a prismatic pile with a cross-section size of 30 ×30 mm and with the model of a pyramidal pile (with a cross-section size of 30×30 mm at the top and 20×20 mm at the bottom), the models of pyramidal-prismatic piles have less resistance (by 6-45%). An increase in the size of the upper section of the pyramidal part of the PPP has a more significant effect on increasing their resistance to pulling out than an increase in the length of their pyramidal section. Correlations have been established that can be used for a preliminary assessment of the resistance of pyramidal-prismatic piles to the pulling load relative to the resistance of traditional (prismatic and pyramidal) piles.

Keywords: model, prismatic pile, pyramidal pile, pyramidal-prismatic pile, pulling load.

МРНТИ 67.11.29

И.И. Бекбасаров¹ – основной автор, | ©
Е.И. Атепов², Н.А. Шанишабаев³



¹Д-р техн. наук, профессор, ²PhD, ³Докторант

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-3250-7853> ²<https://orcid.org/0000-0002-2907-6610>

³<https://orcid.org/0000-0003-4930-0488>



^{1,2,3}Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати



Тараз, Казахстан



¹ii.bekbasarov@dulaty.kz

<https://doi.org/10.55956/ZBJU3224>

ОБ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ЗАБИВКИ ШТАМПА И СВАЙ РАЗНОЙ ДЛИНЫ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ЛЕНТОЧНОГО КОМБИНИРОВАННОГО СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА (ИССЛЕДОВАНИЯ НА МОДЕЛЯХ)

Аннотация. Изложены результаты лабораторных экспериментов по оценке энергоемкости забивки свай и штампа при устройстве ленточного комбинированного свайного фундамента (далее – ЛКСФ). Исследования выполнены с применением моделей свай и ленточного штампа. Установлено, что наличие отверстий в ленточном штампе, облегчает процесс выштамповывания траншеи в грунте и сопровождается некоторым выпором глинистого грунта в полость отверстий. Выявлено, что сваи большей длины при одинаковых затратах энергии на их забивку погружаются на меньшую глубину. Определено, что забивка свай через сквозные отверстия штампа, погруженного в грунт, является более энергоемким процессом, чем забивка свай вне штампа. Данный эффект более значительно проявляется при погружении свай малой длины. Установлено, что забивка штампа со сквозными отверстиями поверху свай, погруженных в грунт, сопровождается большими затратами энергии, чем, забивка штампа при отсутствии забитых свай. Причем эти затраты тем выше, чем больше длина свай. Получены корреляционные зависимости, которые рекомендуется использовать для относительного прогноза энергетических затрат молота, необходимых для забивки штампа и свай, при устройстве ЛКСФ. Выявлено, что наиболее эффективным по энергоемкости является процесс устройства ЛКСФ, при котором забивка штампа для выштамповывания траншеи, производится после погружения свай.

Ключевые слова: комбинированный фундамент, грунт, штамп, свая, траншея, котлован, забивка, выштамповывание, энергия, удар, энергоемкость.



Бекбасаров, И.И. Об энергоемкости забивки штампа и свай разной длины при устройстве ленточного комбинированного свайного фундамента (исследования на моделях) [Текст] / И.И. Бекбасаров, Е.И. Атепов, Н.А. Шанишабаев // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №2(84). – С.190-206. <https://doi.org/10.55956/ZBJU3224>

Введение. Одним из прогрессивных видов фундаментов зданий и сооружений, обладающих высокой несущей способностью, являются

комбинированные свайные фундаменты (далее – КСФ), впервые предложенные в начале 90-ых годов 20 века в Башкирии [1]. КСФ представляют собой фундаменты, состоящие из одной или нескольких свай и фундамента, устроенного в вытрамбованном или выштампованном котловане (ФВК или ФВШК). Несущая способность КСФ при действии вдавливающей вертикальной статической нагрузки может достигать до 3000-3500 кН и более. В настоящее время существуют следующие технологии устройства КСФ [2]:

– вытрамбовывается котлован падающей трамбовкой, со дна готового котлована осуществляется забивка свай, производится бетонирование фундамента с заделкой головы свай в нем;

– забивается полый железобетонный блок (стакан), закрытый снизу, из блока извлекается «пробка» (закрывающая его дно), со дна блока производится забивка свай, выполняется бетонная заделка свай в блоке;

– выштамповывается котлован путем забивки штампа, извлекается штамп, производится забивка свай со дна котлована, выполняется бетонирование фундамента с заделкой головы свай.

Специалистами выполнен ряд исследований, посвященных изучению особенностей устройства КСФ, их работы под нагрузкой и созданию методов расчета их несущей способности. Так Готманом А.Л. и Каранаевым М.З. [1] в глинистых грунтах устроены три КСФ, каждый из которых состоял из железобетонного стакана (выполняющего роль, как ростверка, так и подколонника) и четырех свай. Забивные стаканы, изготовлялись в виде усеченной пирамиды с толщиной стенок 10 см и высотой 2,0 м. Размеры стакана в плане составляли: в верхней части – 1,5×1,5 м; в нижней части – 1,2×1,2 м. В составе КСФ использовались железобетонные сваи длиной 9 м с размерами поперечного сечения 30×30 см. Выполнены статические испытания отдельно забивных стаканов, отдельно свай и отдельно КСФ. По результатам испытаний авторами установлено, что предельное сопротивление КСФ составило 2900-3500 кН. Причем установлено, что несущая способность КСФ больше, чем суммарная несущая способность стакана и четырех свай, на 8-17%, т.е. имеет место положительный эффект совместной работы забивного стакана и свай как цельного фундамента.

Балобановым А.В., Гончаровым Б.В. и Готманом А.Л. в работе [3] представлен метод динамического контроля несущей способности КСФ. В основу метода положено упрощенное уравнение энергетического баланса, принятое из допущения, что энергия молота при ударе по забивному стакану затрачивается только на его перемещение в грунте, а при ударе по свае – только на ее погружение. В состав формулы, предложенной для оценки несущей способности КСФ, включены эмпирические коэффициенты, установленные по результатам статических и динамических испытаний.

В работе [4] авторами представлены результаты численных исследований КСФ. Определены параметры, оказывающие потенциальное влияние на значения перемещений КСФ, при действии горизонтальной и моментной нагрузки. Получено уравнение регрессии, учитывающее влияние этих параметров. Результаты расчетов, полученные на основе этого уравнения, сопоставлены с результатами расчетов по программе «Аркомгор». Установлено, что уравнение регрессии позволяет с достаточной точностью прогнозировать горизонтальные перемещения КСФ с учетом параметров грунта и забивного стакана.

Урманшиной Н.Э. в продолжение исследований, указанных в работе [4], выполнены численные эксперименты по оценке влияния ряда факторов на величину горизонтальных перемещений КСФ [5]. Выявлено, что на перемещения КСФ (при действии горизонтальной нагрузки) значительное влияние оказывают значения коэффициента постели грунта, залегающего вокруг стакана фундамента и размеры его поперечного сечения. Определено, что увеличение коэффициента постели грунта вызывает повышение сопротивления КСФ до 60%, а увеличение поперечного размера стакана – до 35% [6].

КСФ, состоящие из фундамента в вытрамбованном котловане и одной центральной сваи, изучались Бартоломеем А.А. и Глушковым И.В. путем проведения экспериментальных и численных исследований [7,8]. Исследователями установлены закономерности изменения напряжений под подошвой и по боковой поверхности КСФ, а также разработан инженерный метод расчета их осадок. Метод позволяет определять осадку КСФ, в которой в качестве центральной сваи используется призматическая свая, коническая свая или полая свая с круглым поперечным сечением.

Самофеевым Н.С., Гареевой З.А. и Гареевым Т.Р. предложен КСФ из трех наклонных свай [9]. Верхняя часть фундамента, которая служит ростверком – подколонником, имеет цилиндрическую форму диаметром 1,5 м и высоту 2 м. Угол наклона свай в фундаменте принят 12° , что позволяет исключить взаимовлияние свай друг на друга. Длина свай составляет 8 м. КСФ разработаны в качестве альтернативного варианта для возведения каркасного здания производственно-бытового корпуса в условиях Крайнего севера. Техничко-экономическими расчетами установлено, что КСФ по сравнению с фундаментами мелкого заложения (ФМЗ) и обычным фундаментом в виде свайного поля (СП), более экономичны. Так сметная стоимость строительно-монтажных работ по устройству КСФ соответственно в 1,27 и 1,5 раза меньше, чем при возведении СП и ФМЗ, а удельные приведенные затраты – меньше соответственно в 1,48 и 2,36 раза. К тому же устройство КСФ сопровождается меньшим расходом бетона. Определено, что расход бетона на устройство КСФ соответственно в 1,53 и 2,2 раза меньше, чем на возведение СП и ФМЗ.

В работе [10] представлены результаты численных исследований по оценке влияния длины сваи и угла наклона стенок фундамента в выштампованном котловане (ФШК) на несущую способность односвайного КСФ при действии вертикальной статической нагрузки. Расчеты выполнены с использованием программного комплекса Plaxis 2D. ФШК принят конусообразной формы со следующими размерами: диаметром сверху – 0,6-1,58 м; диаметром внизу – 0,3-0,4 м; высотой – 0,5-0,9 м. Сваи приняты призматическими, длиной 3,6 и 9 м с размерами поперечного сечения 30×30 см и 40×40 см. Диаметр нижней части ФШК соответствовал размеру поперечного сечения сваи. Определено, что увеличение длины сваи в 2-3 раза приводит к повышению несущей способности КСФ в 1,25-1,73 раза. Увеличение же угла наклона стенок ФШК в 1,33-2,0 раза вызывает снижение несущей способности КСФ до 23-28%.

Из изложенного анализа следует, что результаты исследований, полученные специалистами, в основном, относятся к оценке несущей способности КСФ при действии вдавливающей нагрузки, их сопротивляемости горизонтальной и моментной нагрузке, а также к инженерному прогнозу их осадок.

К сожалению, в работах [1-10] не рассматриваются особенности забивки свай и забивного блока (трамбовки или штампа) при устройстве КСФ. Известно, что при вытрамбовывании (выштамповывании) котлована под фундамент, грунт в верхней части массива, существенно уплотняется и вокруг котлована формируется уплотненная зона определенных размеров. Высота уплотненной зоны грунта ниже дна котлована в зависимости от уклона стенок и угла заострения трамбовки (котлована) изменяется от $0,75$ до $1,7b_m$ (где: b_m – ширина котлована в среднем сечении) [11], а плотность грунта на уровне дна котлована в зависимости от режима вытрамбовывания может достигать $1,78-1,99$ т/м³ [12]. Исходя из этих данных, можно предположить, что при устройстве КСФ, указанных в работе [1], высота уплотненной зоны грунта (ниже подошвы забивного стакана) составляла ориентировочно $2,0$ м. Следовательно, сваи прорезали данный уплотненный грунт, и вероятно это сопровождалось большими энергетическими затратами молота, опасностью разрушения свай и риском их недопогружения до требуемой глубины.

В целом логично предполагать, что, потенциально, забивка свай при устройстве КСФ, является более энергоемким, продолжительным и не бездефектным процессом по сравнению с обычной забивкой свай в природное напластование грунтов, в котором, грунт в верхней части массива, как правило, менее прочный, чем нижележащие грунты.

Как известно, КСФ являются либо кустовыми, либо односвайными. Поэтому они могут быть использованы, в основном, для возведения каркасных зданий. Применительно к бескаркасным, в том числе, и к зданиям с несущими кирпичными стенами Бекбасаровым И.И. и Исаковым Г.И. предложен ленточный КСФ (далее – ЛКСФ), состоящий из одного ряда свай и ленточного фундамента в выштампованной траншее, который служит ростверком [13].

В отличие от известных вариантов КСФ при устройстве ЛКСФ выштамповывание траншеи под ростверк производится после забивки свай. Такой подход обусловлен, тем, что выштамповывание траншеи после погружения свай позволяет уплотнять верхнюю часть грунтового массива, которая обычно (после забивки свай) разрыхлена и в ней, а именно, в контактной зоне со стволом свай образуются щели (примерно на глубину до $1,0-1,5$ м), особенно в глинистых грунтах. При устройстве ЛКСФ, уплотненная зона под ростверком формируется после забивки свай, а не до их забивки, что исключает риск недопогружения и повреждения свай, а также способствует повышению сопротивляемости грунтов по боковой поверхности свай в их верхней части.

Как видно КСФ отличаются от предложенного ЛКСФ очередностью забивки свай и устройства фундамента (стакана) в вытрамбованном или выштампованном котловане. В связи с этим, актуальным для исследований является вопрос о том, что эффективнее: забивка свай до выштамповывания (вытрамбовывания) траншеи (котлована) под ростверк (стакан), или же забивка свай после подготовки траншеи (котлована). Исходя из этого, проведены соответствующие экспериментальные исследования с использованием моделей ЛКСФ в глинистом грунте.

Целью исследований являлось – количественная оценка влияния очередности забивки свай и штампа при устройстве ЛКСФ на их погружаемость и энергоемкость.

Условия и методы исследования. *Характеристика грунта, оборудования, моделей свай и штампа, методика исследований.* Эксперименты проводились в пространственном грунтовом лотке, снабженном навесным оборудованием для ударного погружения моделей свай и штампа, подробные сведения о которых представлены в работе [14]. Моделирование свай, штампа, грунта и процесса их забивки осуществлялось на основе методики, изложенной в работе [15].

Модели свай (далее – свай) изготавливались из деревянных элементов с масштабом геометрического моделирования 1:20. Использовались три модели свай длиной 150, 200 и 300 мм. Высота острия моделей свай принята равной 15 мм. Размеры поперечного сечения моделей свай составляли 20×20 мм. Ленточный штамп для выштамповывания траншеи изготавливался с двумя сквозными квадратными отверстиями для пропуска свай через его корпус. Штамп имел в поперечном сечении форму перевернутой усеченной пирамиды. Масштаб геометрического моделирования для штампа принят 1:10, исходя из условия соответствия размера сечения модели свай, аналогичному размеру модели ленточного свайного ростверка. Высота штампа составляла 60 мм, длина – 120 мм, а размеры поперечного сечения вверху – 60 мм, внизу – 35 мм. Уклон боковых граней штампа принят 1:5. Размеры сквозных отверстий в штампе равны 22×22 мм, а расстояние между ними в осях – 60 мм.

В качестве модели грунта использовался суглинок нарушенной структуры. Физические показатели грунта представлены в таблице 1. Грунт пропускался через сито с размерами отверстия 1 мм, затем он увлажнялся расчетным количеством воды, после чего производилась его укладка в лоток с уплотнением каждого слоя. Плотность грунта слоя устанавливалась с помощью микропенетрационных испытаний [16].

Таблица 1

Физические показатели суглинка

Показатель	Значение
Влажность, %	16,7
Влажность на границе текучести, %	17,32
Влажность на границе раскатывания, %	26,45
Число пластичности	0,0913
Показатель текучести	- 0,068
Плотность, т/м ³	1,47
Плотность в сухом состоянии, т/м ³	1,26

Проводились три серии лабораторных опытов. Первая серия включала в себя забивку штампа с закрытыми и открытыми сквозными отверстиями. При этом отверстия закрывались пластиной, которая крепилась к подошве штампа шурупами.

Вторая серия опытов состояла в забивке свай длиной 150, 200 и 300 мм. Свай забивались попарно с расстояниями между ними в осях 600 мм.

Третья серия опытов состояла в забивке штампа с открытыми отверстиями и последовательную забивку двух свай одинаковой длины через отверстия в штампе.

Четвертая серия опытов предусматривала забивку двух свай одинаковой длины с последующей забивкой через них штампа с открытыми отверстиями для выштамповывания траншеи в верхней части грунта.

Забивка свай и штампа сопровождалась измерением глубины их погружения и подсчетом количества ударов, затрачиваемых на их забивку. Кроме того, измерялись деформации подъема сваи при забивке соседней сваи, и при погружении штампа, а также аналогичные деформации штампа при забивке свай. Фиксировались также дефекты (трещины, щели, разрушения и др.) в грунте вокруг свай и штампа при забивке.

Фрагменты погружения штампа и свай представлены на рисунке 1.

