



ISSN 2308-9865

№1,
2020

МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ғылыми журналды



Научный журнал

МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ



Scientific Journal

MECHANICS & TECHNOLOGIES



Журнал «Механика и технологии»:



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

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



Зарегистрирован в российской национальной библиографической базе данных научного цитирования РИНЦ

http://elibrary.ru/project_risc.asp

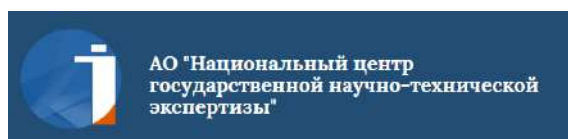
Год	Импакт-фактор
2017	0,032
2018	0,050



Включен в перечень научных изданий, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности по направлениям:

Шифр	Специальность
01.02.00	Механика
05.18.00	Технология продовольственных продуктов

<http://control.edu.gov.kz/ru/perechen-nauchnyh-izdaniy-rekomenduemyh-komitetom-dlya-publikacii-osnovnyh-rezultatov-nauchnoy-0>



Имеет импакт-фактор по Казахстанской базе цитирования:

Год	Импакт-фактор
2015	0,030
2016	0,011
2017	0,053

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

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

«М.Х. ДУЛАТИ атындағы
ТАРАЗ МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ»
ШЖҚ РМК



МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ISSN 2308-9865

Ғылыми журнал
1994 жылдың қаңтарынан бастап шығады
Жылына төрт рет шығады

№ 1 (67)
Қаңтар-наурыз
2020 ж.

Бас редактор И.И. Бекбасаров

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

Корректор және компьютерлік беттеу Е.И. Атенев

Редакция мекен-жайы:

080012, Тараз қаласы, Төле би көшесі, 60.

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

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

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

Басуға қол қойылған күн 30.03.2020. Форматы 70×180/16. Шартты баспа
табағы 28,51. Тираж 300 дана. Тапсырыс 112.

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетінің «Тараз
университеті» баспасы. 080012, Тараз қаласы, Төле би көшесі, 60.

© М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РГП на ПХВ
«ТАРАЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени М.Х. ДУЛАТИ»



МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 2308-9865

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

№ 1 (67)
Январь-март
2020 г.

Главный редактор И.И. Бекбасаров

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

Корректор и компьютерная верстка Е.И. Атенев

Адрес редакции:

080012, г. Тараз, ул. Толе би, 60.

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

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

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

Подписано в печать 30.03.2020. Формат 70×180/16. Усл. печ. л. 28,51. Тираж 300 экз. Заявка 112.

Издательство «Тараз университеті» Таразского государственного университета им. М.Х. Дулати. 080012, г. Тараз, ул. Толе би, 60.

© Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, 2020

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

TARAZ STATE UNIVERSITY
named after M.Kh. DULATI



MECHANICS & TECHNOLOGIES

ISSN 2308-9865

Scientific Journal

Published since January 1994

Published four times a year

№ 1 (67)

January-March
2020

Editor in chief I.I. Bekbasarov

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

Press-corrector and computer page makeup Ye.I. Atenov

Editorial address:

080012, Taraz, Tole bi street, 60.

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

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

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

Signed in print 30.03.2020. Form 70×180/16. Cond. print. sh. 28.51. Edition 300 copies. Application 112.

Printing House «Taraz University» of Taraz State University
named after M.Kh. Dulati. 080012, Taraz, Tole bi street, 60.

© Taraz State University named after M.Kh. Dulati, 2020

МАЗМУНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

МЕХАНИКА, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

Шеров К.Т., Тусупова С.О., Михайлов В.Ф., Иманбаев Е.Б., Габдысалық Р., Окимбаева А.Е. Исследование процесса стружкообразования при РФР с использованием чашечного резца с наплавкой из материала STOODY M7-G	7
Тусупова С.О., Шеров К.Т., Иманбаев Е.Б., Мухамедьяров Д.З., Мусаев М.М., Габдысалық Р. Әртүрлі балқыма материалдармен балқымалау кезінде балқыма қабаттарының қаттылығын зерттеу	15
Досжанов М.Ж., Ысқақ Е.Н., Тасбергенова Г.Ж., Раев С., Әбділақатова А. Соқа түрендерінің қажалуына егістік жерлер топырақтарының физикалық-механикалық қасиетінің әсері	26
Абишев К.К., Касенов А.Ж., Асылова К.Б. К вопросу выбора конструкции полугусеничного движителя тягово- транспортной машины	31
Бекмуратов М.М., Бажалақова М.М. Топырақты фрезерлік өңдеудің энергия сыйымдылығын азайту	39
Абдигалиев М., Алиев С. Анализ состояния эксплуатации одноковшовых экскаваторов	45
Раимбаев А.Т., Раимбаева С.А., Жаксылық С.Е., Амиржанов Ж. Результаты исследования резания стебля камыша	55
Алиев С. Стенды и методика их исследований	62
Шардарбек М.Ш., Кауымбаев Р.Т., Жамалбеков Е.Н., Абдуайт Н. Негізгі жіптердің оралу тығыздығын тізіп орағыш біліктің радиалды бағытында эксперименталды анықтау	69
Кейкиманова М.Т., Максат А. Численное исследование напряженного состояния подземного нефтепровода из вязкоупругого материала	73
ТЕХНОЛОГИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ	
Әлтайұлы С., Ермекбаев С.Б., Абдиманпова С.Ж. Арпа дәндерінен тез дайындалатын жартылай фабрикат өндіру технологиясын жетілдіру	82
Якияева М.А., Изтаев А.И., Маемеров М.М. Изменение микробиологических показателей нута сорта «Экарда элита», обработанного ионными и ионоозонными потоками	88
Аманжол Б., Саидов А.М. Омега – 3 полиқаньқпаған май қышқылдарымен байытылған нан рецептурасын әзірлеу	92

Shaykhetdinova K.F., Saidov A.M. Prospects for the production of a new type of wheat flour of increased food value	98
Есенова А.Б., Диханбаева Ф.Т., Смаилова Ж.Ж., Жунусова Г.С. Сравнительный анализ аминокислотного состава верблюжьего молока	104
Спандияров Е., Бекбасаров И.И., Атенев Е.И. Разработка технологии производства кумыса длительного хранения	111
Жакупова Г.Н., Мулдашева А.Х. Қой сүтінің биохимиялық құрамын зерттеу	115
Жакупова Г.Н., Сагандық А.Т., Томашинова С.М., Серова В.А., Нурбекова Г.А. Инновационные технологии безотходной переработки молочной продукции	122
Ибраимова С.Е., Уажанова Р.У., Мардар М.Р. Маркетинговые исследования потребительских предпочтений при выборе хлебобулочных изделий	129
Қауымбаев Р.Т., Шардарбек М.Ш., Кембаев Н.А., Уәлихан Ә. Сауда желілерінде сатылатын әртүрлі макарон өнімдерінің сапасына салыстырмалы бағалау жүргізу	134
Серикбаева А.Н., Тнымбаева Б.Т., Мардар М.Р. Өнген жасыл қарақұмық негізіндегі дәмдік дәмдеуішті дегустациялық бағалау	139
Серикбаева А.Н., Тнымбаева Б.Т., Мардар М.Р. Маркетинговые исследования потребительских мотиваций и предпочтений при выборе вкусовых приправ	146
Шалгинбаев Д.Б., Уажанова Р.У., Антипова Л.В. Заманауи есеңгірету технологияларын пайдалана отырып алынған құс етінің сенсорлық және түсі жағынан алғандағы сипаттамаларын зерттеу	150
Амирханов К.Ж., Апсаликова З.С., Байкадамова А.М. Содержание тяжелых металлов в мясе овец, выращенных на территориях, подвергавшихся длительному радиационному воздействию	157
Сыдыкова М.К., Нұрымхан Г.Н. Тартылғын еттегі сүтқышқылды бактериялардың биохимиялық белсенділігін зерттеу	162
Жиенбаева С.Т., Батырбаева Н.Б., Дүйсембаев Д.К. Сыра қайнату өндірісінің қалдықтарын құрама жем өндірісінде пайдалану мүмкіндігі	167

ТРАНСПОРТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Елшібеков А.М., Джакупов Н.Р., Жаманбаев Б.У. Қалалық жолаушылар тасымалы үшін электрлі автобусын пайдалану келешегі	172
--	-----

ГИДРОТЕХНИКА

Джурумбаева Р.А., Қибат Ғ. Жағалауларды шайып кетуден қорғауға арналған құрылымдарды зерттеу	179
--	-----

МЕЛИОРАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Жатқанбаева А.О. Тамшылатып суғару жүйесін жетілдірудің техникалық шешімдерін негіздеу	188
--	-----

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Туленбаев Ж.С., Абдужалилова М.Е. Оқшауланған бейтарабы бар 6-10 кВ кабель желілерінде жерге тұйықталудан адмитансты қорғаныстың тиімділігін арттыру әдісі	195
--	-----

Жүсіп Т.С., Абдлахатова Н.Ш. Айнымалы тоқтағы коллекторлы қозғалтқышты электр жетегінде пайдалану	205
---	-----

Көшербай С.Б., Абдлахатова Н.Ш. Автономды күн фотоэлектрлік қондырғысының энергетикалық тиімділігін арттыру	211
---	-----

Орынбаев С.Ә., Абдлахатова Н.Ш., Амангелдіұлы А. Жемді ұсақтағыштың таспалы конвейерін басқарудың функционалдық схемасын әзірлеу және реттеу принципін негіздеу	217
---	-----

КИНЕМАТИКА, КВАЗИСТАТИКА

Сартаев К.З., Абдраимова Г.А., Мырзагельдиева Ж.М., Карипбаев С.Ж., Медетова К.О., Абеуова А.А. Влияние упругих сил на компьютерную визуализацию кинематики пространственного односекционного манипулятора	224
--	-----

Нурахметов Б.К., Сартаев К.З., Мырзагельдиева Ж.М., Карипбаев С.Ж., Медетова К.О., Ибраева С.Ж. Компьютерная анимация кинематики пространственного односекционного манипулятора	231
---	-----

МАТЕМАТИКА

Абиев Н.А., Бекетай К.Ғ. Функцияларды жинақсыз асимптотикалық қатарлармен жуықтауды есептеу аспектілері	240
---	-----

Абиев Н.А., Бекетай К.Ғ. Асимптотикалық қатарлардың қасиеттерін компьютерде интерпретациялау	250
--	-----

Абиев Н.А., Әскербекова Ж.К. Аналитикалық есептеу жүйелерінің полисызықты алгебра есептеріне қолданыстары	260
---	-----

Механика, машины и оборудование, _____обработка материалов_____

УДК 621.9.1

**К.Т. Шеров¹, С.О. Тусупова², В.Ф. Михайлов³, Е.Б. Иманбаев⁴,
Р. Габдысалык⁵, А.Е. Окимбаева⁶**

¹Д-р техн. наук, профессор, ²Докторант, ³Канд. техн. наук, и.о. доцента,
⁴Докторант, ⁵Доктор PhD, ст. преподаватель, ⁶Магистр

^{1,2,3,4,6}Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті,
Қарағанды қ., Қазақстан

⁵Восточно-Казахстанский государственный технический университет,
г. Усть-Каменогорск, Казахстан

Электронная почта: ¹shkt1965@mail.ru, ²suleeva.s@inbox.ru, ³v.mihaylov@kstu.kz,
⁴y.imanbayev@gmail.com, ⁵riza.gabdyssalyk@mail.ru, ⁶erkinovna89@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СТРУЖКООБРАЗОВАНИЯ ПРИ РФР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧАШЕЧНОГО РЕЗЦА С НАПЛАВКОЙ ИЗ МАТЕРИАЛА STOODY M7-G

Приводятся результаты исследования стружкообразования в зоне резания при ротационно-фрикционном растачивании (РФР). Показаны фотографии стружек, полученные при РФР инструментом, оснащенным чашечным резцом с наплавкой из материала STOODY M7-G, а также микрофотографии текстуры образцов стружки, которые являются результатами ранее выполненных экспериментальных исследований. Для уточнения предположений и выводов, полученных в результате экспериментальных исследований процесса стружкообразования при РФР, проведено исследование напряженно-деформированного состояния и распределения температуры в заготовке в процессе стружкообразования с помощью КЭ моделирования в DEFORM-3D. Результаты исследования стружкообразования в зоне резания при РФР с помощью КЭ моделирования DEFORM-3D также подтвердили выводы, полученные при экспериментальных исследованиях. Полученные зависимости температуры по длине стружки показали, что температура в зоне резания не превышает температуры рекристаллизации обрабатываемого материала.

Ключевые слова: ротационно-фрикционное растачивание, стружкообразование, чашечный резец, наплавочный материал, температура рекристаллизации, напряжение.

Введение и актуальность исследования. Современное представление о процессе резания металлов можно рассматривать как нестационарный, высоконелинейный, термомеханический процесс упругопластического деформирования обрабатываемого материала под действием режущего клина с возможностью вязкого или хрупкого разрушения при постоянном изменении области деформации, и скольжение на рабочих участках поверхностей клина режущего инструмента, под действием сверхвысоких давлений, скоростей и температур [1]. Эти общие представления о механике стружкообразования можно коротко охарактеризовать схемой, приведенной на рис. 1 [1, стр.13].

Известно [1, стр.12; 2], что процесс преобразования срезаемого в стружку слоя в общем случае представляет собой процесс направленного разрушения материала заготовки лезвием путем создания напряженно-деформированного состояния (НДС) в срезаемом слое и заготовке, сопровождающийся упругими и пластическими деформациями, образованием трещин и дальнейшим разрушением, которые в зависимости от состояния обрабатываемого материала в заданных условиях резания могут быть или вязкими, или хрупкими [1, стр.13; 3]. При этом лезвие непосредственно контактирует как со срезаемым слоем, так и со стружкой и заготовкой. Это приводит к возникновению контактных процессов (трения) на его поверхностях, а в области возле режущей кромки – застойной зоны, которая при определенных условиях может превратиться в нарост.



Рис. 1. Физическая модель процессов в зоне стружкообразования

В этой системе при описанных выше процессах совершается работа, затрачиваемая на деформирование и разрушение материала срезаемого слоя при превращении его в стружку, и работа, главным образом связанная с трением на контактных поверхностях [1, стр.13; 4,5,6].

Авторами разработан способ ротационно-фрикционного точения и конструкция инструмента [7]. На основе механизма резания ротационно-фрикционного точения был разработан способ РФР. При исследовании РФР [8-11] были использованы ротационно-фрикционные чашечные резцы, изготовленные из различных материалов (Ст. 50, Ст.65Г, Ст. HARDOX 450 и др.), а также чашечные резцы, периферия которых были наплавлены износостойкими наплавочными материалами (STOODY M7-G, STOODY 102-G, ОК TUBRODUR 58 O/G M) [12,13]. На рисунке 2 показано чашечные резцы, наплавленные износостойкими наплавочными материалами.