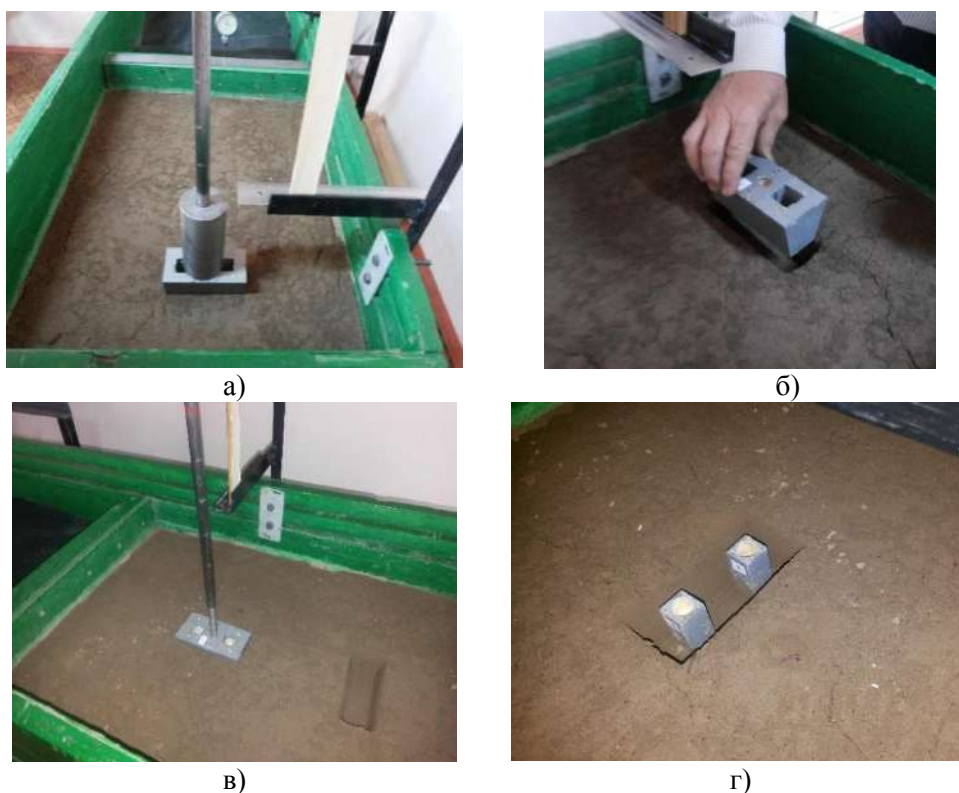


Рис. 1. Фрагменты погружения штампа (а), его извлечения (б), забивки штампа после забивки свай (в) и погружения свай после выштамповывания траншеи (г)

Забивка штампа с открытыми и закрытыми сквозными отверстиями производилась ударами ударника массой 2,5 кг. Высота сбрасывания ударника в процессе погружения штампа изменялась по ступенчато-возрастающей схеме (табл. 2). Минимальная высота сбрасывания ударника составляла 144 мм, а максимальная – 343 мм. Выбор данной схемы ударного нагружения штампа обусловлен его эффективностью, в отличие от традиционной схемы сбрасывания ударника с постоянной высоты [17]. Забивка свай выполнялась ударами ударника массой 1,0 кг, сбрасываемой с высоты 140 мм. Погружаемость штампа и свай оценивалась удельной энергоемкостью, которая устанавливалась в виде отношения полной потенциальной энергии ударника, затраченной на погружение элемента (штампа или сваи), к объему погруженной в грунт части элемента.

Результаты исследования и обсуждение научных результатов.
Результаты забивки свай и штампа представлены в таблицах 2-5 и рисунках 2-5.

Таблица 2

Энергетические параметры ударника и глубина погружения штампа

Количество ударов n	Высота сбрасывания ударника H , мм	Энергия ударов E_{ush} , Дж	Глубина погружения штампа h_{sh} , мм,				
			с закрытыми отверстиями	с открытыми отверстиями до забивки свай	с открытыми отверстиями после забивки свай длиной, см		
					15	20	30
3	144	10,59	11	21	8	7	5
6		21,18	18	30	13	11	9
9		31,77	24	35	19	16	13
13	194	50,80	30	41	26	22	18
15		60,32	33	44	29	25	20
18	243	78,20	37	48	33	29	23
21		96,08	41	51	37	33	26
24		113,96	45	54	41	36	29
27	293	135,52	49	57	45	39	32
30		157,08	53	59	48	42	35
34		185,82	58	-	52	46	38
38	343	219,47	-	-	56	49	41
42		253,12	-	-	59	52	44
44		269,94	-	-	-	53	46
46		286,76	-	-	-	55	48
50		320,41	-	-	-	58	51
54		354,06	-	-	-	-	54
58		387,71	-	-	-	-	57
62		421,36	-	-	-	-	59

Таблица 3

Итоговые результаты забивки штампа

Штамп	Общее количество ударов n_o	Полная энергия ударов E'_{ush} , Дж	Полная глубина погружения h_{psh} (средний остаточный отказ S_{sh}), мм	Удельная энергоёмкость забивки E_{vsh} , Дж/см ³
Штамп с закрытыми отверстиями	34	185,82	58 (1,71)	0,562
Штамп с открытыми отверстиями до забивки свай	30	157,08	59 (1,97)	0,467
Штамп с открытыми отверстиями после забивки свай	42	253,12	59 (1,40)	0,753
	50	320,41	58 (1,16)	0,969
	62	421,36	59 (0,95)	1,253

Примечание: в последних трех строках сверху вниз приведены данные, соответственно относящиеся к штампу, забитому после погружения свай длиной 15, 20 и 30 см.

Таблица 4

Энергетические параметры ударника и глубина погружения свай

Количество ударов n	Глубина погружения свай h_c , мм, длиной			Энергия ударов E_{uc} , Дж
	15 см	20 см	30 см	
8	100/50	65/35	45/25	11,07
16	149/75	105/59	79/49	22,13
28	- /105	140/90	115/75	38,73
40	- /130	170/116	140/99	55,33
52	- /152	198/140	165/122	71,93
60	-	- /158	185/138	82,99
70	-	- /180	205/160	96,82
79	-	- /199	225/179	109,24
91	-	-	250/203	125,87
102	-	-	270/224	141,08
110	-	-	285/239	152,15
120	-	-	300/259	165,98
129			- /279	178,43
140			- /299	193,65
120	-	-	- /259	165,98
129	-	-	- /279	178,43
140	-	-	- /299	193,65

Примечание: перед чертой указаны данные до забивки штампа, а за чертой – после забивки штампа.

Таблица 5

Итоговые результаты забивки свай

Сваи	Общее количество ударов n_o	Полная энергия ударов E'_{uc} , Дж	Полная глубина погружения h_{pc} , мм	Средний остаточный отказ S_c , мм	Удельная энергоемкость забивки E_{vc} , Дж/см ³
Свая длиной 15 см	16/52	22,13/71,93	149/152	9,3/2,9	0,371/1,183
Свая длиной 20 см	52/79	71,93/109,24	198/199	3,8/2,5	0,908/1,372
Свая длиной 30 см	110/140	165,98/193,65	300/299	2,7/2,1	1,383/1,619

Примечание: перед чертой указаны данные до забивки штампа, а за чертой – после забивки штампа

Из результатов первой серии опытов (табл. 2,3, рис. 2,3) видно, что забивка штампа с закрытыми отверстиями (как штампа со сплошной подошвой) является более энергоемким процессом, чем забивка штампа с открытыми отверстиями. Так, при практически одинаковой глубине погружения, количество ударов, полная энергия ударов ударника, и удельная энергоемкость забивки штампа с закрытыми отверстиями соответственно в 1,13, 1,18 и 1,2 раза больше, чем для штампа с открытыми отверстиями. Учитывая, что в опытах принят одинаковый режим приложения ударной нагрузки на штампы, полученные данные можно объяснить меньшей сопротивляемостью грунта при внедрении штампа с открытыми отверстиями.

Это вызвано, тем, что под подошвой штампа, в зоне отверстий, при ударах ударника, часть грунта выдавливалась в полость отверстий в разуплотненном виде. Поэтому сопротивляемость грунта в зоне отверстий штампа ослабевает. Замерами установлено, что высота выпора грунта в полость отверстий составляла 3,0-3,5 мм.

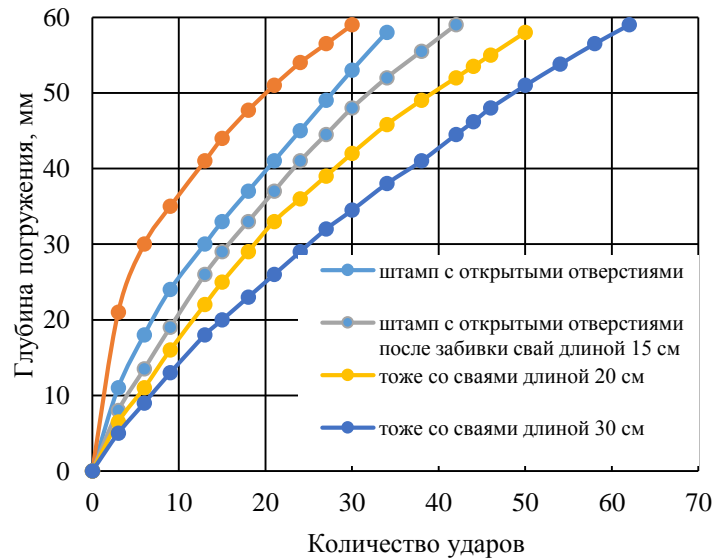


Рис. 2. Изменение глубины погружения штампа по мере увеличения количества ударов

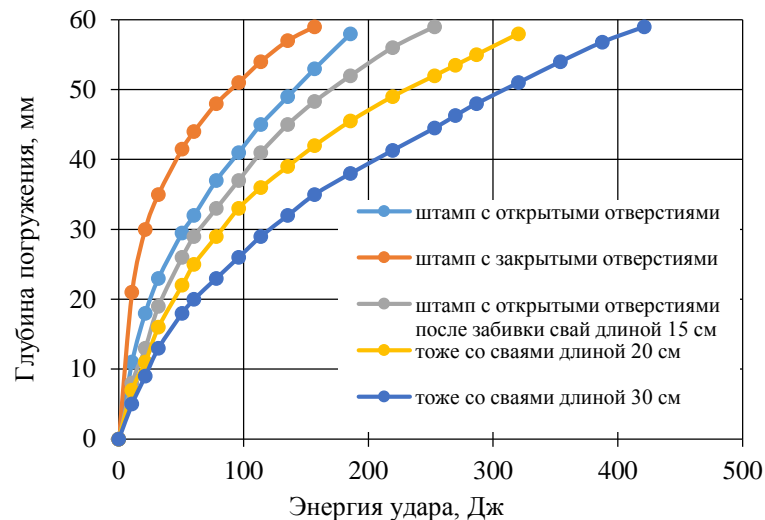


Рис. 3. Изменение глубины погружения штампа по мере увеличения энергии ударов

Во второй серии опытов (табл. 4,5 рис. 4) забивка свай большей длины при одинаковых энергетических затратах ударника сопровождалась уменьшением глубины погружения. Выявлено, что увеличение длины свай в 1,3 и 2 раза ведет к уменьшению глубины забивки свай на 29,5 и 47,0%. При забивке двух свай одинаковой длины через 60 см подъем ранее забитой сваи не наблюдался.

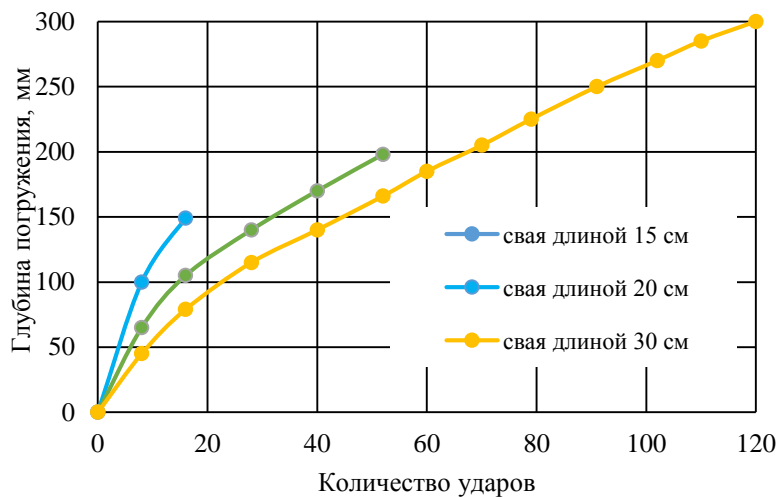


Рис. 4. Изменение глубины погружения свай (до забивки штампа) по мере увеличения количества ударов

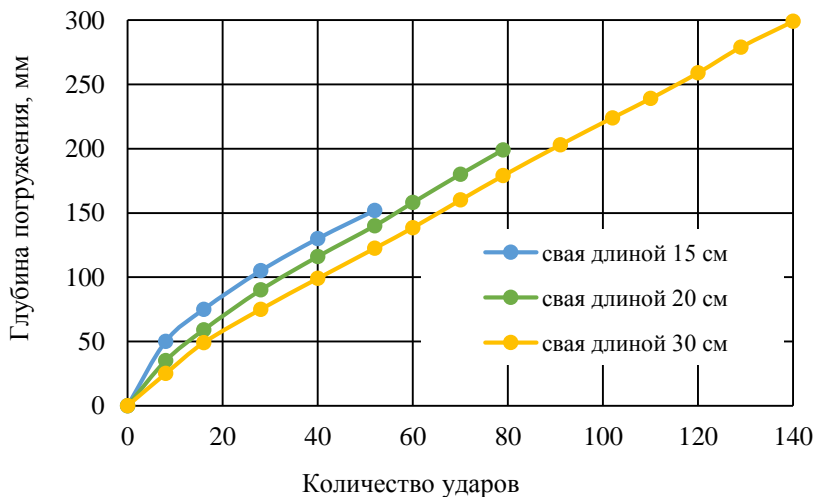


Рис. 5. Изменение глубины погружения свай (после забивки штампа) по мере увеличения количества ударов

Результаты опытов третьей серии (табл. 4,5 рис. 5) показывают, что забивка свай через отверстия штампа, погруженного в грунт, сопровождается большими энергетическими затратами ударника, чем забивка свай вне штампа (вторая серия опытов). Так затраты энергии ударов для свай длиной 15, 20 и 30 см, забитых через отверстия штампа, оказались большими соответственно в 3,25, 1,52 и 1,17 раза. Как видно указанная разница в энергетических затратах ударника тем выше, чем меньше длина свай. Это свидетельствует о том, что при меньшей длине сваи на ее погружаемость большое влияние оказывает уплотненная зона грунта, которая формируется под подошвой траншеи при забивке штампа. Вероятно, при меньшей длине сваи доля сил трения грунта по ее по боковой поверхности в пределах высоты уплотненной зоны выше, чем доля сил трения грунта ниже данной зоны уплотнения.

В опытах третьей серии кроме того установлено, что при забивке свай через отверстия в штампе, происходит подъем штампа, за счет некоторого выпора грунта. Высота подъема штампа при забивке свай составляла 2,5-3,0 мм. Имел место также подъем сваи, ранее забитой в отверстие штампа, при погружении соседней сваи. Высота подъема соседних свай составила 1,5-2,0 мм. Кроме того, забивка свай сопровождалась разрыхлением поверхности грунта вокруг забитого штампа с появлением щелей по его периметру. Ширина щелей составляла 0,5-1,0 мм.

Результаты четвертой серии опытов (табл. 3 и рис. 2,3) свидетельствуют о том, что длина забитых свай, следовательно, и их глубина погружения оказывают влияние на энергетические параметры забивки штампа. Забивка штампа после погружения свай является более энергозатратным процессом, чем погружение штампа до забивки свай. Причем энергетические параметры ударника при погружении штампа тем выше, чем больше длина свай. Так, количество ударов, затраченное для погружения штампа после забивки свай длиной 15, 20 и 30 см соответственно в 1,4, 1,76 и 2,07 раза выше, чем для погружения штампа с открытыми отверстиями (без забивки свай). Превышения полной энергии ударника и удельной энергоемкости штампа после забивки свай над аналогичными параметрами штампа до забивки свай соответственно составили: 1,61, 2,04 и 2,68; 1,61, 2,07 и 2,68.

Сравнение результатов исследований показывает, что суммарные энергетические затраты ударника на погружение штампа и свай в опытах третьей и четвертой серии неодинаковы (табл. 6). Наиболее энергоемким является процесс, в котором, в начале забиваются сваи, а потом через них в грунт погружается штамп с отверстиями. Причем, данное явление, явно справедливо для случая, когда используются сваи длиной 20 и 30 см. Так суммарные затраты энергии на погружение штампа и свай, длиной 20 и 30 см, в четвертой серии опытов, соответственно в 1,24 и 1,38 раза выше, чем в третьей серии опытов. А, суммарные затраты энергии в рассматриваемых сериях испытаний, при длине свай 15 см, отличаются друг от друга незначительно (разница 1,21%).

Таблица 6

Суммарные затраты энергии на забивку штампа и свай

Серия опытов	Суммарные энергетические затраты, Дж, на забивку штампа и двух свай длиной, см (доля затрат энергии на погружение штампа, %)		
	15	20	30
Третья серия (забивка свай после забивки штампа)	300,94 (52,20)	375,56 (41,83)	544,38 (28,85)
Четвертая серия (забивка штампа после забивки свай)	297,38 (85,17)	464,27 (69,01)	753,32 (55,93)

Доля затрат энергии, приходящей на забивку штампа, в четвертой серии опытов существенно выше, чем в третьей серии (на 56-85%), что свидетельствует о более значительной сопротивляемости грунта, при забивке штампа после забивки свай. Причиной этому, во-первых, служит наличие в грунте, погруженных свай, и, во-вторых – уплотнение грунта вокруг свай при их забивке.

Анализ результатов опытов, представленные в таблице 3, позволяет установить корреляционную зависимость между коэффициентом $K_{vsh} = (E_{vsh}^p / E_{vsh}^d)$ и L_m (где: E_{vsh}^p – удельная энергоёмкость забивки штампа после погружения свай, кДж/м³; E_{vsh}^d – тоже до погружения свай, кДж/м³; L_m – длина модели сваи, м). Данная зависимость описывается следующей линейной функцией (рис. 6):

$$K_{vsh} = gL_m + z, \quad (1)$$

где: g, z – коэффициенты соответственно равные: 6,985 м⁻¹; 0,606.

Величина достоверности аппроксимации экспериментальных данных по формуле (1): $R^2 = 0,988$.

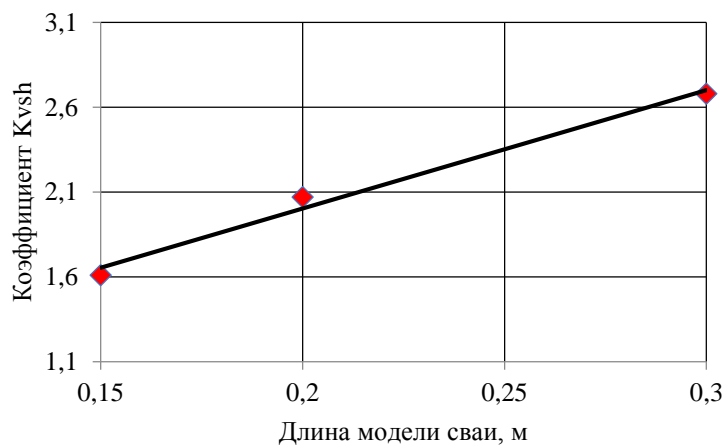


Рис. 6. Изменение коэффициента K_{vsh} по мере увеличения длины модели свай

Результаты опытов, приведенные в таблице 4, могут быть представлены в виде зависимости коэффициента $K_{vc} = (E_{vc}^p / E_{vc}^d)$ от L_m (где: E_{vc}^p – удельная энергоёмкость забивки свай, после забивки штампа, кДж/м³; E_{vc}^d – тоже до забивки штампа, кДж/м³) которая описывается следующей степенной функцией (рис. 7):

$$K_{vc} = fL_m^{-r}, \quad (2)$$

где: f, r – коэффициенты соответственно равные: 0,199 м⁻¹, 1,39.

Величина достоверности аппроксимации экспериментальных данных по формуле (2): $R^2 = 0,866$.

Выражая длину модели сваи L_m через геометрический масштаб моделирования N в виде $L_m = NL_c$ (где: L_c – длина сваи, м), формулы (1) и (2) можно представить в виде:

$$E_{sh}^p = E_{sh}^d (gNL_c + z), \quad (3)$$

$$E_c^p = E_c^d f (NL_c)^{-r}, \quad (4)$$

Формулу (3) можно использовать для приближенного и относительного прогноза энергетических затрат молота, необходимого для забивки штампа при устройстве ЛКСФ, когда сваи погружаются в грунт до выштамповывания траншеи, а формулу (4) – тоже, но при устройстве ЛКСФ, когда сваи забиваются в выштампованную траншею.

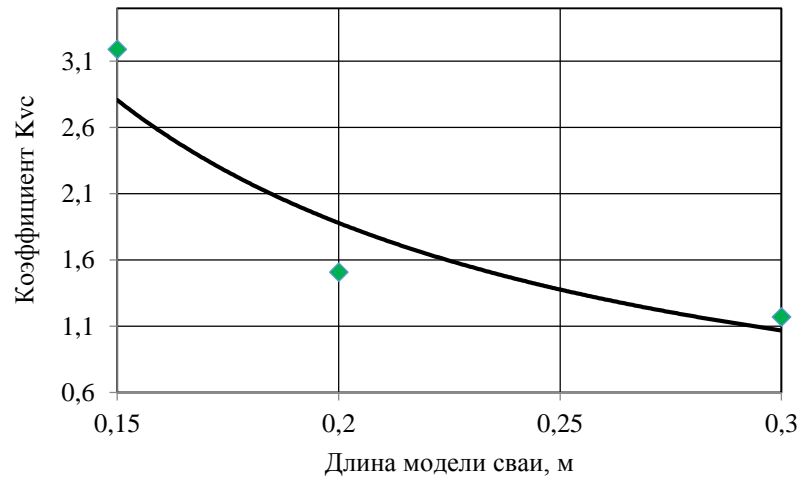


Рис. 7. Изменение коэффициента K_{vc} по мере увеличения длины модели свай

Заключение. Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1) Наличие отверстий в ленточном штампе, облегчает процесс выштамповывания траншеи в грунте и сопровождается некоторым выпором глинистого грунта в полость отверстий;

2) Сваи большей длины при одинаковых затратах энергии на их забивку погружаются на меньшую глубину;

3) Забивка свай через сквозные отверстия штампа, погруженного в грунт, является более энергоемким процессом, чем забивка свай вне штампа. Данный эффект более значимо проявляется при погружении свай малой длины;

4) Забивка штампа со сквозными отверстиями поверху свай, погруженных в грунт, сопровождается большими затратами энергии, чем, забивка штампа при отсутствии забитых свай. Причем эти затраты тем выше, чем больше длина свай;

5) Корреляционные зависимости (3) и (4) рекомендуется использовать для относительного прогноза энергетических затрат молота, необходимых для забивки штампа и свай, при устройстве ЛКСФ.

В заключении следует отметить, что наиболее энергозатратным является процесс устройства ЛКСФ, при котором забивка штампа для выштамповывания траншеи, производится после погружения свай.

Список литературы

1. Готман А.Л., Каранаев М.З. Исследование комбинированных свайных фундаментов на вертикальную нагрузку // Проблемы свайного фундаментостроения / Труды III международной конференции. – Пермь: Издательство ППИ, 1992. – Часть 1. – С.23-26.
2. Глушков И.В. Прогноз осадок комбинированных свайных фундаментов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. по

- специальности 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения» - Пермь, 2007. – 22 с.
3. Балобанов А.В., Гончаров Б.В., Готман А.Л. О динамическом контроле комбинированных свайных фундаментов / Труды международного семинара по механике грунтов, фундаментостроению и транспортным сооружениям. – Пермь: РИО ПГТУ, 2000. – С.145-147.
 4. Готман А.Л., Урманшина Н.Э. О численных исследованиях работы комбинированных свайных фундаментов на горизонтальную и моментную нагрузки / Труды международного семинара по механике грунтов, фундаментостроению и транспортным сооружениям. – Пермь: РИО ПГТУ, 2000. – С.168-171.
 5. Урманшина Н.Э. О результатах численных исследований комбинированных свайных фундаментов на горизонтальную нагрузку и момент / Труды международного семинара по механике грунтов, фундаментостроению и транспортным сооружениям. – Пермь: РИО ПГТУ, 2000. – С.252-255.
 6. Урманшина Н.Э., Мухаметзянов З.Р. Об исследовании значимости отдельных элементов комбинированного свайного фундамента // Вестник АО НИЦ «Строительство». – М., 2022. – №34 (3). – С.134-143. [http://doi.org/10.37538/2224-9494-2022-3\(34\)-134-143/](http://doi.org/10.37538/2224-9494-2022-3(34)-134-143/).
 7. Глушков И.В. Комбинированные свайные фундаменты повышенной несущей способности / Труды международной научно-практической конференции по проблемам механики грунтов, фундаментостроению и транспортному строительству. – Пермь: РИО ПГТУ, 2004. – Том 1. – С.42-45.
 8. Бартоломей А.А., Глушков И.В. Модельные исследования комбинированных фундаментов / Труды международной научно-практической конференции по проблемам механики грунтов, фундаментостроению и транспортному строительству. – Пермь: РИО ПГТУ, 2004. – Том 1. – С.168-175.
 9. Самофеев Н.С., Гареева З.А., Гареев Т.Р. Оценка возможности реализации комбинированных свайных фундаментов в проекте строительства производственного объекта в условиях города Ноябрьска Ямало-Ненецкого автономного округа // Наукоедение / Интернет-журнал. – 2016. – Том 8. – №6. <http://naukovedenie.ru/PDF/124TVN616.pdf>.
 10. Хабибуллин С.Ю., Хабибуллина Н.Н. Численные исследования оптимальных размеров комбинированных свайных фундаментов // Современные наукоемкие технологии / Научный журнал. – М.: Академия Естествознания, 2018. – №9. – С.120-125.
 11. Бекбасаров И.И. Определение диаметра уплотненной зоны грунта, формирующейся вокруг вытрамбовываемого котлована неглубокого заложения / Труды университета. – Караганда: Издательство КарГТУ, 2004. – С.85-88.
 12. Бекбасаров И.И. О рациональных режимах приложения ударной нагрузки при вытрамбовывании котлованов // Исследования сейсмостойких сооружений и конструкций / Труды КазНИИССА. – Алматы: ТОО «Издательство ЛЕМ», 2007. – Выпуск №22(32). – С.198-2002.
 13. Бекбасаров И.И., Исаков Г.И. Способ устройства ленточного свайного фундамента. Описание изобретения к инновационному патенту РК № (19) KZ (13) A4 (11) 27764. – Астана: Комитет по правам интеллектуальной собственности МЮ РК, 2013. – бюл. №12. – 3 с.
 14. Бекбасаров И.И., Исаков Г.И., Аманбай А. Оценка влияния свай и штампов на их погружаемость и несущую способность фундаментных конструкций. – Тараз, 2014. – Издательство «Тараз университеті», 2014. – 146 с.
 15. Бекбасаров И.И. Исследование процесса забивки свай и штампов на моделях. – М.: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2021. – 194 с.
 16. Бекбасаров И.И. Основы рационального вытрамбовывания котлованов под фундаменты. – М.: Электронно-библиотечная система Znanium.com, 2021. <http://znanium.com/catalog/1243773>.

17. Бекбасаров И.И., Байтемиров М.Н., Монтаева Х.А., Исаков Г.И. Влияние режима приложения ударной нагрузки на показатели уплотняемости суглинка // Механика грунтов в геотехнике и фундаментостроении / Материалы международной научно-технической конференции. – Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2015. – С.185-191.

Материал поступил в редакцию 24.04.24.

И.И. Бекбасаров¹, Е.И. Атенов¹, Н.А. Шаншабаев¹

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

**ТАСПАЛЫ АРАЛАС ҚАДАЛЫ ІРГЕТАС ОРНАТУ КЕЗІНДЕ ШТАМП ПЕН ҰЗЫНДЫҚТАРЫ
ӘРТҮРЛІ ҚАДАЛАРДЫ ҚАҒУДЫҢ ЭНЕРГИЯ СЫЙЫМДЫЛЫҒЫ ТУРАЛЫ
(МОДЕЛЬДІК ЗЕРТТЕУЛЕР)**

Аңдатпа. Таспалы аралас қадалар іргетасын (бұдан әрі – ТАҚІ) орнату кезінде қадалар мен штамптарды қағудың энергия сыйымдылығын бағалау бойынша зертханалық эксперименттердің нәтижелері баяндалды. Зерттеулер қадалар мен таспалы штамп модельдерін қолдана отырып орындалды. Таспалы штампта саңылаулардың болуы себебінен топырақта траншеяны штамптау үрдісінің жеңілдейтіні және саңылау қуысына сазды топырақтың ығысып шығатыны анықталды. Бірдей энергия шығындарымен сипатталатын қағу кезінде ұзын қадалар аз тереңдікке батыратылатыны анықталды. Батырылған қаданы штамп саңылаулары арқылы қағу қаданы штампсыз қағуға қарағанда энергия шығынын көп қажет ететіндігі анықталды. Бұл әсер ұзындығы қысқа қадаларды батыру кезінде айтарлықтай байқалады. Қағылған қаданың үстінен саңылауы бар штамптарды қағу үрдісі қадасы жоқ штамптарды қағумен салыстырғанда энергия шығыны көп болатыны анықталды. Қаданың ұзындығы артқан сайын, бұл әсер де артатыны көрінеді. ТАҚІ орнату кезінде штамп пен қадаларды қағу үшін қажет энергия шығынын салыстырмалы түрде болжам жасау үшін пайдалануға ұсынылатын корреляциялық тәуелділіктер алынды. ТАҚІ орнатудың энергия сыйымдылығы бойынша ең тиімді тәсілі қада қағылғаннан кейін штамп қағу екені дәлелденді.

Тірек сөздер: аралас іргетас, топырақ, штамп, қада, траншея, қазаншұңқыр, қағу, штамптау, энергия, соққы, энергия сыйымдылығы.

I.I. Bekbasarov¹, Y.I. Atenov¹, N.A. Shanshabayev¹

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

**ON THE ENERGY INTENSITY OF HAMMERING A STAMP AND PILES OF DIFFERENT
LENGTHS WHEN INSTALLING A COMBINED BELT PILE FOUNDATION
(RESEARCH ON MODELS)**

Abstract. The results of laboratory experiments on the assessment of the energy intensity of pile driving and stamping during the installation of a belt combined pile foundation (hereinafter referred to as BCPF) are presented. The research was carried out using models of piles and a tape stamp. It was found that the presence of holes in the tape stamp facilitates the process of stamping a trench in the ground and is accompanied by some discharge of clay soil into the cavity of the holes. It has been revealed that piles of longer length, with the same energy consumption for their driving, sink to a lower depth. It is determined that driving piles through holes of a stamp immersed in the ground is a more energy-intensive process than driving piles outside the stamp. This effect is more

significantly manifested when sinking piles of small length. It has been found that hammering a stamp with through holes on top of piles immersed in the ground is accompanied by greater energy consumption than hammering a stamp in the absence of driving piles. Moreover, these costs are higher the longer the length of the piles. Correlations have been obtained, which are recommended to be used for the relative prediction of the energy consumption of the hammer required for hammering the stamp and piles when installing the BCPF. It has been revealed that the most energy-efficient process is the BCPF installing, in which the stamp for stamping the trench is hammered after the piles are immersed.

Keywords: combined foundation, soil, stamp, pile, trench, excavation, driving, stamping, energy, impact, energy intensity.

References

1. Gotman A.L., Karanaev M.Z. Issledovaniye kombinirovannykh svaynykh fundamentov na vertikal'nyuyu nagruzku [Study of combined pile foundations for vertical load] // Problemy svaynogo fundamentostroyeniya [Problems of pile foundation construction] / Proceedings of the III international conference. – Perm: PPI Publishing House, 1992. Part 1. P.23-26, [in Russian].
2. Glushkov I.V. Prognoz osadok kombinirovannykh svaynykh fundamentov [Forecast of settlement of combined pile foundations]. Abstract of the dissertation for the scientific degree of Ph.D. in specialty 05.23.02 "Bases and foundations, underground structures" - Perm, 2007. – 22 p., [in Russian].
3. Balobanov A.V., Goncharov B.V., Gotman A.L. O dinamicheskom kontrole kombinirovannykh svaynykh fundamentov [On dynamic control of combined pile foundations] / Trudy mezhdunarodnogo seminar po mekhanike gruntov, fundamentostroyeniyu i transportnym sooruzheniyam [Proceedings of the international seminar on soil mechanics, foundation engineering and transport structures]. – Perm: RIO PSTU, 2000. P.145-147, [in Russian].
4. Gotman A.L., Urmashina N.E. O chislennykh issledovaniyakh raboty kombinirovannykh svaynykh fundamentov na gorizontal'nyuyu i momentnyuyu nagruzku [On numerical studies of the operation of combined pile foundations under horizontal and moment loads] / Trudy mezhdunarodnogo seminar po mekhanike gruntov, fundamentostroyeniyu i transportnym sooruzheniyam [Proceedings of the international seminar on soil mechanics, foundation engineering and transport structures]. – Perm: RIO PSTU, 2000. P.168-171, [in Russian].
5. Urmashina N.E. O rezul'tatakh chislennykh issledovaniy kombinirovannykh svaynykh fundamentov na gorizontal'nyuyu nagruzku i moment [On the results of numerical studies of combined pile foundations for horizontal load and moment] / Trudy mezhdunarodnogo seminar po mekhanike gruntov, fundamentostroyeniyu i transportnym sooruzheniyam [Proceedings of the international seminar on soil mechanics, foundation engineering and transport structures]. – Perm: RIO PSTU, 2000. P.252-255, [in Russian].
6. Urmashina N.E., Mukhametzyanov Z.R. Ob issledovanii znachimosti otdel'nykh elementov kombinirovannogo svaynogo fundamenta [On the study of the significance of individual elements of a combined pile foundation] / Bulletin of JSC Scientific Research Center "Construction". – Moscow, 2022. No. 34 (3). P.134-143. [http://doi.org/10.37538/2224-9494-2022-3\(34\)-134-143/](http://doi.org/10.37538/2224-9494-2022-3(34)-134-143/), [in Russian].
7. Glushkov I.V. Kombinirovannyye svaynyye fundamenty povyshennoy nesushchey sposobnosti [Combined pile foundations with increased bearing capacity] / Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii po problemam mekhaniki gruntov, fundamentostroyeniyu i transportnomu stroitel'stvu [Proceedings of the international scientific and practical conference on problems of soil mechanics, foundation engineering and transport construction]. – Perm: RIO PSTU, 2004. Vol. 1. P.42-45, [in Russian].

8. Bartolomey A.A., Glushkov I.V. Model'nyye issledovaniya kombinirovannykh fundamentov [Model studies of combined foundations] / Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii po problemam mekhaniki gruntov, fundamentostroyeniya i transportnomu stroitel'stvu [Proceedings of the international scientific and practical conference on problems of soil mechanics, foundation engineering and transport construction]. – Perm: RIO PSTU, 2004. Vol. 1. P.168-175, [in Russian].
9. Samofeev N.S., Gareeva Z.A., Gareev T.R. Otsenka vozmozhnosti realizatsii kombinirovannykh svaynykh fundamentov v projekte stroitel'stva proizvodstvennogo ob'yekta v usloviyakh goroda Noyabr'ska Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga [Assessment of the possibility of implementing combined pile foundations in a project for the construction of a production facility in the conditions of the city of Noyabrsk, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug] // Naukovedeniye [Science] / Internet journal, 2016. Vol. 8. No. 6. <http://naukovedenie.ru/PDF/124TVN616.pdf>, [in Russian].
10. Khabibullin S.Yu., Khabibullina N.N. Chislennyye issledovaniya optimal'nykh razmerov kombinirovannykh svaynykh fundamentov [Numerical studies of the optimal dimensions of combined pile foundations] // Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii [Modern high-tech technologies] / Scientific journal. – Moscow: Academy of Natural Sciences, 2018. No. 9. P.120-125, [in Russian].
11. Bekbasarov I.I. Opredeleniye diametra uplotnennoy zony grunta, formiruyushchey v okrug vytrambovyvayemogo kotlovana neglubokogo zalozheniya [Determination of the diameter of the compacted soil zone formed around a compacted shallow pit] / Proceedings of the University. – Karaganda: Publishing House KSTU, 2004. P.85-88, [in Russian].
12. Bekbasarov I.I. O ratsional'nykh rezhimakh prilozheniya udarnoy nagruzki pri vytrambovyvanii kotlovanov [On rational modes of application of shock loads when ramming pits] // Issledovaniya seysmostoykikh sooruzheniy i konstruktsiy [Research of seismic-resistant structures and structures] / Proceedings of KazNISSA. – Almaty: LEM Publishing House LLP, 2007. Issue No. 22(32). P.198-2002, [in Russian].
13. Bekbasarov I.I., Isakov G.I. Sposob ustroystva lentochnogo svaynogo fundamenta [Method of constructing a strip pile foundation]. Description of the invention to the innovative patent of the Republic of Kazakhstan No. (19) KZ (13) A4 (11) 27764. - Astana: Committee on Intellectual Property Rights of the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan, 2013. - Bulletin. No. 12. – 3 p., [in Russian].
14. Bekbasarov I.I., Isakov G.I., Amanbai A. Otsenka vliyaniya svay i shtampov na ikh pogruzhayemost' i nesushchuyu sposobnost' fundamentnykh konstruktsiy [Assessment of the influence of piles and stamps on their immersion and bearing capacity of foundation structures]. – Taraz, 2014. – Publishing house “Taraz University”, 2014. – 146 p., [in Russian].
15. Bekbasarov I.I. Issledovaniye protsessa zabivki svay i shtampov na modelyakh [Study of the process of driving piles and stamps on models]. – Moscow: LLC “Scientific Publishing Center INFRA-M”, 2021. – 194 p., [in Russian].
16. Bekbasarov I.I. Osnovy ratsional'nogo vytrambovyvaniya kotlovanov pod fundamenty [Basics of rational compaction of foundation pits]. – M.: Electronic library system Znanium.com, 2021. <http://znanium.com/catalog/1243773>, [in Russian].
17. Bekbasarov I.I., Baitemirov M.N., Montaeva Kh.A., Isakov G.I. Vliyaniye rezhima prilozheniya udarnoy nagruzki na pokazateli uplotnyayemosti suglinka [Influence of the mode of application of shock load on the compactability of loam] // Mekhanika gruntov v geotekhnike i fundamentostroyenii [Soil mechanics in geotechnics and foundation engineering] / Proceedings of the international scientific and technical conference. – Novocherkassk: SURGPU (NPI), 2015. P.185-191, [in Russian].