а - наплавленные чашечные резцы; б - готовые чашечные резцы после механической обработки; 1 – Ø50 мм; 1 – Ø70 мм; 1 – Ø80 мм

Рис. 2. Чашечные резцы

Научный и практический интерес представляет исследование процесса стружкообразования при ротационно-фрикционной обработке (РФО).

В работах [14,15] были выполнены экспериментальные исследования процесса образования стружки при РФО. Результаты исследования показали, что самовращение ротационно-фрикционного инструмента, значительно уменьшающее размеры области вторичных пластических деформаций, не исключает наростообразования: при низких скоростях резания возможно появление небольшого нароста вблизи точки выхода режущей кромки из зоны резания. Однако с увеличением скорости резания и подачи, размеры нароста уменьшаются либо вовсе исчезают. Также на основе металлографических исследований стружкообразования и характера распределения деформаций в зоне стружкообразования было установлено, что пластическое деформирование при РФО подчиняется закономерностям традиционного резания. Угол сдвига изменяется по длине рабочей части инструмента, в результате чего сдвиг элементов стружки происходит по некоторой поверхности, а сама стружка характеризуется переменной степенью деформации по своему поперечному сечению.

Процесс РФО представляет собой комплекс чрезвычайно сложных явлений, зависящих от физико-механических свойств обрабатываемого материала, который сопровождается пластическими и упругими деформациями, разрушением, трением и тепловыделением. Учитывая это исследование напряженно-деформированного состояния и распределения температуры в заготовке в процессе стружкообразования является актуальной задачей.

Исследование стружкообразования и обсуждение результатов. На рисунке 3 показаны стружки, полученные при обработке отверстий инструментом, оснащенным чашечным резцом с наплавкой из материала STOODY M7-G [16].



Рис. 3. Стружки полученные при обработке отверстий инструментом, оснащенным чашечным резцом с наплавкой из материала STOODY M7-G

В результате обработки отверстий инструментом, оснащенным чашечным резцом с наплавкой из материала STOODY M7-G были получены сливные стружки различного размера и длины. При малых значениях частоты вращения шпинделя и подачи, а также при угле установки $\beta_y = 35^\circ \div 30^\circ$ были получены стружки больших размеров и длины. С увеличением частоты вращения шпинделя и подачи, а также угла установки инструмента размеры и длина стружек уменьшались [16, стр.39].

Сливная стружка в процессе растачивания легко удаляется, и никаких проблем на процесс обработки не предоставляет, а также не влияет на качество поверхности. Это объясняется тем, что в процессе обработки заготовка и режущий инструмент одновременно находятся во вращении. При этом направление вращения инструмента осуществляется под углом β , что способствует дроблению стружки.

На рисунке 4 показаны микрофотографии (с увеличением 50X) текстуры образцов стружки [17,18].

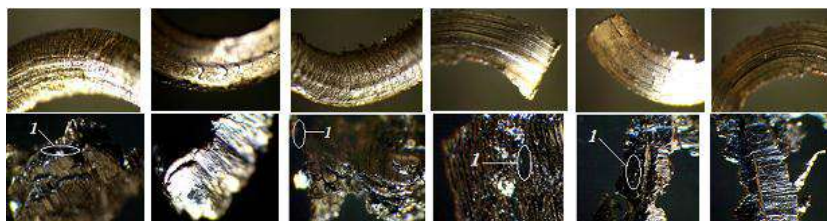


Рис. 4. Микрофотографии (с увеличением 50X) текстуры образцов стружки

Металлографическое исследование стружки показало, что температура в зоне резания не превышала температуры рекристаллизации обрабатываемого материала. Предполагается, что в зоне резания процесс деформации близок к изотермическому, так как теплота, выделяющаяся в зоне деформации, за время деформации практически полностью отводится из этой зоны в сопряженные области металла и не вызывает нагрева деформируемых слоев.

Для уточнения вышеуказанных предположений проведем исследование напряженно-деформированного состояния и распределения температуры в заготовке в процессе стружкообразования с помощью КЭ моделирования в DEFORM-3D.

Моделирование позволяет заглянуть «внутри» процесса, оценить возникающие напряжения и деформации, предсказать появление дефектов, а также выявить оптимальные параметры инструмента и заготовки для наилучшего протекания процесса. Методика построения трехмерной модели ротационно-фрикционного чашечного резца во взаимодействии с заготовкой в форме сегмента для получения изополя распределения температуры заготовки, а также напряженно-деформированное состояние было подробно описано в работе [19], которая основывается на методиках, приведенные в работах [20-22].

На рисунке 5 представлена стружкообразования в процессе РФР, очевидно вид стружки сливная (сталь 45). Процесс стружкообразования при растачивании показан на рисунке 6.

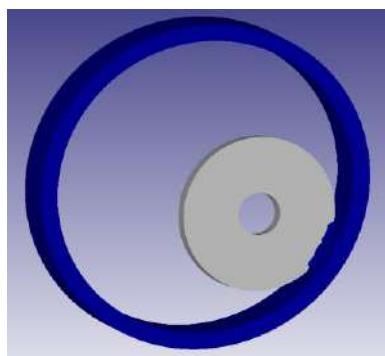


Рис. 5. Взаимодействие инструмента с заготовкой при глубине резания 1,0 мм (сталь 45)

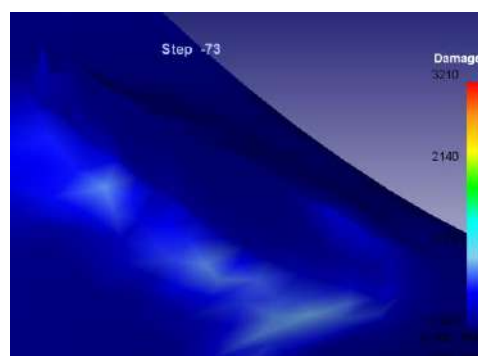


Рис. 6. Стружкообразования в процессе растачивания

На рисунке 7 показано распределение температуры на заготовке, а на рисунке 8 – зона исследования в стружке.

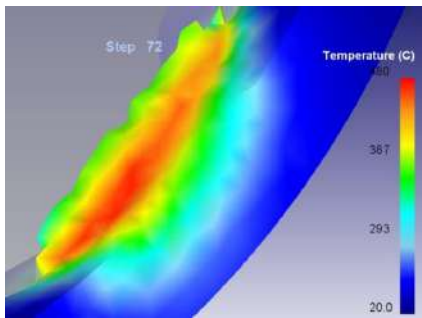


Рис. 7. Распределение температуры на заготовке при глубине резания 1,0 мм (сталь 45)

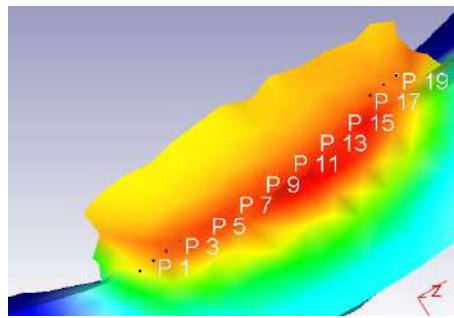


Рис. 8. Зона исследования в стружке

На рисунке 9 показано зависимость температуры по длине стружки. напряженное состояние по длине стружки показано на рисунке 10.

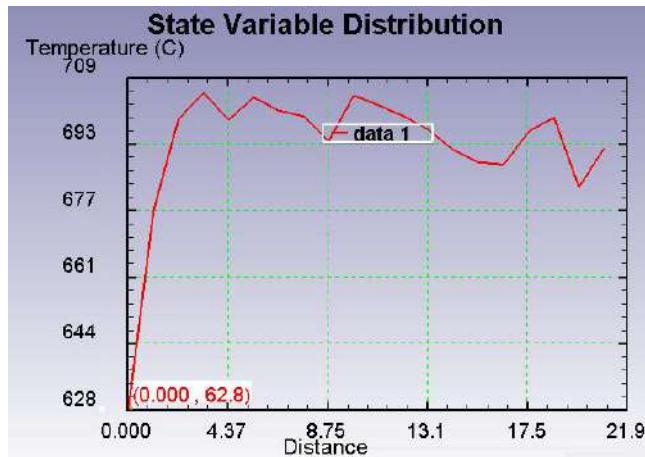


Рис. 9. Зависимость температуры по длине стружки

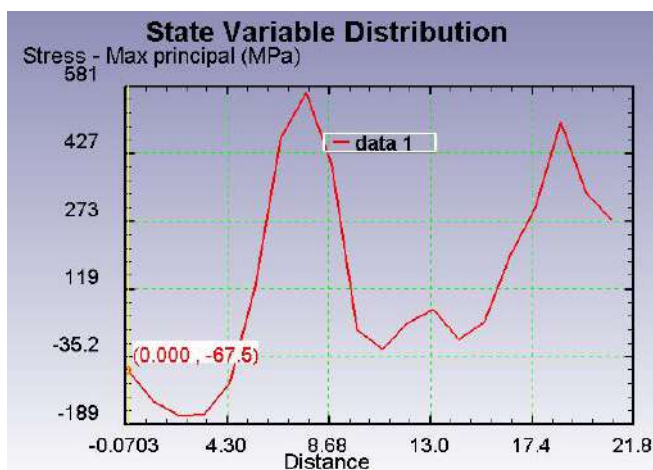


Рис. 10. Напряженное состояние по длине стружки

В результате КЭ моделирования процесса обработки (сталь 45) были получены распределения температуры в заготовке и напряженно-деформированное состояние. Было исследовано распределение температуры непосредственно в зоне образования стружки и температура на поверхности стружки по всей длине. Для этого зона образования стружки были обозначены точками P₁, P₃, P₅ и т.д. Из графика зависимости температуры по длине стружки (см. рис.9) можно наблюдать, что температура по длине стружки колеблется в пределах 630÷700⁰С. Среднее значение температуры составляет ≈ 660 ⁰С, что не превышает температуру рекристаллизации (см. рис.9) для стали 45. А максимальная температура достигается ближе к зоне образования стружки и составляет ≈ 700⁰С.

Известно [23], что стружкообразование в зоне резания зависит от напряжений, которые возникают в зоне резания под действием сил, так как этот процесс возможен только при достижении в плоскости сдвига стружки критических напряжений сдвига. Из графика напряженного состояния по длине стружки (рис. 10) видно, что максимальное значение напряжений достигает 581 МПа. Этого вполне достаточно, чтобы произошло разрушение материала, так как предел прочности стали 45 колеблется в пределах 470÷620 МПа.

Процесс стружкообразования при РФР является одним из сложных физических процессов, при котором возникают и упругие и пластические деформации, а также этот процесс сопровождается большим трением, тепловыделением, наростообразованием, завиванием и усадкой стружки, повышением твердости деформируемых слоев металла и износом режущего инструмента. Для вскрытия физической сущности процесса РФР и установления причины и закономерности явлений, которыми они сопровождаются, необходимо проведение дополнительных экспериментальных и теоретических исследований. Правильное решение этой задачи позволит рационально управлять процессом ротационно-фрикционного резания, сделать его более производительным и экономичным, даст возможность получать более качественные обработанные поверхности и изготовления детали.

Выводы:

1. Результаты исследования стружкообразования в зоне резания при РФР с помощью КЭ моделирования DEFORM-3D также подтверждает выводы, полученные при экспериментальных исследованиях [14,15]. Полученные зависимости температуры по длине стружки (см. рис.9) показывают, что температура в зоне резания не превышает температуры рекристаллизации, т.е. T = 690 ⁰С для стали 45.

2. Процесс стружкообразования при РФР является одним из сложных физических процессов, при котором возникают и упругие и пластические деформации, а также этот процесс сопровождается большим трением, тепловыделением, наростообразованием, завиванием и усадкой стружки, повышением твердости деформируемых слоев металла и износом режущего инструмента. Для вскрытия физической сущности процесса РФР и установления причины и закономерности явлений, которыми они сопровождаются, необходимо проведение дополнительных экспериментальных и теоретических исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Криворучко, Д.В. Моделирование процессов резания методом конечных элементов: методологические основы [Текст]: монография / Д.В. Криворучко, В.А. Залого; под общ. ред. В.А. Залого. – Сумы: Университетская книга, 2012. – 496 с.
2. Колмогоров, В.Л. Напряжение, деформация, разрушение [Текст] / В.Л. Колмогоров. – Л.: Металлургия, 1970. – 229 с.
3. El-Magd, E. Mechanical behaviour of AA7075, Ck45N and TiAl6V4 at high strain rates [Electronic recourse] / E. El-Magd, C. Treppman // Materialsweek. – 2000. – Access mode: http://www.proceedings.materialsweek.org/proceed/mw2000_786.pdf.
4. Зорев, Н.Н. Развитие науки о резании металлов [Текст] / Н.Н. Зорев, Г.И. Грановский, М.Н. Ларин. – М.: Машиностроение, 1967. – 415 с.
5. Розенберг, Ю.А. О процессе стружкообразования при резании [Текст] / Ю.А. Розенберг // Известия Томского политехнического университета. – Томск: Томский политехнический институт, 2002. – Вып. 1. – Т. 305. – С.51-53.
6. Microstructure-Mechanics Interactions in Modeling Chip Segmentation during Titanium Machining / R. Shivpuri, J. Hua, P. Mittal, A. K. Srivastava // Annals of the CIRP : Manufacturing Technology. –Vol. 51. – № 1. – 2002. – P.71-74.
7. Шеров, К.Т. Способ ротационно-фрикционного точения и конструкция чашечного резца [Текст] / К.Т. Шеров, М.М. Мусаев, А.К. Ракишев, С.О. Тусупова [и др.] // Патент РК №4140 на полезную модель. 12.07.2019 г. Бюл. №28.
8. Шеров, К.Т. Стружкообразования и деформированное состояние срезаемого слоя при РФО внутренних и наружных цилиндрических поверхностей [Текст] / К.Т. Шеров, А.К. Ракишев, Б.С. Доненбаев, С.С. Айнабекова // Труды университета. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2018. – №3(72). – С.49-54.
9. Ракишев, А.К. Исследование ротационно-фрикционного способа точения цветных материалов [Текст] / А.К. Ракишев, К.Т. Шеров // Механика и технологии. – Тараз: Изд-во «Тараз университети» ТарГУ им. М.Х. Дулати. – 2017. – №2. – С.16-24.
10. Шеров, К.Т. Ротациялық-фрикциялық жону әдісімен өңдеу кезінде беттің кедір-бұдырлығына кесуші құралды орнату бұрышының әсерін зерттеу [Мәтін] / К.Т. Шеров, А.К. Ракишев // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева.- Алматы: Изд-во КазАТК. – 2017. – №3(102). – С.51-60.
11. Шеров, К.Т. Исследование распределения температуры и скорости деформации при ротационно-фрикционном растачивании отверстий больших размеров [Текст] / К.Т. Шеров, Б.С. Доненбаев // Механика и технологии. – Тараз: Изд-во «Тараз университети» ТарГУ им. М.Х. Дулати. – 2018. – №3(61). – С.7-18.
12. Шеров, К.Т. Ротационный инструмент [Текст] / К.Т. Шеров, С.О. Тусупова, Е.Б. Иманбаев, А.Е. Окимбаева [и др.] // Патент РК №4587 на полезную модель. Опубликовано 08.01.2020 г. Бюл. №1.
13. Шеров, К.Т. Ротационно-фрикционный чашечный резец [Текст] / К.Т. Шеров, С.О. Тусупова, В.Ф. Михайлов, Р. Габдысалык [и др.] // Патент №34106 РК на изобретение. Опубликовано 08.01.2020., Бюл. №1.
14. Ракишев, А.К. Исследование и разработка комбинированного способа ротационно-фрикционного точения [Текст] / А.К. Ракишев // дисс... PhD. – Караганда, 2017. – 150 с.
15. Доненбаев, Б.С. Разработка ресурсосберегающей технологии изготовления крупногабаритных деталей технологического оборудования горно-металлургического комплекса [Текст] / Б.С. Доненбаев // Дисс... PhD. – Караганда, 2018. – 149 с.