МРНТИ 67.09.45

А.А. Жумагулова¹ – основной автор, ©
Д.С. Дюсембинов², Е.Е. Сабитов³,
А.М. Алишинбаева⁴, А.А. Бакирбаева⁵, Ж.А. Шахмов⁶



^{1,2}Канд. техн. наук, и.о. доцента, ³Канд. техн. наук, и.о. профессора,
⁴Заведующая лабораторией, ⁵Докторант, ⁶PhD, и.о. профессора

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-6310-2501> ²<https://orcid.org/0000-0001-6118-5238>
³<https://orcid.org/0000-0003-3784-8657> ⁴<https://orcid.org/0009-0005-6986-483X>
⁵<https://orcid.org/0000-0003-4885-1632> ⁶<https://orcid.org/0000-0003-1680-5287>



^{1,2,3,6}Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,

Астана, Казахстан

⁴Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт,

Астана, Казахстан

⁵Карагандинский технический университет им. А. Сагинова,

Караганда, Казахстан

@

¹zaaskarovna@gmail.com

<https://doi.org/10.55956/VCZA6932>

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ НА СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ КАЗАХСТАНА

Аннотация. Развитие дорожной инфраструктуры обуславливает уровень экономического и социального развития страны. Научный подход авторов к изучению и решению качества дорожных покрытий предполагает улучшение свойств асфальтобетона путем модификации смеси. В данном исследовании анализируются различные виды модификаторов для асфальтобетона, используемого в строительстве дорожных покрытий в Казахстане. Выбор модификаторов проведен на основе экологического решения производства добавок на основе переработанного пластика, полимеров и резиновой крошки, полученной из отходов автомобильных шин. Особое внимание уделяется методам оценки свойств модифицированных смесей. Также проводится анализ результатов физико-механических испытаний различных образцов с модификаторами в лабораторных условиях. Выводы об условиях применения рассмотренных модификаторов получены на основании результатов исследования. В общем, статья подчеркивает важность применения модифицированного асфальтобетона для повышения безопасности и эффективности движения транспорта по дорогам Казахстана.

Ключевые слова: асфальтобетонные смеси, дорожное покрытие, модификатор, резиновая крошка, битум.



Жумагулова, А.А. Влияние модификаторов на свойства асфальтобетонных смесей для дорожных покрытий Казахстана [Текст] / А.А. Жумагулова, Д.С. Дюсембинов, Е.Е. Сабитов, А.М. Алишинбаева, А.А. Бакирбаева, Ж.А. Шахмов // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №2(84). – С.207-217.
<https://doi.org/10.55956/VCZA6932>

Введение. Строительство асфальтобетонных дорог является важным компонентом развития транспортной инфраструктуры страны. Хорошо

развитая сеть дорог способствует экономическому росту, улучшению доступности к местам и повышению конкурентоспособности экономики в целом [1]. Асфальтобетонные дороги играют ключевую роль в развитии отдаленных и малонаселенных регионов Казахстана. Обеспечение доступности транспортной инфраструктуры в этих районах способствует экономическому и социальному развитию, помогая преодолевать проблемы изоляции и недостатка доступа к услугам. Качественные дороги ускоряют транспортные потоки, что способствует экономии времени и топлива. Несмотря на все достоинства применения асфальтобетонных дорог, их строительство сопряжено с рядом проблем, связанными с качеством сырьевых ресурсов и технологий, которые определяют дальнейшие физико-механические и технические характеристики дорожных покрытий. Нередко возникают проблемы из-за низкого качества строительства асфальтобетонных дорог, такие как неровности, неправильное уплотнение, неравномерное распределение материалов и другие дефекты, которые приводят к быстрому износу и сокращению срока службы дорожного покрытия. В регионах с экстремальными климатическими условиями, такими как сильные морозы зимой и высокие температуры летом, асфальтобетонные дороги сталкиваются с дополнительными вызовами. Это включает изменения объема материалов из-за температурных колебаний, появление трещин из-за замерзания и оттаивания, а также повышенный износ под воздействием агрессивных погодных условий. Отечественные ученые внесли значительный вклад в развитие и усовершенствование состава асфальтобетонного покрытия, представляя инновационные подходы и технологии [2,3]. Исследователями Института проблем горения было изучено влияние добавления резиновой крошки на процесс окисления вакуумного остатка и свойства получаемых резинобитумных вяжущих [4]. Полученное ими резинобитумное вяжущее характеризуется высокой эластичностью и низкой точкой Фрааса. Комплексный модуль сдвига образцов уменьшился с повышением температуры. Кратковременное старение привело к увеличению модуля сдвига для всех образцов. Совместные исследования зарубежных и отечественных ученых были посвящены возможности использования органических отходов, состоящих из жирных кислот, среднемолекулярных углеводов и целлюлозы, для улучшения свойств битума [5]. Было установлено, что они могут быть применимы в качестве вязкотекучего агента, либо наполнителя.

В результате проведения обзора научных исследований зарубежных и казахстанских ученых в области дорожных материалов было установлено, что одной из основных проблем производимых дорожных покрытий является качество битумных вяжущих. Для повышения характеристик битума вводятся различные модификаторы. В зависимости от состава и способа введения в смесь модификаторы стабилизируют либо повышают определенные характеристики асфальтобетона.

Целью данной статьи является изучение влияния модификаторов на основе полимеров, переработанного пластика и резинового порошка на физико-механические показатели асфальтобетонной смеси. Выбранные модификаторы различаются между собой по технологии производства, составу и способу применению. Анализ зарегистрированных дорожно-строительных материалов в реестре новых технологий АО «КазДорНИИ» показал, что основными действующими компонентами представленных

модификаторов являются полимеры и продукты вторичной переработки (пластик, резиновая крошка).

Модифицированные резиновые компоненты помогают снизить температурную чувствительность асфальтобетона, увеличить его упругость и снизить вероятность образования трещин. Добавка модификаторов на основе переработанного пластика позволяет улучшить механические свойства асфальтобетонных смесей, такие как прочность, устойчивость к трещинам и износостойкость. Важным аспектом применения модификаторов на основе переработанного пластика является их технологическая совместимость с другими компонентами асфальтобетонных смесей. Полимерные добавки применяются для улучшения гибкости, прочности и устойчивости к трещинам асфальтобетонных смесей. Они способствуют улучшению сцепления асфальтобетона с направляющей. В данной статье представлены выводы экспериментальных исследований, касающиеся использования модификаторов, включающих активированный резиновый порошок, пластик и полимеры в составе асфальтобетонной смеси.

Условия и методы исследования. Для оценки эффективности применения модификаторов были изготовлены образцы асфальтобетона с добавками на основе резинового порошка (М1), переработанного пластика (М2) и полимеров (М3). Основные физико-механические показатели определялись в соответствии с требованиями национальных стандартов СТ РК 2373-2019, СТ РК 1218-2003 [6,7]. Испытания проводились в аккредитованной лаборатории АО «КазДорНИИ».

Для определения показателя водонасыщения образцы были помещены в сосуде с водой ($t=20\pm 2^\circ\text{C}$) в вакуумную установку. Испытание проводилось в специальных условиях с соблюдением режима давления. После извлечения образцы взвешиваются в воде и на воздухе. За результат испытания принимается среднее значение трех определений. На рисунке 1 показано взвешивание образцов на воздухе для дальнейшего расчета водопоглощения.



Рис. 1. Взвешивание подготовленных образцов на воздухе

Для вычисления предела прочности при сжатии предварительно подготовленные образцы термостатируют при температуре $20\pm 2^\circ\text{C}$ и $50\pm 2^\circ\text{C}$

в течение двух часов. Далее проводится испытание на гидравлическом прессе, показанном на рисунке 2. За результат испытания принимается среднее значение трех образцов.



Рис. 2. Определение предела прочности

Метод определения прочности при расколе образцов асфальтобетона, известный как метод разрушения при трехточечном изгибе (также называемый метод Маршалла), является одним из основных методов испытания для оценки прочностных характеристик асфальтобетонных смесей. Образец укладывается на две опоры, разнесенные на определенное расстояние друг от друга, и затем на него нагружается сила в середине образца. Испытание показано на рисунке 3.



Рис. 3. Испытание прочности при расколе

Это создает изгибающий момент, который вызывает разрушение образца. Результатом испытания принимается среднее арифметическое значение трех испытаний. Определение сдвигоустойчивости образцов асфальтобетона по методу Маршалла является одним из стандартных испытаний, проводимых для оценки характеристик асфальтобетонных смесей. Данный метод широко используется в дорожном строительстве и предоставляет ценную информацию о сдвигоустойчивости асфальтобетона, что позволяет инженерам и проектировщикам принимать решения о выборе оптимальных составов смесей и обеспечении долговечности дорожных покрытий.

Образцы асфальтобетона приготавливаются путем компактации смеси в стандартные цилиндрические формы при определенной температуре и влажности. После термической обработки образцы подвергаются нагрузке с помощью цилиндрического плунжера диаметром 50,8 мм и скоростью нагрузки 50,8 мм/мин. Нагрузка на образец увеличивается до тех пор, пока не произойдет разрушение или сдвиг. Нагружение образцов показано на рисунке 4.



Рис. 4. Проведение испытания на сдвигоустойчивость образцов

Итоговые показатели коэффициента внутреннего трения и сцепления при сдвиге рассчитываются по итогам испытаний трех образцов.

Результаты исследований. Водонасыщение является важным показателем, поскольку оно может влиять на прочность и долговечность дорожного покрытия, особенно в условиях влажности и неблагоприятной среды. Результаты определения водонасыщения образцов асфальтобетона приведены на рисунке 5.

Полученные результаты свидетельствуют об одинаковом уровне водонасыщения всех образцов. Для анализа эффективности применения модификаторов следует провести анализ по другим проведенным испытаниям.

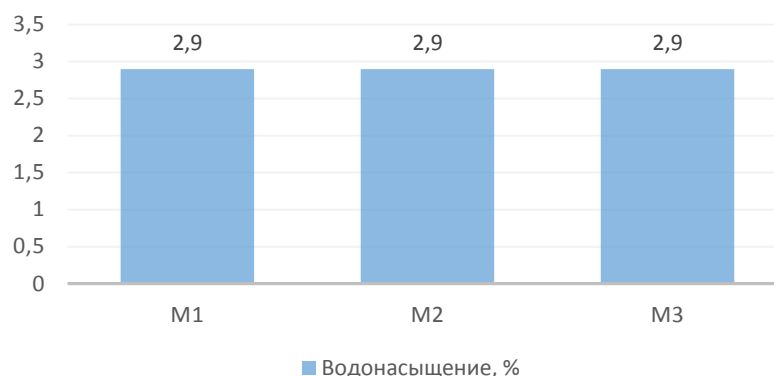


Рис. 5. Показатели водонасыщения образцов асфальтобетона

Показатель прочности при сжатии важен для оценки механических характеристик асфальтобетонного покрытия и его способности выдерживать нагрузки, такие как движение транспортных средств и нагрузки от окружающей среды. Результаты испытания приведены на рисунке 6.

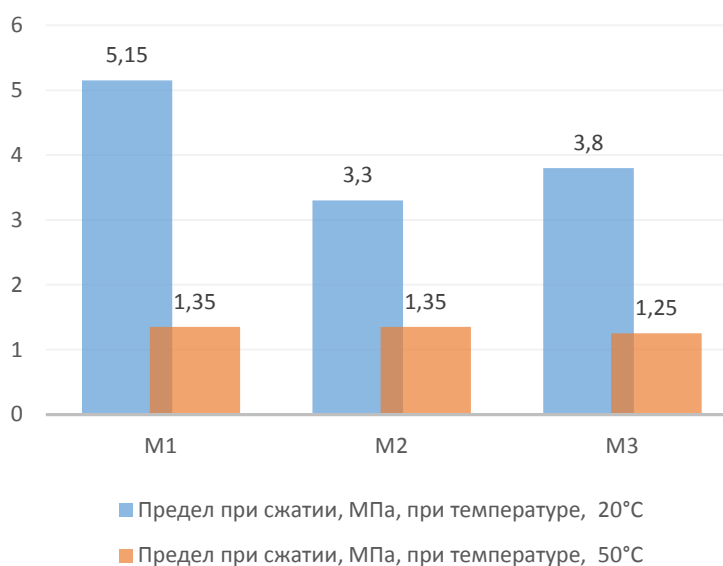


Рис. 6. Показатели прочности при сжатии образцов

Как следует из проведенных исследований, образцы с применением добавок на основе резинового порошка показали лучшие результаты по сравнению с образцами на основе переработанного пластика и полимера при $t=20^{\circ}\text{C}$ и $t=50^{\circ}\text{C}$. Асфальтобетон с добавлением полимера показал прочность при сжатии выше, чем у образца с добавлением переработанного пластика при $t=20^{\circ}\text{C}$. Однако при $t=50^{\circ}\text{C}$ значение получено ниже. Таким образом, при динамических нагрузках на дорожное покрытие асфальтобетон с применением резинового порошка более устойчив по сравнению с образцами на основе переработанного пластика и полимера. С свою очередь, модификатор на основе переработанного пластика показал большую эффективность, чем полимерная добавка. Полученные данные прочности при

расколе используются для оценки качества асфальтобетонной смеси, ее способности выдерживать нагрузки и предотвращать разрушение при изгибе. Результаты испытания приведены на рисунке 7.

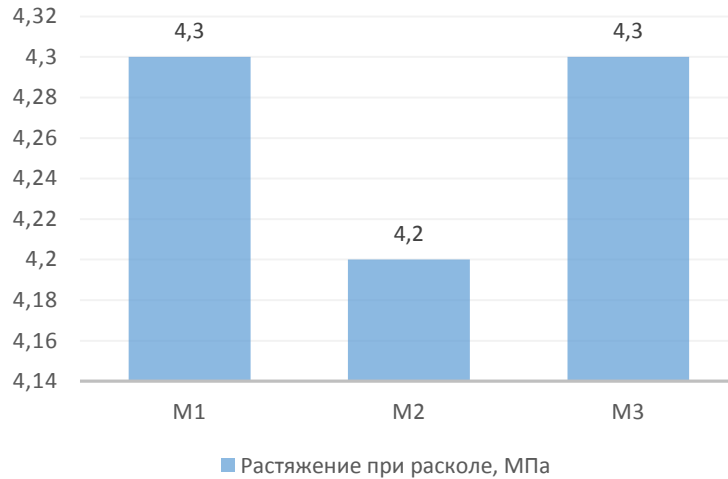


Рис. 7. Данные прочности образцов при расколе

Согласно полученным данным, образцы асфальтобетона, модифицированные добавками на основе резинового порошка и полимера, одинаково работают на изгиб, показатели соответствуют требованиям нормативов. Образец с применением переработанного пластика показал прочность ниже, чем у M1 и M3, но тем не менее находится в пределах нормативных. Таким образом, все три образца показали достаточную эффективность использования их в асфальтобетоне по результатам данного испытания.

Исследование образцов на сдвигустойчивость проводилось для оценки способности асфальтобетона сохранять свою форму и структуру при динамических нагрузках, таких как движение транспортных средств или тепловые расширения. Результаты показаны на рисунке 8.