16. Шеров, К.Т. Исследование способа ротационно-фрикционного растачивания отверстий больших размеров [Текст] / К.Т. Шеров, Б.С. Доненбаев, С.О. Тусупова // Механика и технологии. – Тараз: Изд-во «Тараз университеті» ТарГУ им. М.Х. Дулати. - 2018. - №3(61). - С.32-42.
17. Sherov, K.T. Experimental Research of Rotational-and-Frictional Boring of Big Holes in Large Parts [Text] / K.T. Sherov, M.R. Sikhimbayev, B.S. Donenbayev, S. Ainabekova [and etc.] // Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia, Vol. 47, No. 4 (2017) pp.23-36. <https://doi.org/10.1515/jtam-2017-0018> (in Eng.).
18. Sherov, K.T. Chip formation rotational-frictional turning cylindrical surfaces of agricultural machinery parts [Text] / K.T. Sherov, A.K. Rakishev // Modern science success journal, Belgorod, Vol. 1 No. 5 (2017) pp. 104-111.
19. Sherov, K.T. Method of investigation of rotary-friction boring process using DEFORM-3D [Text] / K.T. Sherov, B.S. Donenbaev, A.A. Sagitov, N.Z. Karsakova // Proceedings of the international conference on integrated innovative development of Zarafshan region achievements, challenges and prospects. 27-28 November, 2019. Navoi: Printing house named after A. Navoi, 2019 – С.521-526.
20. Норри, Д. Введение в метод конечных элементов: Пер. с англ. [Текст] / Д. Норри, Ж. де Фриз - М.: МИР, 1981. – 145 с.
21. Паршин, В.С. Практическое руководство к программному комплексу Deform. [Текст] / В.С. Паршин, А.П. Карамышев, И.И. Некрасов, А.И. Пугин, А.А. Федуров. – Екатеринбург: УРФУ, 2010. – 182 с.
22. Панин, Е.А. Математическое моделирование оборудования и процессов ОМД. [Текст] / Е.А. Панин – Темиртау: КГИУ, 2012. – 110 с.
23. Новиков, В.В. Анализ контактных явлений при лезвийном резании металлов и смазочное действие СОТС [Текст] / В.В. Новиков // Научно-производственный журнал «Металлообработка». – Санкт-Петербург: Издательство «Политехника». – 2015. – №1(85). – С.13-19.

Материал поступил в редакцию 20.01.20.

**К.Т. Шеров¹, С.О. Тусупова², В.Ф. Михайлов³, Е.Б. Иманбаев⁴,
Р. Ғабдысалық⁵, А.Е. Окимбаева⁶**

^{1,2,3,4,6}Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ., Қазақстан
⁵Шығыс-Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан

STOODY M7-G МАТЕРИАЛЫМЕН ҚАПТАЛҒАН ТАБАҚШАЛЫ КЕСКІШТІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ РФК КЕЗІНДЕ ЖОҢҚА ҚАЛЫПТАСУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ

Мақалада ротациялық-фрикциялық кеңейтежону (РФК) кезінде кесу аймағында жоңқа қалыптасу процесін зерттеу нәтижелері келтірілген. STOODY M7-G материалымен қапталған табақшалы кескішпен жабдықталған кесуші құралмен РФК кезінде алынған жоңқалардың фотосуреттері, сондай-ақ, бұдан бұрын орындалған тәжірибелік зерттеулердің нәтижесі болған жоңқа үлгілері құрылымдарының микрофотосуреттері көрсетілген. РФК кезінде жоңқа қалыптасу процесін зерттеу бойынша бұрын өткізілген тәжірибелік зерттеулер нәтижесінде алынған тұспалдаулар мен қорытындыларды тексеру мақсатында DEFORM-3D бағдарламасында соңғы элементтер көмегімен модельдеу арқылы жоңқа қалыптасу кезінде температураның дайындама бойымен және жоңқа ұзындығы бойынша тарқалуы, сондай-ақ кернеулік-деформациялану күйі зерттелді. DEFORM-3D бағдарламасында соңғы элементтер көмегімен модельдеу арқылы кесу аймағында жоңқа қалыптасу процесін зерттеу нәтижелері бұдан бұрынғы тәжірибелік зерттеулер кезінде алынған қорытындылардың дұрыстығын растады. Температураның жоңқа бойымен таралуы бойынша алынған тәуелділіктер кесу аймағындағы

температураның өңделуші материалдың рекристаллизациялық температурасынан артып кетпейтіндігін көрсетті.

Тірек сөздер: ротациялық-фрикциялық кеңейтежону, жоңқа қалыптасуы, табақшалы кескіш, балқыма материалы, рекристаллизациялық температура, кернеу.

**К.Т. Sherov¹, S.O. Tusupova², V.F. Mikhailov³, E.B. Imanbaev⁴,
R. Gabdysalyk⁵, A.E. Okimbaeva⁶**

^{1,2,3,4,6}Karagandy State Technical University, Karaganda, Kazakhstan

⁵East-Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

RESEARCH OF THE PROCESS OF CHIPBOARD UNDER RFB USING A CUP CUTTER WITH A FUSION FROM STOODY M7-G MATERIAL

The results of the study of chip formation in the cutting zone during rotational-friction boring (RFB) are presented. Shown are photographs of the chips obtained by RFB with a tool equipped with a cup cutter with surfacing made of STOODY M7-G material, as well as micrographs of the texture of the chip samples, which are the results of previously performed experimental studies.

To clarify the assumptions and conclusions obtained as a result of experimental studies of the chip formation process during RFB, we studied the stress-strain state and temperature distribution in the workpiece during chip formation using FE modeling in DEFORM-3D. The results of the study of chip formation in the cutting zone during RFR using FE simulation DEFORM-3D also confirmed the conclusions obtained in experimental studies. The obtained temperature dependences along the length of the chip showed that the temperature in the cutting zone does not exceed the temperature of recrystallization of the processed material.

Keywords: rotational friction boring, chip formation, cup cutter, surfacing material, recrystallization temperature, stress.

ӘОЖ 621.9.1

**С.О. Тусупова¹, К.Т. Шеров², Е.Б. Иманбаев^{1*}, Д.З. Мухамедьяров³,
М.М. Мусаев⁴, Р. Ғабдысәлік⁵**

¹Докторант, ²Техн. ғылымдары д-ры, профессор, ³Техн. ғылымдары канд., доцент,
⁴PhD докторы, аға оқытушы, ⁵PhD докторы, аға оқытушы

^{1,2,3,4}Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ., Қазақстан
⁵Шығыс-Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан

Электрондық пошта: ¹suleeva.s@inbox.ru, ²shkt1965@mail.ru,
^{1*}y.imanbayev@gmail.com, ³ducat.1953@gmail.ru, ⁴kstu_mmm@mail.ru,
⁵riza.gabdyssalyk@mail.ru

ӘРТҮРЛІ БАЛҚЫМА МАТЕРИАЛДАРМЕН БАЛҚЫМАЛАУ КЕЗІНДЕ БАЛҚЫМА ҚАБАТТАРЫНЫҢ ҚАТТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

Авторлар тозуға төзімді балқыма материалдармен балқымалау арқылы термофрикциялық құралдардың кескіш бөлігінің тозуға төзімділігін арттыру бойынша ғылыми зерттеулер жүргізген. Мақалада STOODY M7-G, STOODY 102-G

және OK TUBRODUR 58 O/G M балқыма материалымен балқытып қаптастырылған қабаттардың қаттылығын зерттеу нәтижелері келтірілген. Бұл балқыма материалдары жоғары қаттылыққа, тозуға төзімділікке және температуралық тұрақтылыққа ие. Балқыма материалдарының қаттылығы 48-66 HRC шегінде болады. Зерттеу нәтижелері бойынша барлық үш балқыма материалдары екі қабатты балқымалау кезінде бастапқы қаттылығын сақтай алатынын көрсетті. Сонымен қатар бірінші және екінші қабаттардың қалыңдығы тиісінше 4 және 2 мм болуы тиіс.

Тірек сөздер: тозуға төзімділік, қаттылық, балқыту материалы, термофрикциялық құрал, балқымалау.

Кіріспе және зерттеудің өзектілігі. Машина жасау өндірісінің тиімділігі көптеген факторлармен анықталады, солардың ішінде металл кескіш құрал маңызды орын алады. Аспаптың істен шығуының көбі (75% дейін) кесетін жиектердің тозуы салдарынан болады [1]. Әсіресе бұл өнеркәсіптің барлық салаларында кеңінен қолданылатын, қиын материалдарды өңдеу кезінде байқалады, өйткені бұл материалдар үшін дайындаманы өндеудің еңбек сыйымдылығы құрал ресурсымен өлшенеді [2]. Осыған байланысты кесу құралының беріктігін (жұмыс ресурсын) арттыру мәселесі қазіргі заманғы машина жасаудың ірі практикалық мәселелерінің бірі болып табылады.

Қарағанды мемлекеттік техникалық университетінің (ҚарМТУ) "Технологиялық жабдықтар, машина жасау және стандарттау" кафедрасында шағын жылдамдықта термофрикциялық өңдеу тәсілдері әзірленді [3-8]. Бұл әдістер ресурс үнемдеуші болып табылады, алайда термофрикциялық құралдардың тозуға төзімділік мәселесі бар [9-12]. Келесі жұмыстарда [11,12] термофрикциялық кескіш құралдардың тозуға төзімділігін, қаттылығы мен беріктігін арттыру үшін ғылыми зерттеулердің төрт бағыты анықталды:

1. Өңделетін дайындаманың физикалық-механикалық қасиеттері мен химиялық құрамына қарай кесетін үйкеліс дискінің материалын таңдау әдістемесін әзірлеу.

2. Үйкеліс дискісінің кесу бөлігін беріктендіруге ықпал ететін, кесетін үйкеліс дискісін жасап шығару технологиясын әзірлеу.

3. Химиялық құрамды жақсарту жолымен үйкеліс дискілерін дайындау үшін пайдаланылатын конструкциялық болаттың (болат 50, 65Г және т.б.) беріктік сипаттамаларын арттыру.

4. Тозуға төзімді балқыма материалдармен балқымалау арқылы термофрикциялық құралдардың кескіш бөлігін тозуға төзімділігін арттыру.

Қазіргі уақытта төртінші бағыт бойынша – тозуға төзімді балқыма материалдармен балқымалау арқылы термофрикциялық құралдардың кескіш бөлігінің тозуға төзімділігін арттыру бойынша ғылыми зерттеулер жүргізілуде. Термофрикциялық аспаптардың кесуші бөлігін жоғары қаттылығы мен температуралық тұрақтылығына ие балқыту материалдарын пайдалана отырып, балқытумен беріктендіру бойынша жұмыстар орындалуда [13-15]. Қолданыстағы балқыту материалдарын талдау STOODY M7-G, STOODY 102-G және OK TUBRODUR 58 O/G M балқыту материалдарының жоғарыда аталған сипаттамаларға ие екендігін көрсетті.

STOODY M7-G балқыма материалы жоғары қаттылықпен (58-ден 66 HRC-ке дейін) және тамаша тозуға төзімділікпен сипатталады. Орташа жылу соққысы жағдайында 1000F (537,78°C) дейін жоғары температурада

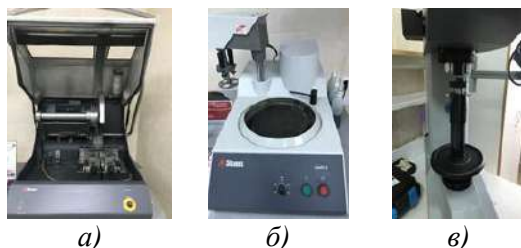
қолданылуы мүмкін. STOODY 102-G балқыма материалы да жақсы тозуға төзімді. Алдын ала жылыту температурасын және аралық өту температурасын сақтаған кезде көп қабатты балқыту мүмкін. ОК TUBRODUR 58 O/G M балқыма материалы – қарқынды абразивті тозу және орташа соққы жүктемелері жағдайында жұмыс істейтін тозуға төзімді балқытуды орындауға арналған, балқытылған қабатта қоспаланған мартенситті болатты қамтамасыз ететін ұнтақты сым.

Қаттылықты зерттеу әдістемесі мен жабдықтары. Қаттылықты зерттеу әдістемесі белгілі әдістерге негізделген [16,17]. Балқымаға арналған үлгілер 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1. Балқымалауға арналған үлгілер

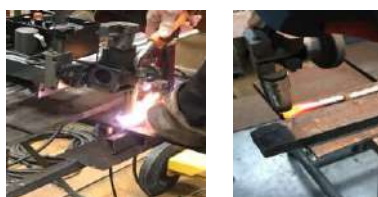
Зерттеу өткізу үшін саны 12 дана болатын, Ст3 аз көміртекті конструкциялық болаттан жасалған үлгілер дайындалды (1-сурет). Қаттылығы HV 140-170 кгс/мм². Балқытылған қабаттардың қаттылығын өлшеу ҚарМТУ-дың "Минералдық шикізат ресурстарын кешенді игеру" ("КОРМС" ИП) инженерлік бейінді сынау зертхана жабдығын пайдалану арқылы жүргізілді (2-сурет). Қаттылықты зерттеуге арналған жабдықтар 2-суретте көрсетілген.