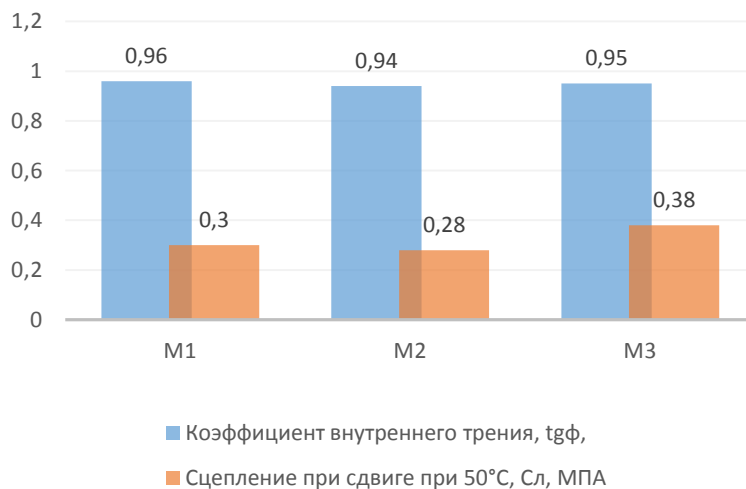


Рис. 8. Показатели сдвигустойчивости образцов асфальтобетона

Образец М1 имеет высокий коэффициент внутреннего трения и среднее значение сцепления при сдвиге. Высокий $\text{tg}\varphi$ указывает на хорошую внутреннюю сцепляемость частиц асфальтобетона, что может способствовать его стабильности и устойчивости при нагрузках. Однако относительно низкое значение сцепления при сдвиге может снижать общую эффективность сопротивления сдвигу. Образец М2 также характеризуется высоким коэффициентом внутреннего трения, что указывает на хорошую сцепляемость. Однако его значение сцепления при сдвиге ниже, чем у образца М1, что указывает на менее эффективное сопротивление сдвигу. Образец М3 имеет средний коэффициент внутреннего трения и самое высокое значение сцепления при сдвиге среди всех трех образцов. Это указывает на то, что он обладает хорошей способностью сопротивляться сдвигу при повышенной температуре.

Обсуждение научных результатов. Испытания асфальтобетона на водопоглощение, предел прочности при сжатии и расколе, а также определение сдвигоустойчивости являются важными процедурами, используемыми для оценки качества и характеристик асфальтобетонных материалов. Исследования проводились для оценки влияния модифицирующих добавок на основные показатели физико-технических свойств асфальтобетона. На основании полученных результатов можно заключить следующее:

1. Образец асфальтобетона с добавкой на основе резинового порошка (М1) обладает высокой прочностью при сжатии при нормальных температурных условиях (20°C), что обуславливает его выбор для использования в дорожных покрытиях в холодных климатических зонах. Однако его сниженная прочность при повышенных температурах (50°C) может привести к возможным проблемам при эксплуатации в жарких регионах. Возможной причиной может стать то, что при повышении температуры резиновые полимеры становятся менее вязкими и менее упругими, что приводит к их размягчению. Резиновая крошка становится более склонной к пластическим деформациям и менее устойчивой к сдвиговым нагрузкам.

2. Образец материала с добавлением модификатора из переработанного пластика (М2) обладает меньшей прочностью при сжатии по сравнению с М1, что может означать, что он предназначен для менее интенсивно нагруженных участков дорог или для применения в более мягких климатических условиях. Снижение прочности асфальтобетона может быть обусловлено ухудшением адгезии между битумом и минеральными заполнителями за счет изменения химического состава асфальтобетона. Данный показатель может нивелироваться контролем состава сырьевых компонентов модификатора. Тем не менее, показатель прочности при сжатии при температуре 50°C выше, чем у образца М3, и соответствует нормативному показателю СТ РК 2373 (не менее 1,0 МПа). В целом, эффективность пластиковой добавки в асфальтобетоне может зависеть от множества факторов, включая тип пластика, его концентрацию, способ добавления и процесс смешивания.

3. Модифицированный полимерной добавкой асфальтобетон (М3) обладает прочностью при сжатии, близкой к образцу М2, но имеет более высокое сцепление при сдвиге при повышенных температурах. Полимеры в составе асфальтобетона способствуют повышению адгезии битума с минеральной частью, обеспечивая более прочную и устойчивую связь.

Наиболее высокий показатель сдвигоустойчивости образца МЗ по сравнению с другими двумя свидетельствует о положительном влиянии полимерных компонентов на структурообразование материала, улучшая его сопротивление к образованию трещин под воздействием повтряющихся нагрузок. Это может сделать асфальтобетон более подходящим для использования в регионах с высокими летними температурами, где важно обеспечить хорошую устойчивость покрытия при высоких нагрузках. При использовании данного модификатора необходимо учитывать требования проекта и условия эксплуатации.

Закключение. В контексте дорожного строительства, где долговечность, устойчивость к разрушениям и водопроницаемость играют ключевую роль, результаты испытаний указывают на потенциал использования добавок М1, М2 и М3 для улучшения качества асфальтобетона. Важно отметить, что хотя добавка на основе резиновой крошки продемонстрировала лучшие прочностные характеристики при испытаниях на сжатие при нормальной и повышенной температуре, модификаторы из переработанного пластика и полимера также проявили высокую трещиностойкость и устойчивость к деформации, что указывает на их потенциал в улучшении долговечности и надежности дорожных покрытий. Дополнительные исследования могут включать анализ влияния данных добавок на устойчивость к воздействию агрессивных сред, долговечность в условиях интенсивного транспортного движения и устойчивость к воздействию атмосферных условий. Также необходимо оценить экономическую целесообразность использования каждой из добавок с учетом их стоимости и потенциальных экологических выгод. В целом, результаты испытаний модификаторов асфальтобетона свидетельствуют об их потенциале для повышения качества асфальтобетонных смесей и улучшения характеристик дорожных покрытий. Однако для более полного понимания их эффективности и применимости необходимо дополнительное исследование и анализ в различных условиях эксплуатации.

Список литературы

1. Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Экономический курс Справедливого Казахстана». 2023. [?].
2. Teltayev B.B., Iskakbayev A.I., Abu B.D. Steady-state deformation of asphalt concrete // Construction and Building Materials, 2022. Vol. 349. P. 128754.
3. Aitkaliyeva G.S., Yelubay M.A., Ismailova A.B., Yerzhanova D.S., Massakbayeva S.R. Polymeric modifiers for bituminous binders // Bulletin of Kazakh Leading Academy of Architecture and Construction, 2022. Vol. 83, No. 1. P. 98-106.
4. Zhambolova A., Ongarbayev Y., Tileuberdi Y., Teltayev B. Oxidation of Vacuum Residue with the Addition of Crumb Rubber // Eurasian Chemico-Technological Journal, 2022. Vol. 24, No. 1. P. 21-32.
5. Caputo P., Porto M., Loise V., Abe A., Teltayev B., Calandra P., Rossi C.O. How Organic Waste Improves Bitumen's Characteristics // Eurasian Chemico-Technological Journal, 2021. Vol. 23. No. 3. P. 227-233.
6. СТ РК 2373-2019. Смеси щебеночно-мастичные полимерасфальтобетонные дорожные, аэродромные и щебеночно-мастичный полимерасфальтобетон. Технические условия [Текст]. – Введ. 2019-09-27. – Нур-Султан: Госстандарт, 2019. – 13 с.
7. СТ РК 1218-2003. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний [Текст]. – Введ. 2005-01-01. – Астана: Госстандарт, 2004. – 60 с.

Материал поступил в редакцию 24.04.24.

А.А. Жумагулова¹, Д.С. Дюсембинов¹, Е.Е. Сабитов¹,
А.М. Алшинбаева², А.А. Бакирбаева³, Ж.А. Шахмов¹

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

²Қазақстан жол ғылыми-зерттеу институты, Астана қ., Қазақстан

³А. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті,
Қарағанды қ., Қазақстан

МОДИФИКАТОРЛАРДЫҢ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖОЛ ЖАБЫНДАРЫ ҮШІН АСФАЛЬТБЕТОН ҚОСПАЛАРЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ

Аңдатпа. Жол инфрақұрылымының дамуы елдің экономикалық және әлеуметтік даму деңгейін анықтайды. Авторлардың ғылыми көзқарасы жол жабындарының сапасын зерттеуге және шешуге қоспаны өзгерту арқылы асфальтбетонның қасиеттерін жақсартуды көздейді. Бұл зерттеуде Қазақстанда жол жабындарын салуда қолданылатын асфальтбетонға арналған модификаторлардың әртүрлі түрлері талданады. Модификаторларды таңдау автомобиль шиналарының қалдықтарынан алынған қайта өңделген резеңке үгіндісі, пластик және полимерлер негізінде қоспалар өндірісінің экологиялық шешімі негізінде жүзеге асырылады. Модификацияланған қоспалардың қасиеттерін бағалау әдістеріне ерекше назар аударылады. Сондай-ақ, зертханалық жағдайда модификаторлары бар әртүрлі үлгілердің физика-механикалық сынақтарының нәтижелеріне талдау жасалады. Қарастырылған модификаторларды қолдану шарттары туралы қорытындылар зерттеу нәтижелері негізінде алынды. Жалпы, мақала Қазақстан жолдарында көлік қозғалысының қауіпсіздігі мен тиімділігін арттыру үшін модификацияланған асфальтбетонды қолданудың маңыздылығын атап көрсетеді.

Тірек сөздер: асфальтбетон қоспалары, жол жабыны, модификатор, резеңке үгіндісі, битум.

А.А. Zhumagulova¹, D.S. Dyusseminov¹, E.E. Sabitov¹,
A.M. Alshinbayeva², A.A. Bakirbayeva³, Zh.A. Shakhmov¹

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

²Kazakhstan Road Research Institute, Astana, Kazakhstan

³A. Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan

INFLUENCE OF MODIFIERS ON THE PROPERTIES OF ASPHALT CONCRETE MIXTURES FOR ROAD PAVEMENTS IN KAZAKHSTAN

Abstract. The development of road infrastructure determines the level of economic and social development of the country. The authors' scientific approach to studying and solving the quality of road surfaces involves improving the properties of asphalt concrete by modifying the mixture. This study analyzes different types of modifiers for asphalt concrete used in the construction of road pavements in Kazakhstan. The choice of modifiers was made on the basis of an environmentally friendly solution for the production of additives based on recycled plastic, polymers and crumb rubber obtained from waste car tires. Particular attention is paid to methods for assessing the properties of modified mixtures. An analysis of the results of physical and mechanical tests of various samples with modifiers in laboratory conditions is also carried out. Conclusions about the conditions for using the considered modifiers were obtained based on the results of the study. In general, the article emphasizes the importance of using modified asphalt concrete to improve the safety and efficiency of traffic on the roads of Kazakhstan.

Keywords: asphalt concrete mixtures, road pavement, modifier, crumb rubber, bitumen.

References

1. Poslaniye Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokayeva narodu Kazakhstana «Ekonomicheskiy kurs Spravedlivogo Kazakhstana» [Message from the Head of State Kassym-Jomart Tokayev to the people of Kazakhstan “Economic course of a Just Kazakhstan”], 2023, [in Russian].
2. Teltayev B.B., Iskakbayev A.I., Abu B.D. Steady-state deformation of asphalt concrete // Construction and Building Materials, 2022. Vol. 349. P. 128754.
3. Aitkaliyeva G.S., Yelubay M.A., Ismailova A.B., Yerzhanova D.S., Massakbayeva S.R. Polymeric modifiers for bituminous binders // Bulletin of Kazakh Leading Academy of Architecture and Construction, 2022. Vol. 83, No. 1. P. 98-106.
4. Zhambolova A., Ongarbayev Y., Tileuberdi Y., Teltayev B. Oxidation of Vacuum Residue with the Addition of Crumb Rubber // Eurasian Chemico-Technological Journal, 2022. Vol. 24, No. 1. P. 21-32.
5. Caputo P., Porto M., Loise V., Abe A., Teltayev B., Calandra P., Rossi C.O. How Organic Waste Improves Bitumen’s Characteristics // Eurasian Chemico-Technological Journal, 2021. Vol. 23. No. 3. P. 227-233.
6. ST RK 2373-2019. Smesi shchebenochno-mastichnyye polimerasfal'tobetonnyye dorozhnyye, aerodromnyye i shchebenochno-mastichnyy polimerasfal'tobeton. Tekhnicheskiye usloviya [Mixtures of crushed stone-mastic polymer-asphalt concrete for road, airfield and crushed stone-mastic polymer-asphalt concrete]. – Introduced. 2019-09-27. – Nur-Sultan: Gosstandart, 2019. – 13 p., [in Russian].
7. ST RK 1218-2003. Materialy na osnove organicheskikh vyazhushchikh dlya dorozhnogo i aerodromnogo stroitel'stva. Metody ispytaniy [Materials based on organic binders for road and airfield construction. Test methods]. – Introduced. 2005-01-01. – Astana: Gosstandart, 2004. – 60 p., [in Russian].

FTAMP 67.11.31

Д.Ж. Артықбаев¹ – негізгі автор, | ©
А.Қ. Жусипбеков², Қ.С. Досалиев³¹PhD, аға оқытушы, ²Аға оқытушы, ³PhD, доцент

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-4794-8707> ²<https://orcid.org/0009-0001-4123-8395>³<https://orcid.org/0000-0002-5423-9231>^{1,2,3}М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,

Шымкент қ., Қазақстан

¹artykbaev_d@mail.ru<https://doi.org/10.55956/SMPY2332>

ТҰРҒЫН ҮЙ ҚҰРЫЛЫСЫНДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ЗАМАНАУИ МАТЕРИАЛДАР МЕН КОНСТРУКЦИЯЛАР

Аңдатпа. Мақалада қазіргі заманғы дамуды ескере отырып, құрылыстың климаттық аймағына қарамастан, жаппай тұрғын үй құрылысында әмбебап энергия тиімді инженерлік және технологиялық шешімдерді қолдану мүмкіндігі қарастырылады. Мақалада қазіргі заманғы тұрғын үй құрылысында қолданылатын құрылыс технологияларының жетілдірілуі қарастырылып қана қоймай, сонымен қатар энергияны үнемдейтін материалдар мен конструкцияларға шолу жасалады. Зерттеудің мақсаты инновациялық технологиялар мен материалдарды пайдалана отырып, тұрғын үй құрылысына энергия тиімді шешімдерді енгізуге ұмтылыс. Теориялық материалдардан басқа, әртүрлі инженерлік-техникалық шешімдердің артықшылықтары мен кемшіліктерін нақты көрсететін практикалық есептеулер ұсынылады.

Тірек сөздер: энергия тиімділігі, тұрғын үй құрылысы, заманауи құрылыс материалдары, темірбетон конструкциялары.



Артықбаев, Д.Ж. Тұрғын үй құрылысында қолданылатын заманауи материалдар мен конструкциялар [Мәтін] / Д.Ж. Артықбаев, А.Қ. Жусипбеков, Қ.С. Досалиев // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №2(84). – Б.218-227. <https://doi.org/10.55956/SMPY2332>

Кіріспе. Қазіргі уақытта инновациялық технологиялар мен инженерлік жетістіктер қоғамның күнделікті өмірінің барлық салаларына белсенді түрде енгізілуде. Осыған байланысты жобалау және құрылыс саласы ешқандай жағдайда ерекшелік емес. Құрылыста, сондай-ақ тұрғын үйде энергия үнемдеу мен энергия тиімділігін дамыту-коммуналдық шаруашылықты әр елдегі басымдықтардың бірі ретінде қарастыруға болады. Қазақстан мен Еуропаның жетекші елдерінің құрылыс саласында энергияны тиімді және ұтымды пайдалану және жаңартылатын энергия көздерін неғұрлым белсенді пайдалану, парниктік газдар шығарындыларын азайту маңызды шара болып саналады.

Бұл саладағы ақылға қонымды мемлекеттік саясат жалпы өмір сапасын жақсартатыны сөзсіз. Заманауи құрылыс материалдары сәулетшілер мен дизайнерлерге көптеген стандартты емес шығармашылық шешімдерді

қолдануға мүмкіндік береді; жобаны іске асыру үшін қажет кез келген құрылыс жобасына қатысты пайдалану және монтаждау технологиясын меңгерген құрылыс инженерлерімен бірлесіп идеяларды іс жүзінде жүзеге асыру [1].

Алдын ала дайындалған темірбетон панельдерін қолданатын үй құрылысы технологиясы құрылыстың максималды жылдамдығын қамтамасыз етеді. Бұл оған дәстүрлі құрылыс технологияларынан артықшылық береді.

Кеңес Одағында бұл технология кеңінен қолданылды. Жер учаскелері мен несиелер алу тұрғысынан мемлекет құрылысының осы түріне берілетін преференциялар әлеуметтік тұрғын үйге деген өткір қажеттіліктерді қанағаттандыруға мүмкіндік берді [2].

Экономиканы басқарудың әкімшілік-командалық жүйесінің арқасында тұрғын үйдің 90% дейін қалалар құрама темірбетон өндірісінің технологияларын қолдана отырып салынды. Алайда, алдын-ала дайындалған панельдердің жоғары технологиялылығына қарамастан, мұндай ғимараттардың архитектуралық келбеті мен қалалық ортаны эстетикалық жағымды деп санауға болмайды. Батыс Еуропада олар 20 ғасырдың аяғында қала тұрғындары үшін тиісті тұрғын үй жағдайларын қамтамасыз ету мәселесін шеше бастады.

Тұрғын үйге қол жетімділіктің өткір мәселесі шешілген кезде, атап айтқанда, 1980 жылдары, темірбетон өндірісінің технологияларын қолдана отырып, өнеркәсіптік жолмен салынған ғимараттарды бұзу және қайта құру басталды. Алайда, 1960 жылдары Еуропада физикалық тозу емес, моральдық ескіру қалалық аудандарды қайта құруға себеп болды. Осыған байланысты келесі жағдайларды қарастыруға болады: тұрғын үйлерді пайдалану кезінде энергияны үнемдеуге қойылатын талаптарды қатаңдату, жоғары сапалы қалалық ортаға жаппай төлемге қабілетті сұраныстың пайда болуы, белгілі бір жобалық параметрлер мен пайдалану шарттары асып кеткен жағдайда денсаулық пен әлеуметтік қатынастарға зиян келтіретін тығыздығы жоғары көп қабатты тұрғын үйлердегі өмірді зерттеу [3].