а - автоматты қиғыш үстел білдегі UNITOM-2; *б* – ажарлау мен әрлеуге арналған LABOPOL-5 автоматты білдегі; *в* – қаттылық өлшегіш WILSON VH1150

Сурет 2. Қаттылықты зерттеуге арналған жабдықтар

Үлгілерді балқымалау. Балқытуды ҚарМТУ-дың Қазақстандық дәнекерлеу институты зертханасының базасында доғалық пісірудің жартылай автоматты ПДГ-252 УЗ.1 көмегімен жүргізілді. Болат 3 шоғырға шамалы бейімділікпен сипатталады. Ішкі сызаттардың пайда болуын, балқытылған металда сызаттардың, балқытылған қабаттың бұзылуын және ішкі кернеуден сынуын болдырмау үшін балқымалау жүргізу алдында үлгілерді қыздыру қажет. Үлгілердің беті $\approx 150^{\circ}\text{C}$ температураға дейін алдын ала қыздырылды. 3-суретте ПДГ-252 УЗ.1. жартылай автоматында үлгілерді балқымалау процесі көрсетілген.



Сурет 3. Балқымалау үрдісі

Тәжірибелі жолмен балқыту режимдері қабылданды. Әртүрлі дәнекерлеу режимдерінде алынған балқымалар 4-суретте көрсетілген.



1,2,3,4,5 – $d_w=3$ мм; $I_0 = 85-90$ А; $U_0 = 16-18$ В; $V_{\text{балк}} = 80$ мм/мин;
6,7,8 – $d_w=4$ мм; $I_0 = 100-110$ А; $U_0 = 19-20$ В; $V_{\text{балк}} = 83$ мм/мин

Сурет 4. Әртүрлі дәнекерлеу режимдерінде алынған балқымалар

Таңдалған оңтайлы балқымалау режимдері 1-кестеде көрсетілген. Балқымалаудың нәтижесінде сымның әр түрі үшін балқыма материалдың түрлі қабаттары бар 3 үлгіден алынды. Балқытудың бірінші қабаты қалыңдығы 4 мм, екінші және үшінші қабаты қалыңдығы 2 мм болып орындалған. Балқытылған үлгілер 5-суретте көрсетілген.

Кесте 1

Оңтайлы балқымалау режимдері

Дәнекерлеу тогі, I_0	100-110 А
Кернеу, U_0	19-20 В
Балқымалау жылдамдығы, $V_{\text{балк}}$	83 мм/мин
Электрод диаметрі, d_w	4 мм



a – STODY M7-G балқымалау материалы; *б* - STODY 102-G балқымалау материалы; *в* - TUBRODUR 58 O/G M балқымалау материалы; 1 – бір қабатты балқыма; 2- екі қабатты балқыма; 3 – үш қабатты балқыма.

Сурет 5. Балқымалы үлгілер

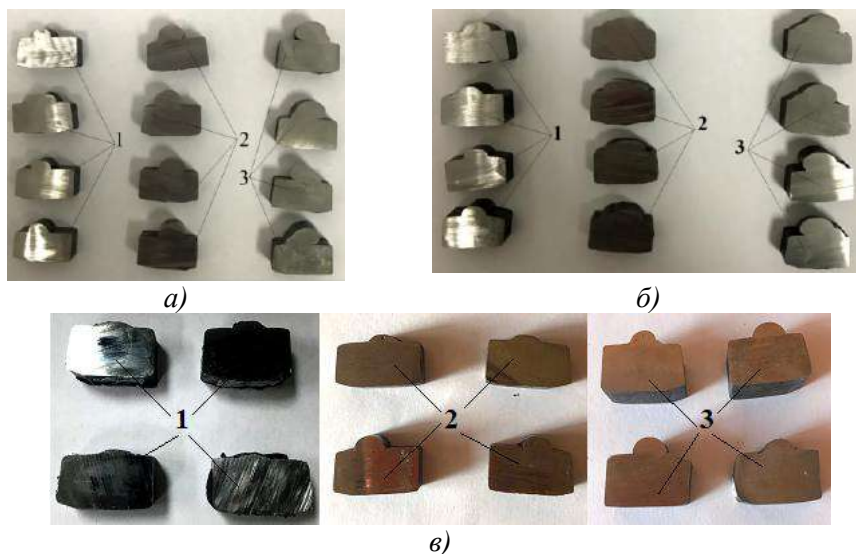
Балқытылған үлгілердің қаттылығын зерттеу. Қаттылықты өлшеуге қойылатын негізгі талаптар [16-18]:

- өлшенетін металдың температурасы $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$;
- қаттылықты өлшеу кезінде үлгінің бетіне әрекет ететін күштің перпендикуляр болып түсуі қамтамасыз етілуі тиіс;
- сыналатын үлгінің беті отқабыршақтан, майдан, бояудан, тотықты пленкалардан және басқа бөгде заттардан бос болуы тиіс;
- сыналатын үлгінің беті ізінің шеттері қажетті дәлдікпен оның өлшемін өлшеу үшін жеткілікті анық болатындай жазықтық түрінде өңделеді;
- сыналатын үлгінің бетін дайындау кезінде механикалық өңдеу нәтижесінде үстінгі қабаттың қызуы немесе жабысуы салдарынан сыналатын үлгінің қаттылығының ықтимал өзгеруіне қарсы сақтық шараларын қолдану қажет.

Қаттылықты өлшеуге қойылатын аталған талаптарды ескере отырып, зерттеу алдында келесі дайындық жұмыстары жүргізіледі:

1. STOODY M7-G, STOODY 102-G, TUBRODUR 58 O/G M балқыма материалдарынан балқытылған үлгілер бірнеше бөлікке көлденең кесіледі (6 - сурет).

Кесу үшін UNITOM – 2 (2,б-сурет) кесу білдегі пайдаланылды. Бұл автоберілісі бар және беру жылдамдығы электронды бақылауы бар автоматты қиғыш үстел білдегі. Білдек автоматты кесу параметрлерін орнату және параллель кесу үшін автоматты кесу үстелімен жабдықталған. Рециркуляциялық суыту (65 л) мүмкіндігі бар және ExciCut режимі арқасында деформация мен күйдірісіз кесуді орындау, сондай-ақ кесу камерасын жарықтандыруды жүзеге асырады.



а) STOODY M7-G; б) STOODY 102-G; в) TUBRODUR 58 O / G M; 1-бір қабатты балқыту; 2-екі қабатты балқыту; 3-үш қабатты балқыту.

Сурет 6. Кесілгеннен кейінгі үлгілер

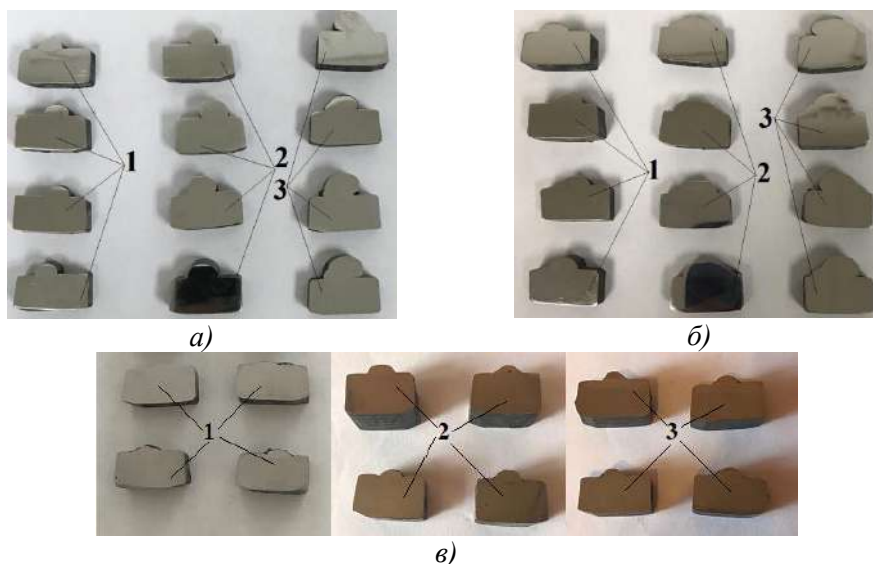
2. Өңделген жақтарды ажарлау қажет.

Үлгіні ажарлау және жылтырату үшін LABOPOL-5 (2,в-сурет). автоматты білдегі пайдаланылды. Ажарлау процесі төрт кезеңде жүргізілді: ажарлау, жұқа ажарлау, алмазды жылтырату және оксидті жылтырату. Үлгілерді ажарлау процесі 7-суретте көрсетілген.



Сурет 7. Үлгілерді ажарлау үрдісі

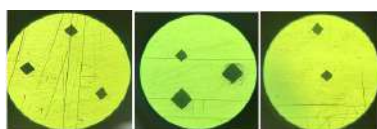
Ажарлаудан кейінгі үлгілер 8-суретте көрсетілген.



а) STOODY M7-G; б) STOODY 102-G; в) TUBRODUR 58 O/G M; 1 – бір қабатты балқыма; 2- екі қабатты балқыма; 3 – үш қабатты балқыма.

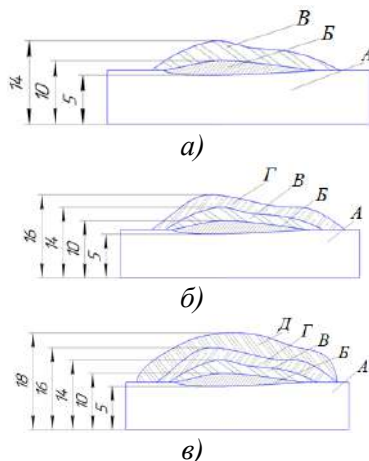
Сурет 8. Ажарлаудан кейінгі үлгілер

Ажарлаудан кейін қаттылықты сынауға кірісеміз. Дайындалған үлгілердің қаттылығы WILSON VH1150 (2, г-сурет) қаттылықты өлшегіште сынақтаймыз. Қаттылық өлшегіш Виккерс шкаласы бойынша материалдың микроқаттылығын өлшеуге арналған. Жүктеме диапазоны 300 г-нан 50 кг-ға дейінгі аралықта. Қаттылықты өлшеу үрдісі 9-суретте көрсетілген.



Сурет 9. Қаттылықты өлшеу үрдісі

Қаттылыққа зерттеу әрбір дайындалған үлгіде 4-5 нүктеде жүргізілді. STOODY M7-G, STOODY 102-G, TUBRODUR 58 O/G M балқыма материалдардан жасалған үлгілердің қаттылығын өлшеу үрдісін түсіндіретін схемалар 10-суретте көрсетілген.



a – бір қабатты балқытылған үлгі; *б* – екі қабатты балқытылған үлгі; *в* – үш қабатты балқытылған үлгі; *A* – негізгі материал; *B* – материал мен балқыма сымының араласу аймағы; *B* – балқыманың бірінші қабаты; *G* – балқыманың екінші қабаты; *D* – балқыманың үшінші қабаты.

Сурет 10. Үлгілердің қаттылығын өлшеу үрдісін түсіндіретін схемалар

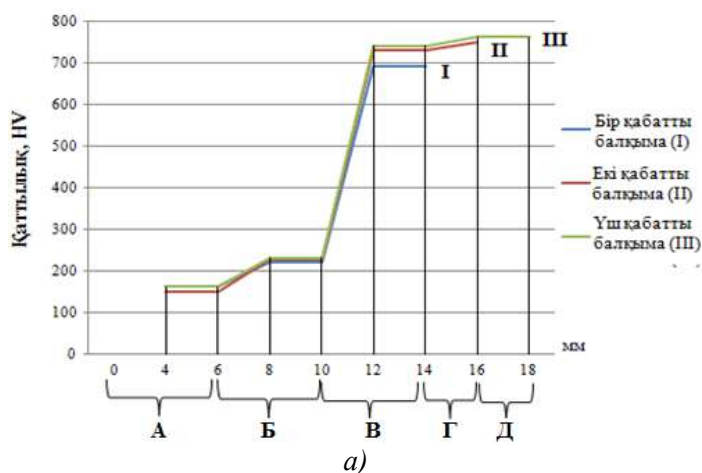
STOODY M7-G, STOODY 102-G, TUBRODUR 58 O/G M үлгілерінің қаттылығын өлшеу нәтижелері 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2

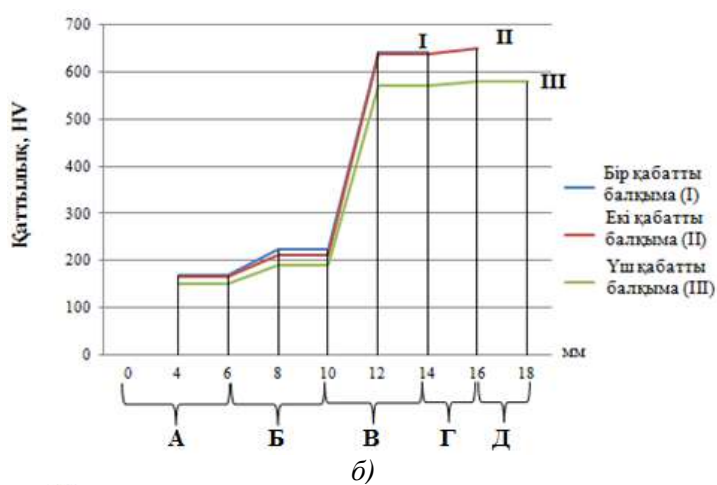
STOODY M7-G, STOODY 102-G, TUBRODUR 58 O/G M үлгілерінің қаттылығын өлшеу нәтижелері

Қабаттардың саны	Қабат биіктігі, мм							
	4	6	8	10	12	14	16	18
STOODY M7-G балқыма материалы								
Бір қабатты балқыма (I)	160	160	220	220	690	690	-	-
Екі қабатты балқыма (II)	150	150	225	225	730	730	750	-
Үш қабатты балқыма (III)	160	160	230	230	740	740	760	760
STOODY 102-G балқыма материалы								
Бір қабатты балқыма (I)	168	168	222	222	642	642	-	-
Екі қабатты балқыма (II)	166	166	210	210	640	640	650	-
Үш қабатты балқыма (III)	150	150	190	190	570	570	580	580
TUBRODUR 58 O/G M балқыма материалы								
Бір қабатты балқыма (I)	143	143	208	208	540	540	-	-
Екі қабатты балқыма (II)	160	160	206	206	610	610	620	-
Үш қабатты балқыма (III)	143	143	208	208	581	581	561	580

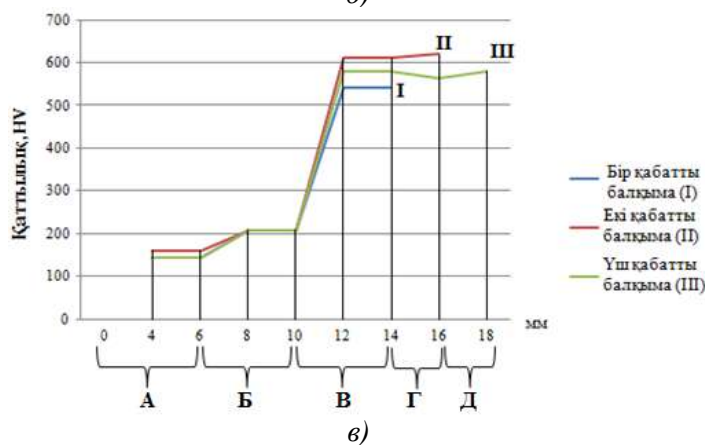
STOODY M7-G, STOODY 102-G, TUBRODUR 58 O/G M балқыма материалдардан жасалған үлгілердің қаттылығын өлшеу нәтижелері бойынша графиктер салынды (11-сурет).



a)



б)



в)

a - STODY M7-G; *б* - STODY 102-G; *в* - OK TUBRODUR 58; *A* – негізгі материал аймағының өлшемі; *Б* – материал мен балқыма сымының араласу аймағының өлшемі; *В* – балқыманың бірінші қабат аймағының өлшемі; *Г* – балқыманың екінші қабат аймағының өлшемі; *Д* – балқыманың үшінші қабат аймағының өлшемі.

Сурет 11. Үлгілердің балқытылған қабаты бойынша қаттылықтың таралу кестесі

Алынған нәтижелерді талқылау. Зерттеу нәтижелері *БВГД* аймағында үш қабатты балқыту кезінде *STOODY M7-G* балқыма материалының қаттылығы *HV 220-760*, *БВГД* аймағында үш қабатты балқыту кезінде *STOODY 102-G* балқыма материалының қаттылығы *HV 222-580*, *БВГД* аймағында үш қабатты балқыту кезінде *TUBRODUR 58 O/G M* балқыма материалының қаттылығы *HV 208-580* құрайтынын көрсетті. Үш балқыма материалдардан балқытылған барлық үлгілерде, бір қабатты балқыма кезінде балқыма материалдардың бастапқы қаттылығының төмендеуі байқалады (11, а, б, в-сурет, *Б* аймағын қараңыз). Бұл бір қабатты балқымада қаттылықтың азаюының негізі, металмен балқыма материалдың араласуы есебінен болады. Графиктерден барлық үш балқыма материалдар екі қабатты балқымада бастапқы қаттылықты сақтайтынын көруге болады (11, а, б, в-сурет, *Г* аймағын қараңыз). Бұл ретте бір қабатты балқыманың ортасынан бастап (11, а, б, в-сурет, биіктігі 12 мм болатын *В* аймағын қараңыз) екі қабатты балқыманың соңына дейін (11, а, б, в-сурет, биіктігі 16 мм *Г* аймағын қараңыз) балқыма қаттылығының мәні өзгермейді. Бұл балқыманың үшінші қабатынан бас тартуға мүмкіндік береді. Осыған орай, термофрикциялық құралдардың кесетін бөлігін екі қабатты балқымалауға ұсыныс жасауға болады. Бірінші және екінші қабаттардың қалыңдығын тиісінше 4 және 2 мм шегінде орнатуға болады.

Қорытынды:

1. Қолданыстағы бар балқыма материалдарын талдау негізінде *STOODY M7-G*, *STOODY 102-G* және *OK TUBRODUR 58 O/G M* балқыма материалдарының қаттылығы, тозуға төзімділігі және температуралық шыдамдылық жоғары екенін көрсетті.

2. Зерттеу нәтижелері бойынша барлық үш балқыма материалдары екі қабатты балқымалау кезінде бастапқы қаттылық мәнін сақтайтынын көрсетті (11, а, б, в-сурет, *Г* аймағын қараңыз). Бұл ретте бір қабатты балқытудың ортасынан бастап (11, а, б, в-сурет, биіктігі 12 мм болатын *В* аймағын қараңыз) екі қабатты балқытудың соңына дейін (11, а, б, в-сурет, биіктігі 16 мм болатын *Г* аймағын қараңыз) балқыту қаттылығының мәні өзгермейді.

3. Термофрикционды құралдардың кесетін бөлігін балқымалау үшін екі қабатты балқыма жеткілікті екендігі анықталды. Бұл ретте бірінші және екінші қабаттардың қалыңдығы тиісінше 4 және 2 мм болуы тиіс.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Каширская, Е.Н. Определение износа металлорежущего инструмента на основе анализа температуры резания [Текст] / Е.Н. Каширская, А.В. Орлов // Ползуновский вестник. - 2012. - № 1. - Т. 1. - С.120-122.
2. Денисов, В.А. Переходные и частотные характеристики системы компенсации износа режущего инструмента [Текст] / В.А. Денисов, А.В. Жуков, Р.Р. Мадьшев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Т. 16, №6, 2014 - С.204-208.
3. Шеров, К.Т. Способ термофрикционной обработки плоскости и конструкция диска трения. [Текст] / К.Т. Шеров, Д.Е. Аликулов, О.П. Муравьев, Д.Ш. Уалиев [и др.] // Инновационный патент №22998 РК на изобретение 15.10.2010г., бюл. №10.
4. Шеров, К.Т. Способ термофрикционной режуще-упрочняющей обработки цилиндрических поверхностей и конструкция диска трения [Текст] / К.Т. Шеров, Т.М. Бузауова, К.И. Имашева, Г.А. Байжабагинова [и др.] // Патент №25649 РК на изобретение. 16.04.2012г., бюл. №4.

5. Шеров, К.Т. Способ термофрикционной отрезки металлических заготовок с охлаждением и конструкция дисковой пилы. [Текст] / К.Т. Шеров, А.В. Маздубай, А.К. Ракишев, М.М. Мусаев [и др.] // Патент №31934 РК на изобретение. 30.03.2017г. Бюл. №6.
6. Шеров, К.Т. Способ термофрикционного фрезоточения и фреза трения [Текст] / К.Т. Шеров, М.М. Мусаев, М.М. Коккоз // Патент РК №32933 на изобретение. Опубликовано 05.07.2018. Бюл. №25.
7. Шеров, К.Т. Способ ротационно-фрикционного точения и конструкция чашечного резца [Текст] / К.Т. Шеров, М.М. Мусаев, А.К. Ракишев, С.О. Тусупова [и др.] // Патент №4140 РК на полезную модель. 12.07.2019г. Бюл. №28.
8. Khodzhibergenov, D.T. Rational milling of metals [Text] / D.T. Khodzhibergenov, A. Esirkeпов, K.T. Sherov // Russian Engineering Research. Allerton Press, Inc. 2015. Vol. 35. No 1. pp. 43-45. <https://doi.org/10.3103/s1068798x1501013x> (in Eng.).
9. Мусаев, М.М. Фрикциялық құралдың шыдамдылығын арттыру [Текст] / М.М. Мусаев, А.В. Маздубай, Н.Б. Мусатаева // Труды межд. научно-практической конференции «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан–2050» (Сагиновские чтения № 5). Часть 1.-Караганда: Изд-во КарГТУ, 2013.-С. 291-293.
10. Маздубай, А.В. Кесуші құралдың тозуының физикалық себептері [Текст] / А.В. Маздубай, К.Т. Шеров, Н.К. Мурсалбекова // Труды IV Респ. научно-практич. онлайн-конференции «Судьбоносные решения Президента РК по формированию нового Казахстана».– Караганда: Изд. КГТУ, 2016. – 442-444 с.
11. Арапова, Н.К. Об износостойкости режущих дисков трения для термофрикционной обработки на малых скоростях [Текст] / Н.К. Арапова, А.В. Маздубай // Труды международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации». Ч.3. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2017. – С.256-258.
12. Шеров, К.Т. Исследование износа термофрикционных режущих инструментов [Текст] / К.Т. Шеров, С.О. Тусупова // Механика и технологии. – Тараз: Изд-во «Тараз университеті» ТарГУ им. М.Х. Дулати, 2018.- №2(60)- С.7-16.
13. Тусупова, С.О. Наплавка - как технологический метод повышения износостойкости термофрикционных инструментов [Текст] / С.О. Тусупова, К.Т. Шеров // Труды международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №10), Ч.3. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2018. – С.263-265.
14. Шеров, К.Т. Способ повышения износостойкости термофрикционных инструментов [Текст] / К.Т. Шеров, С.О. Тусупова // Материалы IV Междунар. науч.-практ. конференции: «Современные технологии в машиностроении и литейном производстве» – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2018. – С.335-339.
15. Nasad, T.G. Formation management in parts processing regenerated by surfacing [Text] / T.G. Nasad, K.T. Sherov, B.N. Absadykov, S.O. Tusupova, A.A. Sagitov, G.B. Abdugaliyeva, A.E. Okimbayeva // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2019. Vol. 3, N 435. P. 102-108. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170x.74>, ISSN 2518-170X. (Online), ISSN 2224-5278 (Print).
16. Колмаков, А.Г. Методы измерения твердости: справ. изд. [Текст] / А.Г. Колмаков, В.Ф. Терентьев, М.Б. Бакиров. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Интернет Инжиниринг, 2005. -150 с.
17. Костин, П.П. Физико-механические испытания металлов, сплавов и неметаллических материалов. [Текст] / П.П. Костин - М.: Машиностроение, 1990.- 256 с.

18. Арзамасов, Б.Н. Материаловедение: Учебник для вузов [Текст] / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин. – 3-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 648 с.

Материал редакцияга 20.02.20 түсті.

**С.О. Тусупова¹, К.Т. Шеров¹, Е.Б. Иманбаев¹, Д.З. Мухамедьяров¹,
М.М. Мусаев¹, Р. Габдысалык²**

¹*Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Казахстан*

²*Восточно-Казахстанский государственный технический университет,
г. Усть-Каменогорск, Казахстан*

ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЕРДОСТИ НАПЛАВЛЕННЫХ СЛОЕВ ПРИ НАПЛАВКЕ РАЗЛИЧНЫМИ НАПЛАВОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Авторами выполняются научные исследования по повышению износостойкости режущей части термофрикционных инструментов путем наплавки износостойкими наплавочными материалами. В статье приводятся результаты исследования твердости наплавленных слоев из наплавочных материалов STOODY M7-G, STOODY 102-G и ОК TUBRODUR 58 O/G M. Эти наплавочные материалы обладают высокой твердостью, износостойкостью и температурной стойкостью. Твердость этих наплавочных материалов находится в пределах 48-66 HRC. Результаты исследования показали, что все три наплавочные материалы сохраняют исходную твердость при двухслойной наплавке. При этом толщина первого и второго слоев должно составлять соответственно 4 и 2 мм.

Ключевые слова: износостойкость, твердость, наплавочный материал, термофрикционный инструмент, наплавка.

**S.O. Tusupova¹, K.T. Sherov¹, E.B. Imanbaev¹, D.Z. Mukhamedyarov¹,
M.M. Musaev¹, R. Gabdyssalyk²**

¹*Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan*

²*East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan*

RESEARCH OF THE HARDNESS OF THE FOLLOWED LAYERS DURING SURFACE BY VARIOUS FOAM MATERIALS

The authors carry out scientific research to improve the wear-resistance of the cutting part of thermal friction tools by surfacing with wear-resistant surfacing materials. The article presents the results of the study of the hardness of the deposited layers of surfacing materials STOODY M7-G, STOODY 102-G and OK TUBRODUR 58 O/G M. These surfacing materials have high hardness, wear-resistance, and temperature resistance. The hardness of these surfacing materials is in the range of 48-66 HRC. The results of the research showed that all three surfacing materials retain their original hardness when two-layer surfacing. In this case, the thickness of the first and second layers should be 4 and 2mm, respectively.

Keyword: wear resistance, hardness, surfacing material, thermal friction tool, surfacing.

ӘОЖ 631.511:631.512(574)

**М.Ж. Досжанов¹, Е.Н. Ысқақ², Г.Ж. Тасбергенова³,
С. Раев³, А. Әбділақатова³**

*¹Техн.ғыл.д-ры., профессор, ²Техн.ғыл.канд., ³Магистрант
Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті,
Қызылорда қ., Қазақстан
Электрондық пошта: ¹doszhanov55@mail.ru, ²er.yskak56@mail.ru
³tasbergenova71@mail.ru*

СОҚА ТҮРЕНДЕРІНІҢ ҚАЖАЛУЫНА ЕГІСТІК ЖЕРЛЕР ТОПЫРАҚТАРЫНЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТІНІҢ ӘСЕРІ

Құмды, құмшауытты, сазды және жартылай сазды топырақтарды өңдеу барысында соқа түрендері беттіктерінің сырылып-қажалуы жердің физикалық-механикалық қасиеттеріне – жабысқақтығына, қаттылығына, жылжуға қарсылығына, ылғалдылығына және үйкеліс коэффициенттеріне тікелей байланысты. Қажалып-сырылу үрдісінің жиілігі беттіктің әр аймағында әрқелкі өтетіндігі жер жағдайына байланысты болатындығы көрсетілді. Яғни, түреннің еңкею бұрышы, желкелік фасканың пішіні мен түреннің беткі беттігінің сырылып-қажалуы тұмсық бөлігінде, жүзінде және ортаңғы бөлігінде қаншалықты өзгеретіндігі берілді.

Тірек сөздер: сырылып-қажалу үрдісінің жиілігі, топырақтың ылғалдылығы және беттікпен қозғалатын топырақтың жылдамдығы, желкелік фаска, түрен жүзінің егелу және кесу бұрышы.

Топырақ өңдеу кезінде ауылшаруашылық машиналарының құралдары, біздің жағдайда соқа түрендері беттіктеріне әртүрлі қысымдар әсер етеді. Әр жылғы зерттеулер ауылшаруашылық машиналарының топырақ өңдеу құралдарының (соқа түрендері) сырылып-қажалуы жер жағдайына байланысты екенін көрсетеді. Соқа түрендері беттіктеріне түсетін күштердің әсері және беттік бойымен қозғалатын топырақтың жолы әртүрлі болуына байланысты беттіктің, әсіресе түрен ұштарының сырылып-қажалуы біркелкі болмайды.

Құмды және құмшауытты топырақтарды жырту барысында трактор соқаларының төстігі беттіктері толығымен сырылады, ал соқа қанатының тек төменгі жағы ғана сырылып-қажалуға ұшырайды. Барлық топырақ түрін өңдеу барысында соқа түрендерінің ұшы ең үлкен қысымға ұшырайды. Ал өкше жағындағы қысым 40-50% кем болады. Мұндай үрдісті түрен өкшесі аударылған жердің ашық жағында болатынымен және ол жерде топырақ қысымының әсері өте төмен болатындығымен түсіндіріледі [1,2].

Соқа түрендері ұшына түсетін күштермен қатар тығыз топырақты жырту әсерінен қосымша күштер тік және көлденең жазықтықта әсер етеді. Түрен беттігіндегі сырылып-қажалу мөлшерін салыстыру барысында олардың арасында байланыс жоқ екенін көруге болады. Түрен ұшына түсетін қысым 1,5 есе, ал қажалуы 4-5 есе өкшесіне қарағанда көп болады [3-5].