Экономикалық жағдайға байланысты белгілі бір елде немесе қалада қайта құрудың екі тәсілі қолданылды. Бірінші тәсіл құрама ғимараттарды толық немесе ішінара бұзуды, содан кейін тазартылған жерлерде жаңа ғимараттар салуды көздейді. Екінші тәсіл – 1960 жылдары салынған ғимараттардағы тірек құрылымдарын толық немесе ішінара сақтау, бірақ ғимараттың сыртқы түрін өзгерту.

Тұрғын үй қорын жаңғырту, энергияны үнемдеу және табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану үшін әртүрлі елдердің билігі тозығы жеткен тұрғын үйлерді жаңғырту бойынша Мемлекеттік бағдарламалар әзірледі. Бұл бағдарламалар ұзақ мерзімді іске асыруға арналған. Аудан тұрғындарының бірлігі тұрғын үй жағдайын жақсартуға ғана емес, сонымен бірге әлеуметтік жағдайды жақсартуға бағытталған шараларды белгілейді. Зерттеу әртүрлі климаттық аймақтарда орналасқан қарастырылып отырған қалаларда тұрғын үй салу тәжірибесін қарастырды [4].

Тұрғын үйлерді (құрама, монолитті немесе аралас) салу кезінде заманауи құрылыс материалдарын пайдалану тірек және қоршау құрылымдарының техникалық сипаттамаларын едәуір жақсартып қана қоймай, сонымен қатар Еуропалық стандарттарға сәйкес қоршаған ортаға қамқорлық жасауға мүмкіндік береді. 2-5 қабатты ғимараттарға және жаңа құрылыс нысандарына жаңа тұрғын үй кеңістігін қосу арқылы, мысалы, қолданыстағы ғимараттардың арасына салынған секция немесе бекітілген секциялар арқылы ауданды

пайдалануды арттыруға болады. Толықтырулар мен енгізілетін секциялар есебінен тұрғын үй қорының ұлғаюы 25% - дан аспауға тиіс. Бір жағынан, бұл сатылатын жаңа пәтерлердің жеткілікті санын қамтамасыз етеді. Ал екінші жағынан, мұндай толықтырулар мен енгізілген бөлімдер қолданыстағы әлеуметтік және инженерлік инфрақұрылымға айтарлықтай әсер етпейді. Табыс қалдығы және шығындар сәттілік критерийі ретінде қызмет етеді [5].

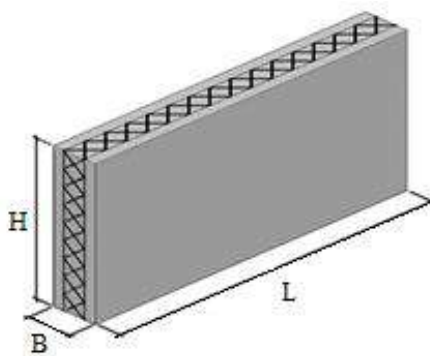
Жаңа құрылысқа қосымша, орта қабатты тұрғын үйлерде орындалатын жөндеу және жөндеу жұмыстары мыналарды қамтуы керек:

- баспалдақ торларына іргелес лифтілер мен кіреберістерді қамтамасыз ету;
- қолданыстағы ғимараттарға қосылу үшін металл тіректерге оқшауланған балкондарды қосу, бұл әдетте типтік тұрғын үй серияларында қарастырылмаған;
- ұтқырлығы шектеулі адамдар үшін жеке кіреберістері бар пәтерлерді жайластыра отырып, бірінші қабаттарды қайта жабдықтау;
- балаларға арналған төбесінде ойын алаңдары, спорт алаңдары және ересектерге арналған демалыс аймақтары бар бірінші қабаттарға іргелес бір қабатты жабық автотұрақтарды жайластыру;
- түрлендірілген бірінші қабаттарда тұрғындарға қойма үй-жайларын бөлу;
- қасбеттерді оқшаулау және әрлеу;
- ғимараттың сыртқы ойықтарының жылу оқшаулауын ауыстыру;
- үйшілік коммуникациялар мен жабдықтарды ауыстыру, жөндеу [6].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Инженерлік коммуникациялар мен конструктивтік ерекшеліктерді заманауи энергиялық тиімді материалдар мен технологияларды: ауаны баптау, жылу оқшаулау, энергия және су үнемдеу жабдықтарын пайдалана отырып жақсартуға болады. Суық климаты бар елдерде тұрғын үйлерді жаңғырту энергия тиімділігін арттыруды, яғни микроклиматты бақылауды қамтамасыз ету арқылы жылытуға, сумен жабдықтауға және электрмен жабдықтауға, энергия тұтынуды азайтуға бағытталған заманауи инженерлік технологияларды пайдалануды көздейді. Жақсы ғимараттың сәндік элементтері ретінде қызмет ететін парапеттерге күн панельдерін орнату. Қасбет және тұрғын үйді қосымша энергиямен қамтамасыз ету [7]. Көпқабатты үйде жеке энергия есептегіштері бар радиаторларды орнату шығындарды дәл бөлуге және ғимараттың энергия тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін ыңғайлы жүйені қамтамасыз етеді. Артық жылуға келетін болсақ, мәселені кіріктірілген балкондар, сарайлар және т.б. сияқты күннен қорғайтын құрылымдарды орнату, сондай-ақ желдету жабдықтарын орнату арқылы шешуге болады. Пәтерлерден шығатын жылу және пассивті күн сәулелері реттелетін желдету жүйесі арқылы шығарылуы мүмкін және энергиялық жүйенің элементіне біріктірілген. Энергия тиімділігін арттыру мақсатында ғимараттарды қайта құрудың ұлттық стратегиясы туралы Еуропалық құжаттарға сәйкес, энергия тиімділігінің белгілі бір кластарындағы ғимараттар жылуды қалпына келтіретін желдету жүйелерін орнатуды талап етеді [8].

Осыған байланысты тұрғын үйлерді құрастыру үшін қолданылатын үлкен панельді, монолитті және тас құрылыс технологиялары үлкен қызығушылық тудырады. Бұл технологиялар құрылысты механикаландыруға және жаңа құрылыс материалдарының пайда болуына арналған тірек құрылыстарын жасағаннан кейін пайда болды.

Әдетте, сыртқы қабырғалар ішкі жүк көтергіш қабырғаларға немесе едендерге тірелген темірбетоннан жасалған үш қабатты панельдерден тұрғызылады. Панельдің ішкі жүк көтергіш қабаты ауыр бетоннан (қалыңдығы кемінде 100 мм), ал сыртқы қабаты жеңіл немесе ауыр бетоннан (қалыңдығы кемінде 50 мм) жасалған, оның беті қасбеттің архитектуралық дизайнына сәйкес келеді. Панельдің ортасында тиімді оқшаулағыш материал қабаты бар, қалыңдығы шамамен 150-180 мм темірбетоны 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1. Үш қабатты темірбетон панельдері

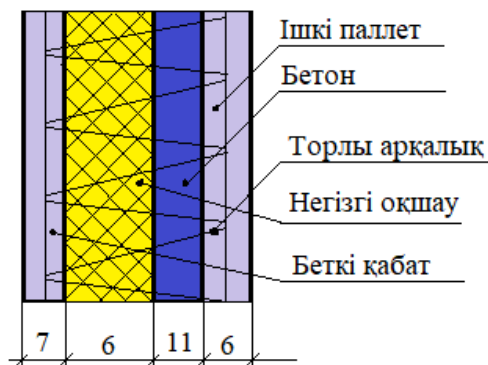
Модульдік жүйелердің икемділігі ғимараттың морфогенетикалық көлеміне енгізілген әр түрлі өзгерістермен бірге эстетикалық тұрғыдан ерекшеленетін құрылымдық шешімдермен әр жоба үшін жеке архитектуралық көрініс жасауға мүмкіндік береді [9].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Қысқы жылу оқшаулау талаптары өте төмен жылу өткізгіштігі бар кірпішпен біріктірілген бір қабатты қабырға қалауымен орындалуы мүмкін. Бұрын кірпіштер арасындағы тігістер қалыңдығы 1-1,2 см болатын. қазіргі уақытта ішкі қабықшалар үшін қалыңдығы 1-3 мм жұқа түйіспелі қосылыстар жиі қолданылады. Мұндай бірлескен дизайн бірқатар артықшылықтарға ие: қабырғаның жоғары көтергіштігі, ғимараттың құрылымына ылғалдың енуіне төзімділігі және жақсы жылу оқшаулау қасиеттері.

Екі қабатты құрылымдарда ішкі және сыртқы қабықтар арасындағы қашықтық шамамен 15-20 см құрайды. Олардың арасындағы кеңістік жылу оқшаулауымен толтырылған. Көптеген жағдайларда ауа қабаты кем дегенде қалыңдығы 4 см, бұл құрылымның ішінде ауаның айналуына мүмкіндік береді және осылайша минимумға дейін төмендейді ылғалдың ықтимал зақымдануы. Сондай-ақ, ауа қабатының бойында қатты жаңбырдан ылғалдың түсуінен дегидратация немесе дренаж қамтамасыз етілуі мүмкін. Әдетте минералды немесе тас жүн жылу оқшаулау материалы ретінде қолданылады. Бұл материал ықтимал жылу көпірлерін болдырмау үшін жиі екі қабатқа орналастырылады [10].

Егер ауа қабаты жоспарланбаса, жылу оқшаулауының қалыңдығы ағымдағы техникалық шектеулерге сәйкес 20 см-ге дейін болуы мүмкін. Екі тас қабық тот баспайтын сым якорьмен (5-7 якорь/м²) қосылады. Қалыңдығы 4-6 мм. аралықта жылу оқшаулау үшін жаңартылатын шикізатты пайдалану бойынша күш-жігер күшейе түсті. Қазіргі уақытта осы мақсатта әртүрлі зерттеулер жүргізілуде, сонымен қатар материалдың ұзақ мерзімді беріктігін зерттеу керек [11]. Целлюлоза, қарасора, зығыр және ағаш ұнтақтарын жылу

оқшаулауға арналған балама материалдар деп атауға болады. 2-суретте негізде екі қабатты сыртқы қабырға көрсетілген. Бұл жерде жаңбырдың әсерінен, қабырғаға шашыраған судан және ылғалдың енуінен қорғайтын тосқауыл қою өте маңызды [12].



Сурет 2. Екі қабатты сыртқы қабырға

Осындай сыртқы қабырға конструкцияларымен байланысты, өрттердің салдарынан жанғыш жылу оқшаулауын пайдалану кезінде кейбір мәселелер айқын болды. Көп жағдайда қолданылатын сылақ өрттің таралуына жол бермейді. Мұндай оқиғалардың алдын алу үшін белгілі бір уақыт аралығында минералды немесе тас жүннен өрт тосқауылдарын орнату керек немесе барлық жылу оқшаулау жанбайтын болуы керек. Сонымен қатар, мұндай сыртқы қабырға құрылымдары қайта өңдеу қиын болуы мүмкін [13]. Қазіргі уақытта бұл мәселе бірнеше ғылыми жобаларда қарастырылуда. Сыртқы қабырғалардың мұндай сындарлы шешімі Қазақстанда көп қабатты монолитті ғимараттарды салу кезінде жиі қолданылады (2 суретте көрсетілген). Осындай сыртқы қабырға конструкцияларымен байланысты соңғы өрттердің салдарынан жанғыш жылу оқшаулауын пайдалану кезінде кейбір мәселелер айқын болды. Көп жағдайда қолданылатын сылақ өрттің таралуына жол бермейді.

Қазақстанда төбелік плиталар конструкциялар әдетте темірбетоннан жасалады. Олар жақсы отқа төзімді және дыбыс өткізбейтін қасиеттерімен сипатталады. Ағаш арқалықтары бар төбелер сирек қолданылады. Екі қабатты сыртқы қабырға негізінен бір отбасылық шағын үйлерде қолданылады. Тұрғын үй құрылысында жүктемені беру үшін болат арқалықтары бар конструкциялар өте сирек қолданылады.

Бетон төбелер үшін бетон ерітінділерін қолдануға болады. Бұл жағдайда төменгі және жоғарғы арматура (қатты плиталар үшін) құрылыс алаңында дайындалған қатты тегіс қалыптарға орналастырылады. Содан кейін бетон орнына қойылады. Экономикалық тиімділікке байланысты еден плиталары көбінесе бетон қосылған дайын темірбетон плиталары ретінде жобаланады. Бұл жағдайда төменгі арматурасы бар (қалыңдығы шамамен 5-7 см) құрама тақта құрама зауытта жасалады. Бұл плиталардың беті адгезияны қамтамасыз ету үшін өрескел немесе профильді түрлерін қолданылады. Құрылыс алаңында еден плиталары үздіксіз қалыптауды қажет етпейді. Олар тек ағаш тіректерді қажет етеді (3-сурет). Үстіңгі бекіткіш арматура төбелік плиталарға қойылады, содан кейін бетон үстіңгі қабат ретінде орнына қойылады [15].



Сурет 3. Монолитті бетон қосылған құрама бетон төбесі

Бұл жүйені темірбетоннан жасалған үлкен негізгі және қосалқы арқалықтармен біріктіруге болады (3-сурет). Бұл жағдайда арқалықтар толығымен қалыпқа келтіріліп, күшейтіліп, жоғарыда сипатталғандай құрама бетон плитасы жасалады. Тегіс және көлбеу шатырларды тұрғын үйлер үшін пайдалануға болады. Тегіс шатырға келетін болсақ, әдетте желдетілмеген шатырлар қолданылады [9].

Желдетілмеген тегіс шатырдың төбенің сыртында бу тосқауылы бар және (әдетте темірбетоннан жасалған) ғимараттан ылғалдың оқшаулауға енуіне жол бермейді. Содан кейін жылу оқшаулағышы жабыстырылады. Бу қысымын және соңғы тығыздағышты теңестіру үшін үстіңгі қабат орнатылады. Әдетте оқшаулау қабатына қолданылатын беттік қорғаныс (бетон плиталары, қиыршық тас төсемі, полимер-битум мембраналарының жоғарғы қабаты және т.б.) температураның ауытқуын басады. Механикалық зақымданудан немесе ультракүлгін сәулеленуден қосымша қорғауды қамтамасыз ете отырып, шатырды гидрооқшаулаудың қызмет ету мерзімін ұзартады [14]. Соңғы жылдары табиғатты қалалық жерлерге көбірек біріктіретін жасыл шатырларды пайдалану үрдісі байқалды.

Бұл мақалада қалалардың архитектуралық-жоспарлау құрылымын сақтау және дамыту бойынша бірқатар маңызды міндеттерді шешуге мүмкіндік беретін бірқатар инженерлік және технологиялық мәселелер қарастырылды: тұрғын үйлерді тұрғызу мен құрастырудың базалық технологияларын, заманауи энергия тиімді материалдарды, сондай-ақ инновациялық конструктивтік шешімдерді дұрыс қолдану. Жергілікті құрылыс материалдарын, жеңіл конструкцияларды және жаңа отандық технологияларды кеңінен қолдануға негізделген әдістер мен технологияларға ерекше назар аударылды. [7].

Бетон қоспасын тар жағдайда беру үшін мұнара бағандарына орнатылған тарату штангаларын пайдалану монолитті және құрама темірбетон құрылысы инновациялық үрдіс болып табылады. Бетон қоспасы бетон сорғыларымен құбыр арқылы тарату штангаларына айдалады. Автоматтандыру және болашақта жылжымалы қалыптау әдісімен монолитті ғимараттар салу кезінде бетон қоспасын беру мен таратуды роботтандырылған автоматтандыру мәселесі өте өзекті.

Қолданыстағы қалалық ортада ғимараттарды тұрғызу кезінде қаланың сәулеттік-жоспарлау құрылымын сақтауға және дамытуға тікелей оң әсер етуі мүмкін. Сондай-ақ тұрғын үй құрылысының әртүрлі технологияларын дұрыс таңдау және қолдану өте маңызды.

Тұрғын үй қорын жаңарту, энергияны үнемдеу және табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану мақсатында әлемнің барлық астаналарының билігін

құрылыс Кеңесінің мүше елдері қалалық даму бағдарламасын іске қосты. Бұл бағдарлама ұзақ мерзімді перспективаға арналған және ескі тұрғын үй қорын қалпына келтіруге және тарихи ескерткіштерді сақтауға ғана емес, сонымен қатар өмір сүру жағдайларын жақсартуға және азаматтар арасындағы қоғамдастық сезімін арттыруға бағытталған [10].

Жасыл стандарттар құрылысқа тұрақты көзқарасты реттеуге, бағалауға бағытталған ғимараттардың негізгі принциптерге сәйкестік дәрежесін және дәстүрліден көшуді жеделдету тұрақты тәжірибеге ғимараттар мен құрылыс технологияларын жобалауға бағытталған. Тұрақты құрылыстың негізгі принциптері:

– тұрғындардың денсаулығы мен әл-ауқатын қамтамасыз ететін жағдайлар жасау;

– қоршаған ортаға теріс әсерді азайту немесе жою;

– болашақ ұрпақтың ықтимал мүдделерін ескеру.

Соңғы онжылдықтарда әлемдегі экологиялық жағдай айтарлықтай өзгерді. Табиғи апаттардың үнемі өршуі адамзатты СО₂ шығарындыларын азайту және өндіріс процесінде табиғи материалдарды минималды қалдықтармен пайдалануға бағытталған техникалық шешімдерді әзірлеу қажеттілігі туралы ойлануға мәжбүр етеді. Экологиялық таза ағаш және оның негізіндегі материалдар осындай табиғи құрылыс материалдары болып саналады.