Ауылшаруашылық машиналарының топырақты өңдеу құралдарының беттіктерінің сырылып-қажалуы жердің физикалық-механикалық қасиеттері – жабысқақтығы, қаттылығы, жылжуға қарсылығы, ылғалдылық және үйкеліс

коэффициенттеріне тікелей байланысты. Ылғалдылығы 2,8-4% болатын құмшауыт топырақты жырту кезінде соқа түрендерінің ұшы негізінен ені бойынша, ал ылғалдылығы 9,4-12% аралығында болғанда қалыңдығы бойынша сырылып-қажалады. Топырақ құрамының бөлшектері және металдың беткі қабатының қасиеттеріне су үлкен әсер етеді (1-кесте).

Кесте 1

Өңдеу күрделілігі бойынша топырақты бөлу

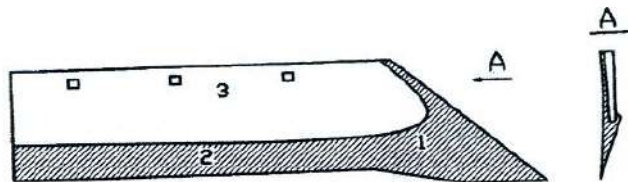
Өңдеу күрделілігінің көрсеткіші	Топырақ түрі				
	жеңіл	орташа	орташа-ауыр	ауыр	өте ауыр
Жерді жырту кезіндегі меншікті қарсыласу коэффициенті, кПа	30-ға дейін	30-50	50-70	70-120	120-дан жоғары
Физикалық саздың жобалық құрамы (0,01 мм кем бөлшек)	20-ға дейін	20-30	30-50	50-70	70-тен жоғары

Топырақ ылғалдылығының мөлшері ауылшаруашылық машиналарының топырақты өңдеу құралдарының сырылып-қажалуын тездетеді. Сазды топырақтарда су металл беттігіне олардың жабысқақтық қасиетін көтереді. Мұндай жағдайда сырылып-қажалу үрдісі үйкеліс әсерінен өседі. Осыған байланысты топырақтың ылғалдылығы көтерілген сайын топырақты өңдеу құрал беттіктерінің сырылып-қажалуы өсіп, сонымен қатар топырақ құрамындағы кышқылдар мен тұздардың әсері де сырылып-қажалу үрдісінің өсуіне әкеп соқтырады. Сазды жердің бетінде ылғал азайған кезде қатты қабат пайда болады, оны бұзу үшін үлкен күш қажет екені анық. Осыған байланысты түрен ұшына түсетін күштің мөлшері өсіп, нәтижесінде сырылып-қажалуға әкеп соқтырады [3,4].

Осыған байланысты ауылшаруашылық машиналарының топырақты өңдеу құралдарының беттіктерінің сырылып-қажалуы негізгі екі өзгеріп отыратын мөлшерлерге, топырақтың ылғалдылығы және беттікпен қозғалатын топырақтың жылдамдығына байланысты болады.

Түреннің сырылып-қажалу жиілігінің өсуі негізгі үш аймаққа бөлінеді (1-сурет): тұмсық бөлігі (1); жүзі (2); ортаңғы бөлігі (3).

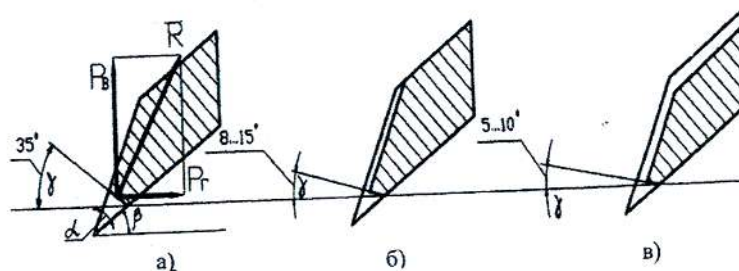
Жүзінің алдына шығып тұратын түрен ұшы ең бірінші болып топыраққа енеді, түреннің әрі қарай жерге енуін және жер жырту кезінде түреннің тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Осыған байланысты жұмыс нәтижесінде түреннің тұмсық бөлігінде қысым пайда болады да, жүзіне қарағанда тұмсық жағы тез сырылып-қажалады. Тұмсық бөлігіне түсетін орташа қысым, оның ортаңғы бөлігіне түсетін қысымнан 2,8-4,6 есе артық болады.



1 – тұмсық бөлігі; 2 – жүзі; 3 – ортаңғы бөлігі.

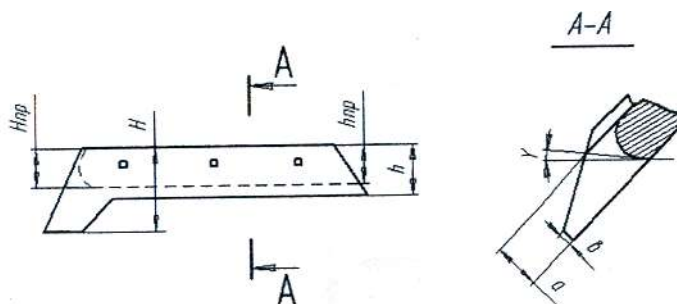
Сурет 1. Түреннің сырылып-қажалу аймақтары

Іс-тәжірибе көрсеткендей, еңкею бұрышы, желкелік фасканың пішіні және түреннің беткі беттігінің сырылып-қажалуы топырақ түріне (механикалық құрамына) және агрегатты күйіне тәуелді. Сазды топырақты жырту кезінде желкелік фаска γ көрсеткіші 35° жетеді, мұндай жағдайда түреннің кесу жүзі мұқалып қалады (2-сурет). Қатты топырақтарда түреннің мұндай жүзінің жұмыс істеу барысында желкелік фаскада пайда болатын P_B күшінің құралымы түреннің ені бойынша сәл ғана сырылып-қажалуына байланысты, оны өзінің бағытында пайдалануға болмайтындай қылып түренді топырақтан шығарып тастайды, ал жиектік P_T күші соқа кедергісін және кесу күшін жоғарылытады. Жартылай сазды топырақтарды жырту кезінде $\gamma=8-15^\circ$ (сурет 2б), ал құмды және құмшауыт топырақтарды жыртқанда $\gamma=5-10^\circ$ (сурет 2в), фаска жіңішке алаңша тәріздес болып келеді, ол өткір жүзді құрайды және екі бойынша жарамсыз күйге дейін сырылып-қажалғанша жұмысқа жарамдылық күйін қамтамасыз етеді. Бұл келтірілген фаска параметрлері жөніндегі мәліметтер жалпы жұмыстарға арналған отандық долото тәріздес түрендері бар П-702 (ПНЧС), соқаларға арналған, олардың жүзінің егелу бұрышы $\alpha=23-32^\circ$, ал кесу бұрышы $\beta=30^\circ$ құрайды.



а – сазды; б – жартылай сазды; в – құмды және құмшауыт.

Сурет 2. Топырақ құрамына байланысты түрендердің желкелік фаскасының пайда болуы және жүзінің қажалу сипаттамасы



H және H_{np} – тұмсық бөлігінің бастапқы және жарамсыз күйдегі биіктігі; h және h_{np} – жүзінің бастапқы және жарамсыз күйдегі ені; b және a – жүзінің бастапқы және жарамсыз күйдегі қалыңдығы.

Сурет 3. Жұмысқа қабілеттілігін анықтайтын түреннің негізгі геометриялық сипаттамасы

Түреннің беттік жағы сазды топырақтарды жырту кезінде мүлдем сырылып қажалмайды, ал жартылай сазды топырақтарды жыртуда шамалы ғана сырылып-қажалады, құмды және құмшауытты топырақтарда қатты қажалады. Мұндай жағдайда, әсіресе, түреннің тұмсық бөлігінің беттік жағы өте қатты сырылып-қажалуға ұшырайды, осыған байланысты түрен тұмсығы өзінің беріктігін жоғалтады және жерге енгізу күшінің әсерінен төмен жүйек түбіне қарай майысады, бұл түрендердің жарамсыз күйге түсуіне және тасталуына әкеп соғады [5,6].

Осыған байланысты түрендердің жұмысқа жарамдылығын және ұзақ мерзімділігін қамтамасыз ететін негізгі геометриялық параметрлері болып, тұмсығының биіктігі H (3-сурет), бетінің ені (жүзі) h , жүзінің қалыңдығы ν саналады.

Бұл параметрлер сонымен қатар түреннің жарамсыздық күйін көрсетеді. Осы көрсеткіштердің шеткі мәніне қарай түрендерді ауыстырады, өйткені:

- тұмсық бөлігінің сызықтық қажалу $W_1=H-H_{np}$ нәтижесінде соқа корпусының топыраққа енгізу қабілеті төмендейді, жырту тереңдігі азаяды, қамту ені нашарлайды;

- түрен енінің сызықтық қажалу $W_2= h-h_{np}$ нәтижесінде қамту ені төмендейді, топырақты майдалау сапасы нашарлайды, соқаны тарту кедергісі артады;

- желкелік фасканың пайда болуымен және түрен жүзінің a қалыңдығына дейін қажалу нәтижесінде, алаңның қатты жерлерінде соқаны қайта-қайта енгізу нәтижесінде біркелкі тереңдікте жер жырту қамтамасыз етілмейді.

Агротехнологиялық машиналарының және техникаларының үйкеліс ортасында жұмыс істейтін құралдары механикалық сырылып-қажалу түрлерінің бірі – мүжілуге ұшырайды. Сызықтық мүжілуге байланысты құралдың үйкеліс ортасында жұмыс істейтін беттігі бөлігінің өлшемдік мөлшері мен пішіні өзгеріске ұшырағандықтан, жұмысшы құралдар өздерінің атқаратын жұмыстарына жарамсыз күйде болып қалады.

Агротехнологиялық машиналарының және техникаларының екі дене арасында болатын үйкеліс ортасында жұмыс істейтін құралдарын (соқа түрендері, тақтайшалары) дайындау үшін 40Х, 45, 45Г, Л53, 55С2, 60С2, 65, 65Г, құралмалылық сапалы болат материалдарын пайдаланады. Бұндай құралдарды дайындау технологиясы бойынша олардың жұмысшы беттіктері қыздыру арқылы шынықтырылып, өңделеді. Бірақ мұндай технологияның өзі іс жүзінде онша пайдалы емес екенін көрсетеді, негізгі себебі темір карбидінің микроқаттылығы (7 ГПа) кварцтың микроқаттылығынан (10 ГПа) біраз төмен болғандықтан, сапалы құралмалық болаттардан дайындалып шынықтырылған құралдардың жұмысшы беттіктері кварц құрамы бөлшектерінің микросырылу және микротырнапкесу әсерлерінен қажалып мүжіледі [1,6].

Үйкеліс ортасында жұмыс істейтін құралдардың сырылып-қажалып бұлінуі өте күрделі түрде өтетін құбылысты үрдіс. Үйкеліс ортасында жұмыс істейтін агротехнологиялық машиналарының көптеген құралдары үшін олардың сырылып-қажалуға төзімділігін арттыру мәселесі әлі шешімін таппаған. Әсіресе аграрлық саланың агротехнологиялық машиналарына арналған сырылып-қажалуға төзімділігі жоғары, топырақ өңдеуші

құралдарды дайындау технологиясы қазіргі заманауи талаптардан қалып келеді.

Топырақ қазатын, топырақ өңдейтін, дән себетін машиналар және механизмдердің жұмысшы құралдарының жұмыс атқару мерзімінің ұзақтығын анықтайтын негізгі фактор болып абразивтік сырылып-қажалу саналады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Батлер, М.А. Упрочнение деталей машин [Текст] / М.А. Батлер; 2-ое изд. – М.: Машиностроение, 1978. – 184 с.
2. Досжанов, М.Ж. Жер өңдеуде соқа тактайшаларының жұмыс қабілетін жоғалту себептері және оларды шешу жолдары [Мәтін] / М.Ж. Досжанов, Е.Н. Ысқақ, Г.Ж. Тасбергенова, Н. Есеналиев, А. Әбділақатова // XV халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары. – Шиффилд, 2019. Б.58-62.
3. Досжанов, М.Ж. Жұмыстық беттіктері істен шыққан құралдарды қалпына келтірудің тәсілдері [Мәтін] / М.Ж. Досжанов, Е.Н. Ысқақ, Н.К. Агайдаров, Г.Ж. Тасбергенова // Научный журнал «Механика и технологии», ТарГУ им. М.Х.Дулати. – 2017. – №2(56). – С.25-31.
4. Досжанов, М.Ж. Жұмыс құралдары элементтерін балқытып батырып қатыру әдісімен мүжілген беттік қалпына келтіру [Мәтін] / М.Ж. Досжанов, Е.Н. Ысқақ, Н.Ш. Нұрғалиев, Ж.Қ. Қонысбай, М.Б. Темірбаева // материалы научно-практич. конф. «Innovation management and technology in the era of globalization», 8-11.01.2018. – Александрия, Египет.
5. Ысқақ, Е.Н. Қажалатын ортада жұмыс атқаратын бөлшектердің жұмыс беттігін қатайту жолдары [Мәтін] / Е.Н. Ысқақ, М. Насенова, А. Еділ // Материалы XI международной научно-практической конференции. – Прага, 2015. С.10-12.
6. Шило, И.Н. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин [Текст] / И.Н. Шило, Г.Ф. Бетня, Л.А. Маринич. – Минск: БГАТУ, 2010. – 320 с.

REFERENCES

1. M.A. Butler. Hardening of machine parts [in Russian] / M.A. Butler-2nd ed.- M.: Mechanical engineering, 1978. -184 p.
2. M.Zh. Doszhanov, E.N. Iskak, G.Zh.Tasbergenova, N. Esenaliev, A. Abdilakatova Causes of loss of fetal capacity during land processing and ways to solve them [in Kazakh] //Proceedings of the XV international scientific and practical conference., Shiffield, 2019, 58-62 p.
3. M.Zh. Doszhanov, E.N. Yushak, N.K. Agaidarov, G.Zh. Tasbergenova. Ways to restore failed work surfaces [in Kazakh] // Scientific journal "Mechanics and technologies", V. 2 (56), 2017, p. 25-31.
4. E.N. Iskak, N.Ch. Nurgaliev, G. Konysbay, M. Temirbayeva. Surface restoration by surfacing elements of working tools [in Kazakh] // "Innovation and technology management in the era of globalization" materials of scientific-practical. conf., 8-11. 01. 2018, Alexandria, Egypt.
5. E.N. Iskak, M. Nasenova, A. Edil Strengthening of the working surface of parts operating in a remote environment [in Kazakh] // Proceedings of the XI international scientific and practical conference, Prague, 2015, p.10-12.
6. I.N. Shilo, G.F. Betina, L.A. Marinich. Improving the efficiency of working bodies of agricultural machinery [in Russian] / Minsk, BSATU, 2010. – p. 320.

Материал редакцияға 01.02.20 түсті.

М.Ж. Досжанов, Е.Н. Ысқақ, Г.Ж. Тасбергенова, С. Раев, А. Әбділақатова

*Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата,
Кызылорда, Казахстан*

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОСЕВНЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ИЗНАШИВАНИЕ ЛЕМЕХА ПЛУГА

Известно, что при обработке различных типов грунтов - песчаника, песчаных, глинистых или полуглинистых почв износ поверхностей лемеха плуга напрямую зависит от их физико-механических свойств: (вязкости, жесткости, сопротивления движению, влажности и коэффициента трения). Установлена зависимости частот процесса трения от условий почвы которая происходит в каждой области поверхности грунта неравномерно. В настоящей работе представлены, насколько изменяется угол наклона лемеха, конфигурация затылочной фаски, а также износ поверхности лемеха в носовой части лезвия и в её средней части.

Ключевые слова: частота процесса изнашивания, влажность почвы, скорость движения почвы по поверхности, затылочная фаска, угол точения и резания лезвия лемеха.

M.Zh. Doszhanov, E.N. Yskak, G.Zh. Tasbergenova, S. Rayev, A. Abdilakatova

Kyzylorda State University Korkyt Ata, Kyzylorda, Kazakhstan

INFLUENCE OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SOWING SOIL ON THE WEAR OF PLOW PLEMES

It is known that when processing various types of soils - Sandstone, sandy, clay or loamy soils, the wear of the plowshare surfaces directly depends on their physical and mechanical properties: (viscosity, stiffness, resistance to movement, humidity and coefficient of friction). The dependence of the frequency of the friction process on the soil conditions is established, which occurs unevenly in each area of the soil surface. That is, this article shows how much the angle of the ploughshare changes, the configuration of the occipital chamfer, and the wear of the ploughshare surface in the nose of the blade and in its middle part.

Keywords: frequency of the process, soil moisture, speed of soil movement on the surface, occipital chamfer, angle of turning and cutting the blade of the ploughshare.

УДК 629.1.07:629.1.02

К.К. Абишев¹, А.Ж. Касенов^{1*}, К.Б. Асыллова²

*¹Канд. техн. наук, профессор, ²Докторант
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова,
г. Павлодар, Республика Казахстан*

Электронная почта: ¹a.kairatolla@mail.ru, ^{1}asylbek_kasenov@mail.ru,
²asylova_1973@mail.ru*

К ВОПРОСУ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ ПОЛУГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ ТЯГОВО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ

В статье указана роль ходовых систем тягово-транспортных машин в повышении эффективности их использования. Рассмотрены существующие конструкции полугусеничных движителей для реализации высоких тяговых качеств

тягово-транспортной машины. Выполнен аналитический обзор, на основе которого описаны их достоинства и недостатки. По результатам проведенного анализа предложено, что при выборе конструкции полугусеничного движителя тягово-транспортной машины необходимо учитывать неравномерность распределения удельного давления по длине опорной поверхности, жёсткость ходовой части и тип гусениц.

Ключевые слова: транспорт, движитель, ходовая система, гусеница, колесо, подвеска, проходимость, тяговые качества.

Для эксплуатации в разнообразных условиях созданы тягово-транспортные средства разных типов и конструкций с различными техническими характеристиками. Тип и назначение транспортного средства определяют конструкцию его ходовой системы [1].

Одной из задач в транспортной отрасли всегда был вопрос повышения эффективности использования транспортной техники, большую роль в решении которой, принадлежит совершенствованию их ходовых систем.

На современных тягово-транспортных машинах применяются ходовые системы с колёсными, гусеничными и полугусеничными движителями.

Полугусеничный движитель является комбинацией колёсного и гусеничного движителей. Как правило, гусеничный движитель является ведущим, и устанавливают вместо заднего колеса, а колёсный движитель – передним направляющим [2].

Для реализации высоких тяговых качеств тягово-транспортной машины важным является конструкция полугусениц. Кратко рассмотрим некоторые из них и проанализируем их достоинства и недостатки.

Наиболее распространённым является полугусеничный движитель (рис.1), представляющий собой бесконечную резинометаллическую гусеницу со штампованными почвозацепами, охватывающую заднее ведущее колесо трактора и установленное впереди него дополнительное натяжное колесо [3]. Такой движитель имеет независимую подвеску натяжных опорных колёс 1 и зависимую задних колёс 7.

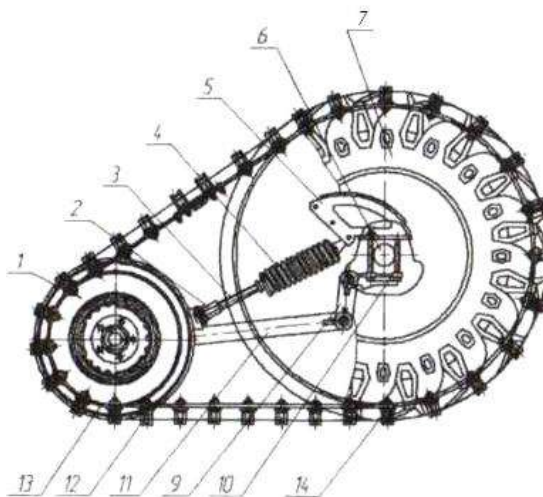


Рис. 1. Полугусеничный движитель с резинометаллической гусеницей и штампованными почвозацепами

Независимая подвеска включает в себя амортизационно-натяжные устройства с предварительно поджатыми гайкой 2 пружинами 4.

Опоры пружин 4 амортизационно-натяжного устройства шарнирно соединены вверху с кронштейном 5 рукава полуоси 6, а внизу через регулировочный винт 3 с направляющей штангой 11. На переднем конце направляющей штанги 11 расположена ось натяжного опорного колеса 1. Задний конец через серьгу 9 и кронштейн 10 шарнирно связан с рукавом полуоси 6, что обеспечивает вертикальное перемещение колеса 1 при переезде через препятствие.

Гусеница движителя состоит из двух резиноканевых лент 13, соединённых стальными почвозацепами 12. Почвозацепы прикреплены к лентам четырьмя болтами 14 с квадратными подголовками.

Конструкция данного движителя позволяет в случае необходимости снять гусеницу с трактора и подвесить натяжное колесо.

При применении этого движителя увеличивается сопротивление качению и повороту трактора, а также возникают дополнительные потери в гусеничном движителе. Основным недостатком является неравномерное распределение удельного давления по длине опорной поверхности гусеничной ленты, что значительно влияет на проходимость по грунтам со слабой несущей способностью [4]. Такая конструкция полугусеничного движителя применяется на тракторах «Беларусь», «Фергюсон» (США), «Дэвид-Браун» (Англия).

Для увеличения опорной поверхности был предложен полугусеничный движитель [5], содержащий гусеничный обвод, охватывающий ведущую звёздочку 1 и дополнительное направляющее колесо 3 (рис.2). Ведущая звёздочка 1 установлена на месте ведущего колеса и имеет такой же диаметр.

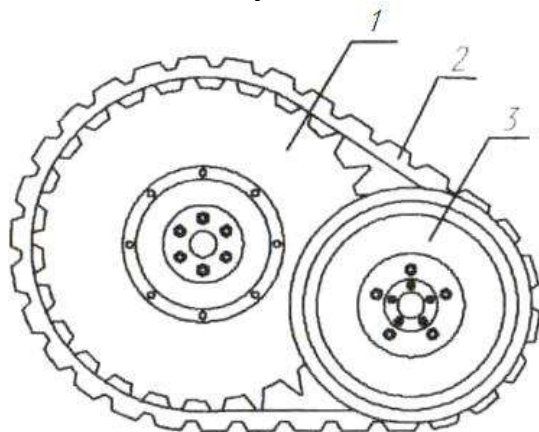


Рис. 2. Полугусеничный движитель с направляющими дисками

Опорная часть, не имеющая опорных катков, представляет собой как бы часть звёздочки и колеса. Направляющее колесо 3 представляет собой два диска расположенных с каждого края гусеницы 2. Это ограничивает спадание гусеницы. Зацепление гусеницы с ведущей звёздочкой цевочное. Гусеничная цепь 2 выполнена резиноармированной. Использование резиноармированной гусеницы позволяет выполнять работы на асфальтовом и бетонном покрытиях без их разрушения, а также оказывать меньшее на 25-

30% по сравнению с металлическими гусеницами при одинаковой ширине уплотняющее воздействие на почву. Такой движитель установлен на тракторе «Фордзон-Мейджер».

Альтернативным вариантом, является движитель, состоящий из полугусениц с треугольным обводом, заменяющих задние ведущие колеса. Отличительной особенностью треугольного гусеничного обвода является то, что ведущие колеса расположены над опорной поверхностью тягово-транспортной машины и выведены из зоны абразивного износа.

Несмотря на ряд преимуществ, такая конструкция обладает существенными недостатками, такими, как необходимость обеспечения достаточного угла обхвата гусеницей ведущего колеса, повышенная нагруженность заднего опорного катка касательной силой тяги, сложность решения проблемы подрессоривания заднего опорного катка, увеличение потерь на трение в шарнирах гусеницы на участках вокруг заднего опорного катка и вокруг ведущего колеса.

Рассмотрим некоторые конструкции движителей, выполненных по данной схеме и проанализируем их достоинства и недостатки.

Известен полугусеничный движитель [6], содержащий гусеничный обвод 1, выполненный по треугольной схеме (рис.3). Гусеничный обвод охватывает ведущее колесо 2, установленное в верхнем углу обвода, и гусеничную тележку 3, закреплённую на оси 6, на которой установлены опорные катки 4 и направляющие колёса 5. Одно из направляющих колёс 5 может быть натяжным. Гусеничная тележка 3 закреплена на оси 6 для поворота движителя в продольной вертикальной плоскости при движении на местности.

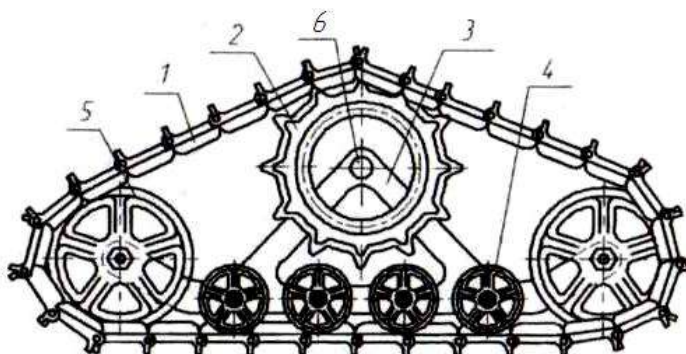


Рис. 3. Полугусеничный движитель с треугольным гусеничным обводом

Конструкция полугусеницы обеспечивает оптимальную эпюру распределения нагрузок, что, в свою очередь, обеспечивает тягово-транспортной машине лучшее использование мощности и повышение КПД.

Недостатком данной конструкций полугусеничного движителя является жёсткость ходовой части, что отрицательно сказывается на работоспособности тягово-транспортной машины на грунтах с низкой несущей способностью.

С целью повышения проходимости колёсной тягово-транспортной машины на переувлажнённых и слабонесущих почвах предложен полугусеничный движитель [7], содержащий гусеничную цепь 1, которая

выполнена в виде роликотулочной цепи, звенья которой жёстко соединены с уширителями таврового сечения (рис.4).

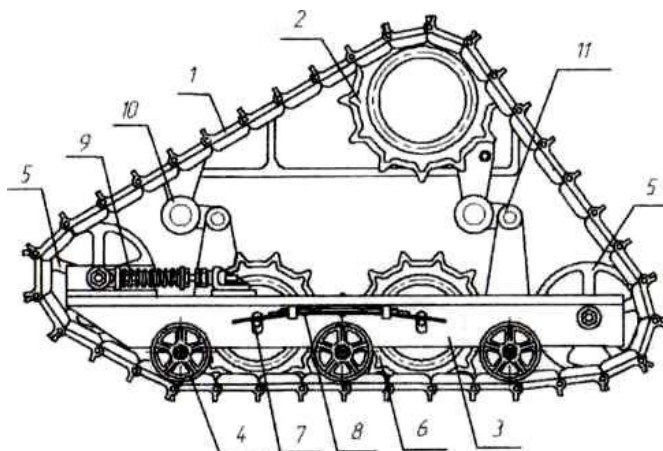


Рис. 4. Полугусеничный движитель с роликотулочной гусеничной цепью

Внутри обвода гусеничной цепи 1 размещены ведущее колесо 2, тележка 3 с опорными катками 4, размещёнными по обе его стороны. По продольной оси тележки расположены направляющие колеса 5, а между опорными катками 4 – опорно-направляющие звёздочки 6.

Оси опорно-направляющих звёздочек 6 установлены с возможностью вертикального перемещение в пазах 7. На тележке 3 закреплены рессоры 8, опирающиеся на концы осей опорно-направляющих звёздочек 6. На тележке 3 расположено также натяжное устройство 9. Тележка 3 связана с рамой тягово-транспортной машины посредством торсионов 10 и 11.

В данной конструкции оси опорных катков жёстко закреплены на гусеничной тележке. Такое крепление позволяет добиться минимального расстояния между осями катков, что улучшает равномерность распределения давлений на мягких почвах. Недостатком является то, что из-за жёсткости подвеска ограничивает скорости движения тягово-транспортной машины.

Для решения этой проблемы предлагается полугусеничный движитель [8], содержащий направляющее колесо 1 с механизмом натяжения 2, закреплённое на рычаге 3, который установлен на тележке 4 (рис.5). Кроме того, на тележке жёстко закреплены опорные катки 5. Тележка 4 связана с остовом тягово-транспортной машины с помощью балансиров 6 и 7, установленных свободно на оси 8 в кронштейне 9, а также вертикальной опоры 10, связанной шарнирно посередине с механизмом натяжения 2, а концами с балансиром 7 и тележкой 4. Ходовая часть снабжена гусеницей 11, зацепляющейся с ведущим колесом 12. При движении остов транспортного средства с кронштейном 9 и колесом 12 опускается на величину хода амортизаций, и задний балансир 6, поворачиваясь в шарнирном соединении с тележкой, перемещает передний балансир 7 вперёд. Передний балансир 7, шарнирно соединённый с вертикальной опорой 10, поворачивает её и через механизм натяжения 2 перемещает рычаг 3 с направляющим колесом 1, увеличивая размер гусеничного обвода в горизонтальной плоскости на величину уменьшения размера гусеничного обвода в вертикальной

плоскости. Величина хода направляющего колеса выбирается путём подбора плеч рычага и опоры.