Полимерлі материалдар да қызығушылық тудырады, әсіресе олардың техникалық және физикалық-механикалық қасиеттері. Бұл материалдардың әртүрлі өндіріс әдістерімен өзгертілген қасиеттерінің кең ауқымы болашақта ғылыми және техникалық шешімдерге көптеген мүмкіндіктер ашады. Металл және темірбетон конструкцияларынан жасалған геодезиялық күмбездерді жобалау шешімдері қазіргі тәжірибеде кеңінен қолданылады. Геодезиялық күмбездерді салу кезінде ағаш пен полимерлі материалдардың үйлесуі барлық салаларда өте тиімді деп санаймыз: инженерлік, қаржылық, экономикалық, энергетикалық және тіпті экологиялық.

Қорытынды. Біздің басты мақсатымыз тұрғын үй құрылысында қолданылатын материалдар мен технологияларға нақты құрылыс алаңдарының мысалдарымен салыстырмалы талдау жүргізу болды. Энергияны үнемдейтін материалдармен, заманауи құрылымдармен және тұрғын үй технологияларымен салынған тұрғын үйлердің мысалдары бізге көп жағдайда бірдей әмбебап инженерлік шешімдерді әртүрлі климаттық аймақтарға қарамастан әлемде әртүрлі құрылыс алаңдарында қолдануға болады деген қорытындыға келдік. Қолданыстағы нормативтік актілердің талаптарына және құрылыс аймағының климаттық ерекшеліктеріне жауап беретін құрылыс конструкцияларының көптеген түрлері үшін үлгілік жобалау және техникалық шешімдерді әзірлеу негізінде ғимараттар мен құрылыстарды салуға арналған заманауи инновациялық шешімдерді зерттеу және енгізу.

Еуропалық стандарттарға сәйкес қоршаған ортаға қамқорлық жасауға мүмкіндік беретін тұрақты құрылыс, қоршаған ортаны қорғау және энергия тиімділігі талаптарын сақтауға ерекше назар аудару қажет. Зерттеу барысында ынтымақтастықтың мақсаты заманауи ұтымды әдістермен алмасу болды. Прогрессивті қамтамасыз ететін тұрғын үй ғимараттарын тұрғызу технологияларымен әр түрлі деңгейдегі мамандармен құрылыстағы заманауи инновацияларды қолдана отырып, қалалардың сәулеттік-жоспарлау құрылымын дамыту.

Әдебиеттер тізімі

1. Игнатенко, Т.К. Железобетонные конструкции многоэтажного каркасного здания: мастер-класс [Текст] / Т.К. Игнатенко. – Владивосток, Москва: Издательство АСВ, 2016. – 299 с.
2. Тихонов, И.Н. Проектирование армирования железобетона. «Проектирование железобетонной арматуры» [Текст] / И.Н. Тихонов, В.З. Мешков, Б.С. Расторгhev. – Москва: Издательство АСВ, 2015. – 241 с.
3. Баженов, И.М. Технология бетона [Текст] / И.М. Баженов. – Москва: Издательство АСВ, 2002. – 499 с.
4. Горчаков, Г.И. Строительные материалы: Учеб. для везов [Текст] / Г.И. Горчаков, Ю.М. Баженов. – Москва: Стройиздат, 1986. – 688 с.
5. Горчаков, Г.И. Строительные материалы [Текст] / Г.И. Горчаков, Ю.М. Баженов. – Москва: Книга по запросу, 2012. – 688 с.
6. Попов, Л.Н. Строительные материалы и изделия [Текст] / Л.Н. Попов, И.Л. Попов. – Москва: ГУП ТПП, 2000. – 384 с.
7. Микельский, В.Г. Строительные материалы [Текст] / В.Г. Микельский, Г.И. Горчаков, В.В. Козлов, Г.П. Сахаров. – Москва: АСВ, 2010. – 430 с.
8. Попов, К.Н. Строительные материалы и изделия [Текст] / К.Н. Попов, М.Б. Каддо. – Москва: Высшая школа, 2009. – 439 с.
9. Рыбев, И.А. Материаловедение в строительстве [Текст] / И.А. Рыбев. – Москва: Издательский центр «Академия», 2006. – 528 с.
10. Рыбев, И.А. Строительное материаловедение [Текст] / И.А. Рыбев: Учеб. пособие для строительных вузов. – Москва: Высшая школа, 2009. – 703 с.
11. Микельский, В.Г. Строительные материалы / В.Г. Микельский [Текст]: Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 531 с.
12. Иванов, Д.С. Зарубежный опыт реновации жилых домов [Текст] / Д.С. Иванов, Головина С.Г. // Архитектура – Строительство – Транспорт // Материалы 71-й научно-практической конференции профессоров, профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников, инженеров и аспирантов университета. В 3-х частях. Часть 1. – СПб.: СПбГУ Архитектурно-строительный университет, 2015. – С. 191-197.
13. Киселева, П.И. Модернизация фасадов крипопанельных зданий с использованием немецкого опыта в качестве примера. Модернизация фасадов крупнопанельных зданий на примере немецкого опыта [Текст] / П.И. Киселева, О.А. Пастых // В книге: Сложные вопросы архитектуры. Материалы 70-й Всероссийской научно-исследовательской научно-практической конференции студентов, соискателей и молодых людей. Материалы 70-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Часть 3. – СПб: СПбГАСУ, 2017. – 145-153 с.
14. Крыкин, А.А. Ремонт объемно-планировочных и дизайнерских решений жилых крипопанельных зданий на примере зарубежного опыта. Реновация объемно-планировочных и конструктивных решений крупнопанельных жилых домов на примере зарубежного опыта. Комплексные вопросы современного строительства [Текст] / А.А. Крыкин // Сборник научных трудов студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2-х частях. Часть 1. СПб: СПбГАСУ, 2020. – 100-118 с.
15. Пастых, О.А. Современные проблемы истории и теории архитектуры [Текст] / О.А. Пастых, // Материалы 4-й научно-практической конференции. СПб.: СПбГАСУ, 2018. – 111-117 с.

Материал редакцияга 10.05.24 түсті.

Д.Ж. Артықбаев¹, А.Қ. Жүсіпбеков¹, Қ.С. Досалиев¹

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

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования универсальных энергоэффективных инженерных и технологических решений в массовом жилищном строительстве, независимо от климатического региона строительства, с учетом современной застройки. В статье не только рассматриваются усовершенствования строительных технологий, используемых в современном жилищном строительстве, но и предлагается обзор новейших энергоэффективных материалов и конструкций. Цель исследования: Мы стремились внедрить энергоэффективные решения в строительство жилья с использованием инновационных технологий и материалов. В дополнение к теоретическим материалам будут представлены практические расчеты, наглядно показывающие преимущества и недостатки различных инженерно-технических решений.

Ключевые слова: энергоэффективность, жилищное строительство, современные строительные материалы, железобетонные конструкции.

D.Zh. Artykbaev¹, A.K. Zhusipbekov¹, K.S. Dossaliyev¹

¹M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

MODERN MATERIALS AND STRUCTURES USED IN HOUSING CONSTRUCTION

Abstract. The article considers the possibility of using universal energy-efficient engineering and technological solutions in mass housing construction, regardless of the climatic region of construction, taking into account modern buildings. The article not only examines the improvements in construction technologies used in modern housing construction, but also provides an overview of the latest energy-efficient materials and structures. The purpose of the study: We sought to introduce energy-efficient solutions in housing construction using innovative technologies and materials. In addition to theoretical materials, practical calculations will be presented, clearly showing the advantages and disadvantages of various engineering solutions.

Keywords: energy efficiency, housing construction, modern building materials, reinforced concrete structures.

References

1. Ignatenko T.K. Jelezobetonnye konstrýktsii mnogoetajnogo karkasnogo zdaniia. [Reinforced concrete structures of a multi-storey frame building]: the workshop. – Vladivostok, Moscow: Publishing House of the DIA, 2016. – 299 p., [in Russian].
2. Tihonov I.N., Meshkov V.Z., Rastorgýev B.S. Proektirovanie armirovaniia jelezobetona. [Design of reinforced concrete reinforcement]. – Moscow: Publishing House of the DIA, 2015. – 241 p., [in Russian].
3. Bajenov Iý.M. Tehnologii betona. [Concrete technology]. – Moscow: Publishing House of the DIA, 2002. – 499 p., [in Russian].
4. Gorchakov G.I., Bazhenov Yu.M. Stroitelnye materialy: ýcheb. dlia výzov [Building materials: studies. for universities]. – Moscow: Stroyizdat, 1986. – 688 p., [in Russian].
5. Gorchakov G.I. Bazhenov Yu.M. Stroitelnye materialy [Building materials]. – Moscow: Book on demand, 2012. – 688 p., [in Russian].

6. Popov L.N., Popov I.L. Stroitelnye materialy i izdeliia [Building materials and products]. – Moscow: GUP CCI, 2000. – 384 p., [in Russian].
7. Mikýlskii V.G., Gorchakov G.I., Kozlov V.V., Saharov G.P. Stroitelnye materialy [Building materials]. – Moscow: DIA, 2010. – 430 p., [in Russian].
8. Popov K.N., Kaddo M.B. Stroitelnye materialy izdeliia [Building materials and products]: ed. reprint. and add. – Moscow: Higher School, 2009. – 439 p., [in Russian].
9. Rybev I.A. Materialovedenie v stroitelstve [Materials science in construction]. – Moscow: Publishing Center "Academy", 2006. – 528 p., [in Russian].
10. Rybev I.A. Stroitelnoe materialovedenie: ýcheb. posobie dlia stroit. spets. výzov [Building Materials Science: studies. a manual for builds. special universities]. – Moscow: Higher School, 2009. – 703 p., [in Russian].
11. Mikýlskii V.G. et al. Stroitelnye materialy: ýchebnik [Building materials: textbook]. – M.: Publishing House of the DIA, 2004. – 531 p., [in Russian].
12. Ivanov D.S. Golovina S.G. Foreign experience in renovation of residential buildings // Architecture – Construction – Transport. Materials of the 71st scientific and practical conference of professors, teaching staff, researchers, engineers and graduate students of the University. In 3 parts. Part 1. – St. Petersburg: St. Petersburg State University University of Architecture and Civil Engineering, 2015. – P. 191-197, [in Russian].
13. Kiseleva P.Íý., Pastýh O.A. Modernizatsiia fasadov krýpnopanelnyh zdanií s ispolzovaniem nemetskogo opyta v kachestve primera. [Modernization of facades of large-panel buildings using the German experience as an example] // V knige: Slojnye voprosy arhitektýry. Materialy 70-i Vserossiiskoi naýchno-issledovatel'skoi naýchno-prakticheskoi konferentsii stýdentov, aspirantov i molodyh ýchenykh [Complex issues of architecture. Materials of the 70th All-Russian Research Scientific and Practical Conference of Students, Graduate Students and Young Scientists]. Part 3. – Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2017. – 145-153 p., [in Russian].
14. Krikýn A.A., Tsai K.V. Renovatsiia obemno-planirovochnykh i dizainerskikh reshenii jilykh krýpnopanelnyh zdanií na primere zarýbejnogo opyta. Slojnye voprosy sovremennogo stroitelstva [Renovation of space-planning and design solutions for large-panel residential buildings on the example of foreign experience. Complex issues of modern construction] // Sbornik naýchnykh rabot stýdentov, aspirantov i molodyh ýchenykh [Collection of scientific papers of students, postgraduates and young scientists]. In 2 parts. Part 1. St. Petersburg: St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2020. – 100-118 p., [in Russian].
15. Pastýh, O.A. Sovremennye problemy istorii i teorii arhitektýry. [Modern problems of the history and theory of architecture] // Materials of the 4th scientific and practical conference. St. Petersburg: St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2018. – 111-117 p., [in Russian].

IRSTI 67.15.29

A.M. Dushevina | ©



Doctor of Technical Sciences

ORCID

<https://orcid.org/0000-0002-8458-727X>

South Ural State University,



Chelyabinsk, Russia

bayali@bk.ru<https://doi.org/10.55956/GTER6622>

STUDY OF THE STRENGTH OF CAUSTIC DOLOMITE-BASED MATERIALS

Abstract. Currently, the main reasons that inhibit the widespread use of magnesian binders are the insufficient production of caustic magnesite and caustic dolomite, the high cost and shortage of magnesium salts, solutions of which are used as caps.

Dolomites can be widely used for the production of various refractory materials, in particular fluxes and metallurgical powders used in the steelmaking industry. In order to increase the production of refractory materials and their widespread use, it is necessary to develop offfluxed dolomite compositions and technology for its extraction.

It is necessary to study in depth the relationship between the composition of raw materials, technological conditions of production and physical and mechanical properties of the resulting materials.

Keywords: caustic magnesite, caustic dolomite, refractory materials, technology, physical and mechanical properties.



Dushevina A.M. Study of the strength of caustic dolomite-based materials // Mechanics and Technologies / Scientific journal. – 2024. – No.2(84). – P.229-238.
<https://doi.org/10.55956/GTER6622>

Introduction. Currently, the hydration products of caustic dolomite have not been sufficiently studied, their composition largely determines the properties of the resulting magnesian stone.

Properties of natural dolomite raw materials, peculiarities of composition of magnesia binders based on dolomite and used fasteners require thorough analysis of their influence on the structure and properties of the obtained materials.

Conditions and methods of research. From the given literature review, magnesian binders are of limited use in our industry.

Despite the fact that dolomites are significantly more common in nature than magnesite, caustic magnesite is usually used as a binder, data on the use of caustic dolomite as a binder for the production of building materials for various purposes are unambiguous.

Currently, the hydration products of caustic dolomite are insufficiently studied, their composition largely determines the properties of the obtained magnesia stone, as well as the carbonisation stability of products based on it.

Dolomites can be widely used for the production of various refractory materials, in particular fluxes and metallurgical powders used in the steelmaking industry. In order to increase the production of refractory materials and their widespread use, it is necessary to develop offfluxed dolomite compositions and technology for its extraction.

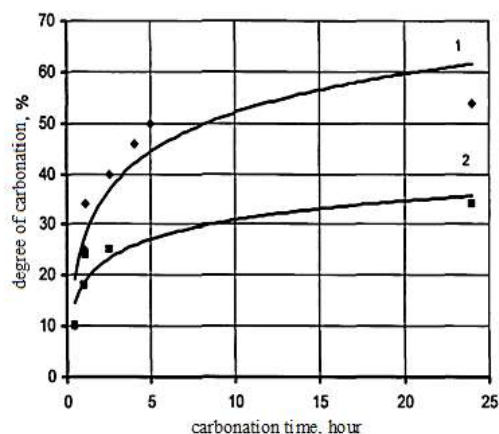
Therefore, the purpose of our work was to develop approaches to the integrated use of dolomites of Siberian deposits.

Dolomite from the Taenzin deposit was used in the course of the work. This deposit is located at a mining site 4 km east of the Sheregeshev iron ore deposit (Tashtagolsky district, Kemerovo region), which is used in the taenzy River Valley.

Research results and discussion. In the process of use, products made of magnesian binders are exposed to the ambient air environment, one of the components of which is CO₂. Many works are devoted to the study of magnesian binding properties, however, carbonization processes have been insufficiently studied. The compounds found in the hydration of magnesian binder products in the air after long storage, mentioned in literary sources, are Mg(OH)₂, MgCO₃(OH)₂, Mg(HCO₃)₂ [1].

We study the effect of carbon dioxide on the properties of magnesian binder hydration products and the materials underlying them. For this purpose, samples hidden with solutions of chloride and magnesium sulfate of caustic dolomite after 28 days of air hardening were subjected to forced carbonization with the retention of moist carbon dioxide at a pressure of 0.4 MPA. In addition, he studied the process of carbonization of finished products based on caustic dolomite, in particular dolomite brick and foamed dolomite. For this, samples were placed in a carbonizer, and after conducting an involuntary carbonization process, they checked the change in strength.

The mechanism and degree of carbonization of magnesian binder hydration products largely depends on the type of shutter. The degree of carbonization of magnesian Stone obtained when covered with a solution of magnesium chloride is higher than when covered with a solution of magnesium sulfate (Fig. 1). The mechanism of the carbonization process is described in the work.

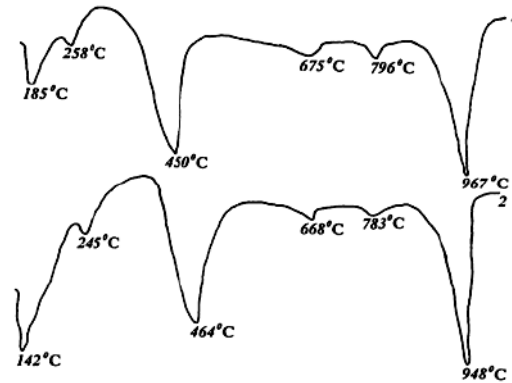


1 – caustic magnesite + MgCl₂ solution; 2 – caustic magnesite + solution MgSO₄.

Fig. 1. Dynamics of the carbonization process of hydration products of magnesian binders

Differential-thermonic analysis of the hydration products of caustic dolomite in air-humid conditions for 28 days (Fig. 2) shows that they are characterized by endothermic effects at different depths at temperatures 185, 258, 450, 675, 796 and 967^oC. The first two effects of small depth characterize the loss of crystallization water of magnesium hydroxochloride with hydrates, [HO-Mg-CL] NH nH₂O, Mg(OH)₂.MgCl₂. nH₂O content.

The deep endothermic effect at 450^oC corresponds to several late dehydration of MD(OH)₂. The endothermic effect at 940^oC corresponds to the decomposition of calcareous dolomite.

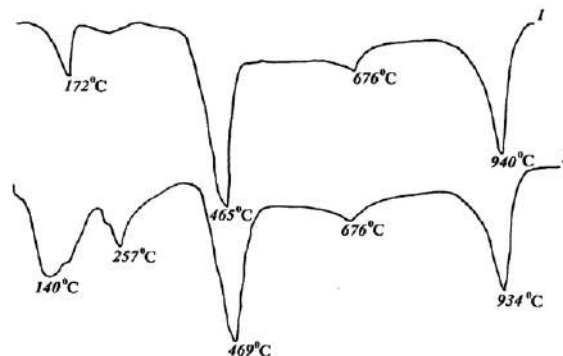


1 – before carbonization; 2 – after forced carbonization.

Fig. 2. Composition DTA curve of magnesium stone hydration products: caustic dolomite + MgCl solution (P=1170 kg/m³)

In the thermogram of the described hydration products, only changes in the effects attributed to magnesium hydroxochloride are observed after involuntary carbonization. Instead of the effect of 185^oC, a deep endothermic effect occurs at a temperature of 142^oC.

The nature of other effects does not change. There is no significant difference in the thermogram of hydration products of foamed dolomite from caustic dolomite (Fig. 3), magnesium hydroxochlorides, hydrates are characterized by a endothermic effect at a temperature of 172^oC.

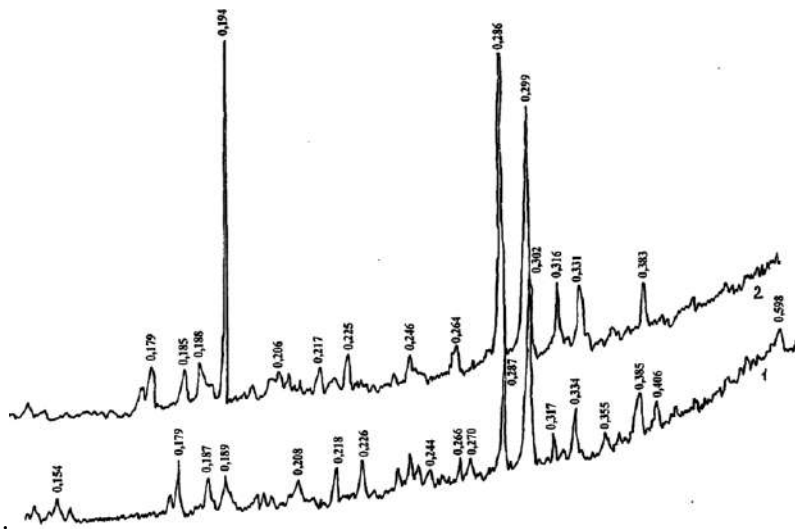


1 – before carbonization; 2 – after forced carbonization.

Fig. 3. Composition of foam dolomite DTA curves of hydration products: caustic dolomite + MgCl solution (P=1170 kg/MZ) + PB 2000 forming agent

Forced carbonization of foamidolomite leads to the loss of this effect in the DTA curve and the appearance of an endothermic effect of a fairly large area at a temperature of 140°C.

The analysis of the obtained X-ray diffraction products of hydration of penodolomite showed the presence of magnesium hydroxide, calcium carbonate in the samples. After carbonisation there is a slight displacement of all lines on radiographs (Fig. 4).



1 – before carbonization; 2 – after forced carbonization.

Fig. 4 Composition of foam dolomite X-ray of hydration products: caustic dolomite + mgsl solution (P=1170 kg/m³) + foam handler 115-200°C

By analyzing the nature of changes in the DT curves before and after carbonization, carbonization mainly results in a change in part of the hydration products represented by hydroxochloride magnesium, hydrates. Magnesium hydroxide in hydration products remains practically unchanged. Besides that, the DTA curve of carbonized products shows that the weakly expressed endothermic effect characterizing the decarbonization of MgCO₃ does not change (Fig. 2) or this effect does not exist at all (Fig. 3).

A special inspection found that when covered with water, the magnesia stone from the MDC carbonizes very weakly. The absorption of carbon dioxide is stopped when about 15% of magnesium hydroxide is transferred to the composition of carbonization products, as well as at a temperature of 130°C, characterized by endothermic action (Fig. 5).

Taking into account the above mentioned, it can be assumed that the bulk of magnesia stone carbonisation products decompose at a temperature of about 140°C, with simultaneous release of H₂O and CO₂.

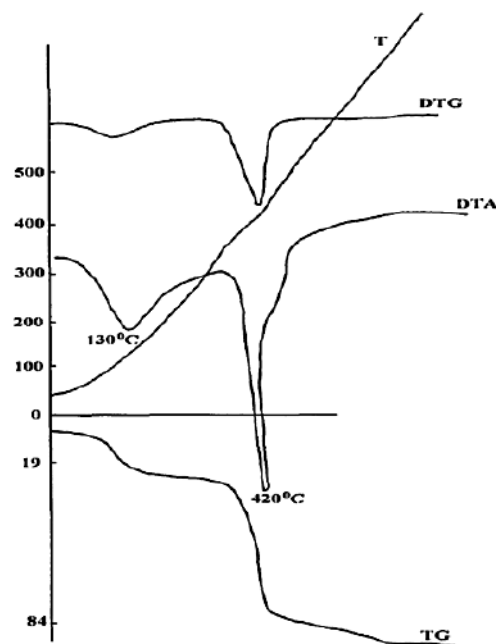
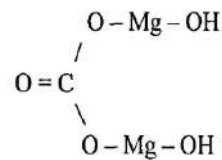


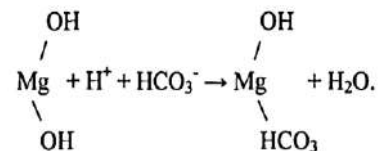
Fig. 5. Derivatogram of hydration products of caustic magnesite

The composition of these products is currently poorly studied by S.V. Samchenko and others [2] carbonization products contain magnesium $Mg(OH)_2$ hydroxide and magnesium $Mg(NH_4CO_3)_2$ bicarbonate, and the general formula- $Mg(OH)_2 \cdot nH_2O$ is given. This composition can be combined with a structural formula:



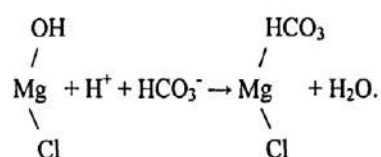
The presence of magnesium hydroxocarbon $Mg(OH)_2 \cdot nH_2O$ is known, but the DTA curves of these compounds are characterised by the presence of dehydration of the thermodefect $Mg(OH)_2$ and decarbolysis $MgCO_3$. The low-temperature endothermic effects of carbonization products (Figs. 2 and 3) suggest some clarification of their composition.

In our opinion, when carbonizing part of the hydration products represented by magnesium hydroxide, a reaction can take place:



The resulting product is $HO-Mg-HCO_3$ or $Mg(OH)_2 \cdot nH_2O$ hydroxohydrocarbonate, hydrate. The addition of such a composition is known as the mineral nesquegonaite $[HO-Mg-HCO_3] \cdot 2H_2O$ [2].

According to the author, it is characterised by endothermic effects of 125°C and 230°C. The beginning of the thermal decomposition of such a carbonization product can be close to the decay temperature of magnesium bicarbonate – $Md(NSO_3)_2$, then when the temperature increases, there will be a loss of mass due to group 131. Proof of this is the presence of a small endothermic effect in all thermograms under consideration at temperatures of 245-257°C, including the DTA curve of products that were not subjected to forced carbonization due to the absorption of carbon dioxide from the air during hardening. When interacting with carbon dioxide, parts of the hydration products proposed by magnesium hydroxochloride can undergo a reaction according to the scheme:



Cl-Mg-NSO₃ the compound to be broken down is a double salt, MgCl₂ M Md(NSO₃)₂.

The beginning of the decomposition of such a salt is close to the decomposition temperature Md(NSO₃)₂, while M3Cl₂ can be released in some amount. In all DTA curves, small endothermic effects occur at temperatures of 668-676°C, which characterize the melting of MgCl₂.

After carbonization, differential-thermal and thermogravimetric analysis was additionally carried out to calculate the composition and number of hydration products of caustic dolomite (Fig. 6).

In the carbonization process, there was an increase in the mass of 727mg.

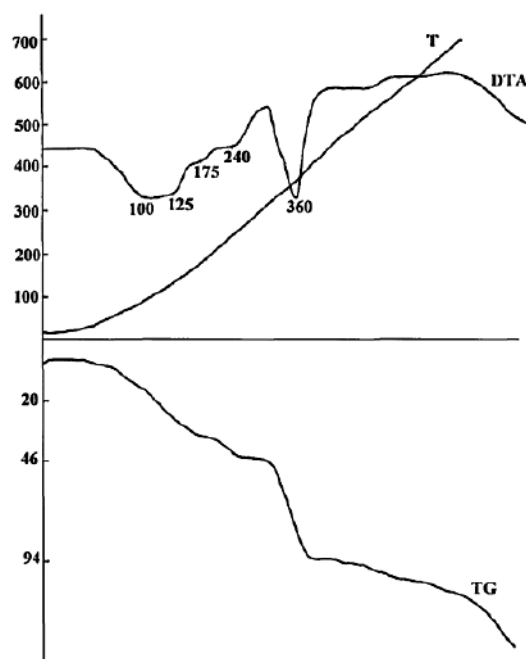


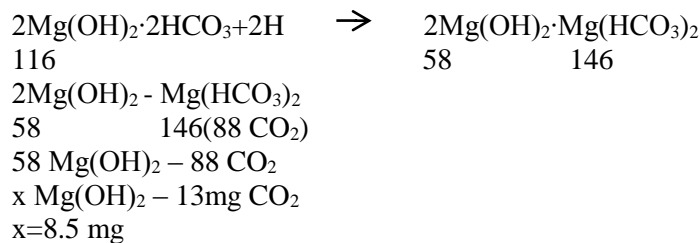
Fig. 6. Derivatogram of caustic dolomite hydration products after forced carbonization

For the derivatogram, the hook was 350 mg, that is, before carbopizacnp, this hook was 326 mg:

$$\begin{aligned}
 &10727 \text{ mg after carbonization} - 727 \text{ mg weight gain} \\
 &\text{Mass gain of } 350 \text{ mg} - "x" \text{ mg after carbonization} \\
 &x = 23.6 \text{ mg } 350 - 23.6 = 326.4 \text{ mg} \\
 &\text{Hydrate water loss up to } \text{Mg(OH)}_2 \text{ for such a hang} \\
 &325 \cdot 62 / 600 = 33.5 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

At low temperatures, the decrease in mass increased by 15.5 mg due to carbonization.

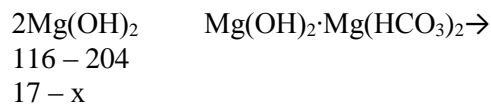
Therefore, in addition to the hydroxochloride of magnesium carbonization, Part 2 of Mg (he) is exposed according to the scheme:



8.5 Mg Mg(OH)₂ MgHCO₃(2) or 17 mc 2 Mg(OH)₂ was converted to nesquegonite.

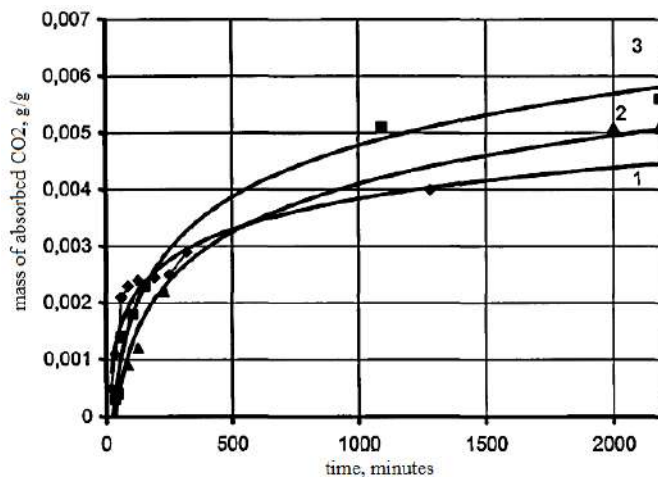
$$\begin{aligned}
 &600 \text{ mg hangers} - 180 \text{ mg Mg(OH)}_2 \\
 &326 \text{ mg suspension} - X \\
 &X = 97.5 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

During carbonization, 17 mg became the mineral nesquegonite with the formation of Mg(OH)₂ (=15%):



During the study of the process of carbonization of fromdolomite, dolomite brick and magnesian stones based on caustic dolomite (Fig. 7), it was found that foamdolomite is most intensively carbonized, less intensively dolomite brick. The high rate of carbonization of foamdolomite can be explained by its porous structure. Carbon dioxide molecules are involved in reactions, deepening the material. In foam solidified in air, carbonization processes occur very slowly. In conditions of high humidity and high pressure, interaction is accelerated in the process of forced carbonization [3].

The carbonization of dolomite brick is slower than the carbonization of foam dolomite due to its high density.



1 – caustic dolomite + MgCl solution; 2 – dolomite brick (30% caustic dolomite + 70% natural dolomite + mortar MgCl); 3 – foamed dolomite (caustic dolomite + foaming agent PB-2000 + mgcl solution).

Fig. 7. Forced carbonization momentum

When studying the influence of the carbonization process on the strength characteristics of dolomite bricks based on caustic dolomite, it was found that the strength of samples during compression increases in proportion to the increase in the degree of carbonization (Fig. 8).

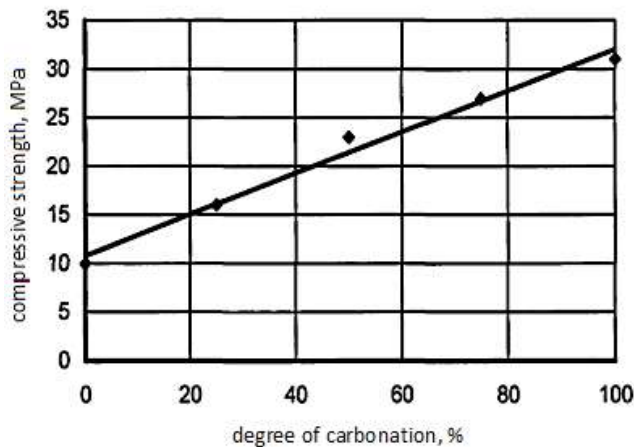


Fig. 8. Dependence of the strength of dolomite bricks on the degree of carbonization

Conclusion The order of dolomite during heating and the composition of products formed during annealing are studied. Before the formation of oxocarbon of the MDO-Saso3 composition, the probability of decay of dolomite occurred in the first stage, the product formed at this stage retains the shape of the crystal lattice of dolomite, perhaps for this reason there is no IA on the X-ray of the MDO line or has a very small intensity. Dolomite, the Double Salt $\text{SaMD}(\text{CO}_3)_2$, is an independent compound and spreads as an independent substance.

A graph-analytical approach to determining the degree of dolomite decarbonisation by changing the ratio of the average density of the burnt and primary products is proposed.

References

1. Samchenko, S.V. Lyutikova T.A., Tretyakova N.S. Dependence of the properties of magnesia binders on the concentration of the sealer and the type of additives // Concrete at the turn of the third millennium: Proceedings of the 1st All-Russian Conference on Concrete and Reinforced Concrete. – Moscow: Association "Reinforced Concrete", 2001. – P. 1259-1262.
2. Bikbau M.YA. Rudnyy D.I., Zhuravlev V.P., Papacheva N.I. Stroitel'nyye materialy i izdeliya na osnove vysokoprochnogo magnezial'nogo vyazhushchego iz dolomitovogo syr'ya [Construction materials and products based on high-strength magnesium binder from dolomite raw materials] // Stroitel'nyye materialy [Construction Materials], 1997. No. 5. P. 3, [in Russian].
3. Zyryanova V.N. Poluchenije khimicheskikh stoykikh magnezial'nykh vyazhushchikh materialov na osnove promyshlennykh otkhodov i netraditsionnogo syr'ya [Production of chemically resistant magnesium binders based on industrial waste and non-traditional raw materials] // Neorganicheskiye materialy [Inorganic materials], 1995. Vol. 31, No. 2. P. 270-273, [in Russian].

Material received on 19.05.24.

А.М. Душевина

Оңтүстік Орал мемлекеттік университеті, Челябинск қ., Ресей

КАУСТИКАЛЫҚ ДОЛОМИТ НЕГІЗІНДЕГІ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ БЕРІКТІГІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Қазіргі уақытта магнезиалды байланыстырғыш заттарды кеңінен қолдануды тежейтін негізгі себептер каустикалық магнезит пен каустикалық доломит өндірісінің жеткіліксіз көлемі, ерітінділері қақпақтар ретінде қолданылатын магний тұздарының жоғары құны мен тапшылығы болып табылады.

Доломиттер әртүрлі отқа төзімді материалдарды, атап айтқанда, болат балқыту өндірісінде қолданылатын флюстер мен металлургиялық ұнтақтарды өндіру үшін кеңінен қолданылуы мүмкін. Отқа төзімді материалдарды шығаруды ұлғайту және оларды кеңінен пайдалану үшін офлюсирленген доломит құрамдарын және оны алу технологиясын әзірлеу қажет.

Шикізат құрамы, өндірістің технологиялық жағдайлары және алынатын материалдардың физика-механикалық қасиеттері арасындағы өзара байланысты терең зерделеу қажет.

Тірек сөздер: каустикалық магнезит, каустикалық доломит, отқа төзімді материалдар, технология, физика-механикалық қасиеттер.

А.М. Душевина

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАУСТИЧЕСКОГО ДОЛОМИТА

Аннотация. В настоящее время основными причинами, препятствующими широкому использованию магнезиальных связующих веществ, являются

недостаточный объем производства каустического магнезита и едкого доломита, высокая стоимость и дефицит солей магния, растворы которых используются в качестве крышек.

Доломиты могут широко использоваться для производства различных огнеупорных материалов, в частности флюсов и металлургических порошков, используемых в сталеплавильной промышленности. Для увеличения выпуска огнеупорных материалов и их широкого использования необходимо разработать доломитовые составы и технологию их получения.

Необходимо углубленное изучение взаимосвязи между составом сырья, технологическими условиями производства и физико-механическими свойствами получаемых материалов.

Ключевые слова: каустический магнезит, каустический доломит, огнеупорные материалы, технология, физико-механические свойства.