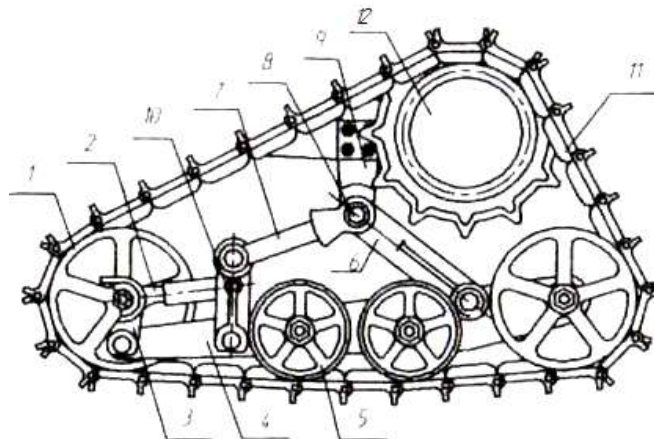


Рис. 5. Полугусеничный движитель с жёстко закрепленными опорными катками

При наезде на препятствия направляющим колесом подвеска поворачивается на оси 8 шарнирного соединения с кронштейном 9.

В подвеске осуществлена регулировка положения одного из балансиров для выбора необходимого статического положения остова тягово-транспортной машины относительно грунта, а также, когда происходит усадка упругих элементов при эксплуатации [9, 10].

Предложенная подвеска поддерживает постоянство натяжения гусеничной цепи, что расширяет диапазон применения более высоких скоростей передвижения, при хорошей надёжности крепления её к остову машины.

Также как в предыдущей конструкции, недостатком является жёсткость крепления опорных катков. Данный недостаток актуален и для сменного гусеничного движителя [9].

Проведённый анализ конструкции полугусеничных движителей позволяет сделать следующие выводы:

- неравномерное распределение удельного давления по длине опорной поверхности отрицательно влияют на проходимость и тяговые качества тягово-транспортной машины;

- жёсткость ходовой части ограничивает скорости движения тягово-транспортной машины;

- использование резиноармированной гусеницы, по сравнению с металлическими гусеницами при одинаковой ширине, позволяет оказывать меньшее уплотняющее воздействие на почву.

Поэтому при выборе конструкции полугусеничного движителя тягово-транспортной машины необходимо учитывать вышеуказанные выводы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Забродский, В.М. Ходовые системы тракторов. Устройство, эксплуатация, ремонт [Текст]: справочник / В.М. Забродский, А.М. Файнлейб, Л.Н. Кутин, О.Л. Уткин-Любовцов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 271 с.

- 2 Куляшов, А.П. Экологичность движителей транспортно-технологических машин [Текст] / А.П. Куляшов, В.Е. Колотилин. – М.: Машиностроение, 1993. – 256 с.
- 3 Ксеневиц, И.П. Тракторы МТЗ-100 и МТЗ-102 [Текст]. – М.: Агропромиздат, 1986.
- 4 Бекенов, Т.Н. Повышение проходимости колесного трактора класса 1,4-2 т.с. [Текст] / Т.Н. Бекенов, К.К. Абишев // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию ЕНУ им. Л.Н. Гумилева «Современная архитектура и строительство: проблемы и перспективы развития» / ЕНУ им. Л.Н.Гумилева. – Астана, 2006. – С. 190-192.
- 5 Механизация сельского хозяйства: Сборник переводов и обзоров иностранной периодической литературы [Текст] / отв. ред. А.В. Чумак. - М.: Издательство иностранной литературы, 1955. – 246 с.
- 6 Гусеничный движитель: А.с. СССР №713750: МКИЗ В62 D55/ 08/Ю.Н. Благодатный, Е.Д. Диденко и В.Г. Евтенко (СССР). – №2584366/27-11; заявл. 01.03.78; опубл. 05.02.80. Бюл. №5. – 3 с.: ил.
- 7 Полугусеничный ход: А.с. №969580 МКИЗ В62 D55/04 /З.А. Хантадзе, А.Ш. Босикашвили, Г.Ш. Датунашвили, Н.К. Мачарашвили, Г.И. Пириашвили и Г.З. Хубулури (СССР). – №3257395/27-11; заявл. 24.02.81; опубл. 30.10.82. Бюл. №40. – 3 с.: ил.
- 8 Ходовая часть гусеничного транспортного средства: А.с. №1054175 МКИЗ В62 D55/08 /В.Н. Никулин, Л.М. Зеликовский, В.А. Подусов, Н.А. Вихляева (СССР). – №3474474/27-11; заявл. 27.07.82; опубл. 15.11.83. Бюл. №42. – 4 с.
- 9 Макушев, Ю.П. Определение технико-экономических показателей двигателя внутреннего сгорания путём анализа его характеристик [Текст] / Ю.П. Макушев, К.К. Абишев, К.Б. Асыллова // Наука и техника Казахстана. – 2019. – № 4.
- 10 Abishev, K.K., Bekenov, T.N., Mukanov, R.B.: Wheeled and tracked mover integrated agricultural transport facility, has power unit mounted on frame for moving frame corresponding to another frame, and cardan gear installed between power unit and transmission line. Patent KZ22165-A4. Derwent Innovations Index № 2019-36810M (2019).

REFERENCES

1. Running systems of tractors. The device, maintenance, and repairs. Reference [in Russian] / V.M. Zabdorskij, A.M. Fajnljeb, L.N. Kutin, O.L. Utkin-Lyubovcov. – Moscow: Agropromizdat, 1986. – 271 p.
2. Kulyashov, A.P., Kolotilin V.E. Ecology of movers of transport and technological machines [in Russian]. – Moscow: Mashinostroenie, 1993. – 256 p.
3. Ksenevich, I.P. Tractors MTZ-100 and MTZ-102 [in Russian]. – Moscow: Agropromizdat, 1986.
4. Bekenov, T.N., Abishev, K.K. improving the permeability of the wheeled tractor class 1,4-2 t.s. [in Russian] // Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 10th anniversary of ENU. L. N. Gumileva "Modern architecture and construction: problems and prospects of development" / ENU. L. N. Gumileva. – Astana, 2006. – PP. 190-192.
5. Mechanization of agriculture: a Collection of translations and reviews of foreign periodical literature [in Russian] / Rev. edited by A.V. Chumak. - Moscow: publishing house of foreign literature, 1955. – 246 p.
6. Caterpillar propulsion [in Russian]: A. S. USSR No. 713750: MKIZ B62 D55/ 08/ Yu.N. Blagodatnyj, E.D. Didenko, V.G. Evtenko (USSR). - No. 2584366/27-11; declared. 01.03.78; publ. 05.02.80. Bull. No. 5. – 3 p.: Il.
7. Half-track [in Russian]: A. S. No. 969580 MKIZ B62 D55/04 / Z.A. Hantadze, A.Shch. Bosikashvili, G.Sh. Datunashvili, N.K. Macharashvili, G.I. Piriashvili, G.Z.

- Hubuluri (USSR). – No. 3257395/27-11; declared. 24.02.81; publ. 30.10.82. Bull. No. 40. – 3 p.: И.
8. Chassis of tracked vehicle [in Russian]: A. S. No. 1054175 MKIZ B62 D55/08 / V.N. Nikulin, L.M. Zelikovskij, V.A. Podusov, N.A. Vihlyayeva (USSR). - No. 3474474/27-11; declared. 27.07.82; publ. 15.11.83. Bull. No. 42. – 4 p.
 9. Makushev, Yu.P., Abishev, K.K., Asylova, K.B. Determination of technical and economic indicators of the internal combustion engine by analyzing its characteristics [in Russian] / Science and technology of Kazakhstan. – 2019. – V. 4.
 10. Abishev, K.K., Bekenov, T.N., Mukanov, R.B.: Wheeled and tracked mover integrated agricultural transport facility, has power unit mounted on frame for moving frame corresponding to another frame, and cardan gear installed between power unit and transmission line. Patent KZ22165-A4. Derwent Innovations Index № 2019-36810M (2019).

Материал поступил в редакцию 06.12.19.

К.К. Абишев, А.Ж. Касенов, К.Б. Асылова

*С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., Қазақстан Республикасы*

ТАРТУ-КӨЛІК МАШИНАСЫНЫҢ ЖАРТЫЛАЙ ШЫНЖЫР ТАБАНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШ ҚҰРЫЛЫСЫН ТАҢДАУ МӘСЕЛЕСІ

Мақалада тарту-көлік машиналардың пайдалану тиімділігін арттырудағы жүріс жүйелерінің рөлі көрсетілген. Тарту-көлік машиналарының жоғары тарту қасиеттерін іске асыру үшін қолданылатын жартылай шынжыр табанды қозғалтқыштардың құрылысы қарастырылған. Аналитикалық шолу жасалып, оның негізінде қозғалтқыштардың арттықшылықтары мен кемшіліктері жазылған. Орындалған талдау нәтижесінде тарту-көлік машиналарының жартылай шынжыр табанды қозғалтқыш құрылысын таңдау кезінде тірек бетінің ұзындығы бойынша меншікті қысымының біркелкі бөлінбеуін, жүріс бөлігінің қатаңдығын және шынжыр табан түрін ескеру қажеттілігі ұсынылды.

Тірек сөздер: көлік, қозғалтқыш, жүріс жүйесі, шынжыр табан, доңғалақ, аспа, өткіштік, тарту қасиеттері.

К.К. Abishev, A.Zh. Kasenov, K.B. Asylova

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar, Kazakhstan

TO THE QUESTION OF THE SELECTION OF THE DESIGN OF HALF-TRACK MOVER TRACTION AND TRANSPORT MACHINES

The article describes the role of traction vehicles running systems in increasing the efficiency of their use. The existing designs of semi-tracked engines for the implementation of high traction qualities of the traction transport machine are considered. The analytical review on the basis of which their advantages and disadvantages are described is carried out. According to the results of the analysis, it is proposed that when choosing the design of a semi-tracked propulsion traction transport machine, it is necessary to take into account the uneven distribution of specific pressure along the length of the support surface, the stiffness of the chassis and the type of tracks.

Keywords: transport, mover, propulsion system, track, wheel, suspension, traffic, driving characteristics.

ӘОЖ 631.31

М.М. Бекмұратов¹, М.М. Бажалакова²¹Техн.ғылымдарының канд., доцент, ²Магистрант

М.Х.Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

Электрондық пошта: ²mbazalakova@gmail.com**ТОПЫРАҚТЫ ФРЕЗЕРЛІК ӨНДЕУДІҢ ЭНЕРГИЯ
СЫЙЫМДЫЛЫҒЫН АЗАЙТУ**

Мақалада топырақ қабаттарын аз энергия шығынын жұмсай отырып қоспатын әртүрлі өлшемді Г-тәрізді пышақтары бар кескіштердің жұмысы қарастырылған. Фрезерлеудің энергия сыйымдылығын төмендетуге өңделетін қабаттың төменгі қабатының артық ұсақталуын шектеумен қол жеткізуге болады. Жоғарғы қабатты әртүрлі өлшемді пышақпен ұсақтаудың бірдей қарқындылығы топыраққа ену кезінде оларға күш түсірілуімен қамтамасыз етіледі. Ол үшін бір жағына бүгілген қанаттары бар пышақтар бір-біріне қатысты диск бойында бұрыштық ығысумен орнатылады. Шымды топырақта жүргізілген эксперименттік зерттеулер нәтижесінде кинематикалық режим диапазонында әртүрлі өлшемді пышақтары бар 7,9-11,7 диірмен кескіштері, негізгі конструкциямен салыстырғанда 13-17% аз қуат жұмсағандығы анықталды. Энергетикалық әсердің кинематикалық режимге тікелей пропорционалды түрде өсетіні айқындалды. Топырақты өңдеудің сапалық көрсеткіштері бойынша қарастырылып отырған конструкциялар арасында айтарлықтай айырмашылық байқалмады.

Тірек сөздер: топырақ өңдеу фрезасы, қабаттап өңдеу, әртүрлі өлшемді пышақтар, ұсақтау қарқындылығы, кинематикалық режим.

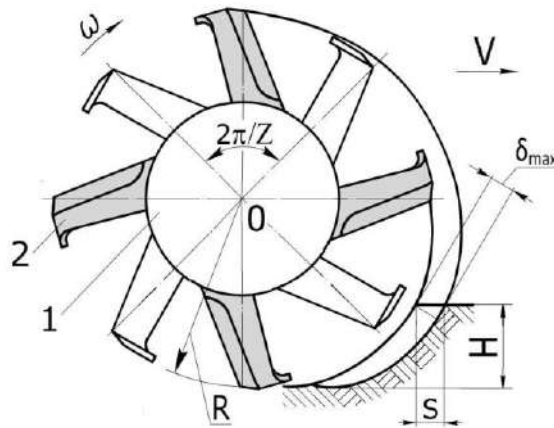
Топырақ өңдеу фрезасы – топырақты ұнтақтаудың қажетті деңгейін беретін жалғыз машина. Оның пышақтарының айналмалы және үдемелі жылдамдығының ара қатынасын таңдау арқылы топырақтың кез-келген түрін, соның ішінде шымды түрлерін сапалы өңдеуге болады.

Фрезерлеу топырақтың агрофизикалық қасиеттеріне, өсімдіктердің су және қоректік режимдеріне оң әсер етеді. Топырақ қабаттарын белсенді араластыру өңделетін қабаттың биологиялық белсенділігін арттырады және ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыруға ықпал етеді.

Топырақ өңдеу фрезаларының артықшылығы төмен массалы және жоғары қозғалтқыш қуаттылығымен сипатталатын заманауи энергиямен қаныққан тракторлармен біріктірілгенде күрт артады. Фрезалар қажетті энергияны тракторлардың тарту күшінен емес, қуатты іріктеу білігі арқылы тұтынады, бұл сүйреу қозғалтқышының төмендеуіне әкеледі, осылайша олардың топырақ құрылымына деструктивті әсерін төмендетеді [1].

Алайда, ауыл шаруашылығында фрезерлік кескіштер пассивті жұмысшы органдары бар өңдеу машиналарына қарағанда жоғары қуат сыйымдылығы мен өнімділіктің төмен болуына байланысты кең қолданылмайды. Сондықтан фрезаның конструктивтік және режимдік параметрлерін оңтайландыру есебінен топырақты фрезерлік өңдеуге энергия шығындарын төмендету бойынша зерттеулер өзекті болып табылады.

Өңдеу үшін негізінен фрезерлік кескіштер V көлденең осі бойынша ротордың айналу қозғалысының бағытына перпендикуляр O айналады (1-сурет).



Сурет 1. Топырақ өңдеу фрезасының схемасы

Диаметрі $2R$ болатын осындай диірмендердің роторында жетекші білікте дискілердің 1 батареясынан тұрады, олардың үстіне Г-пішінді пышақтар 2 тең бұрыштық аралықтарда орналастырылған. Дискіге қатысты пышақтардың қанаттары қарама-қарсы бағытта бүгілген. Әрбір дискіде Z пышақтарды қанаттарын бір жаққа және сонша – қанаттарын қарама-қарсы жаққа бұра отырып орналастырады. Жұмыс жағдайында мәжбүрлеп айналатын ротор екі қозғалысқа қатысады: ω бұрыштық жылдамдықпен O ось айналасында айналу және фрезамен бірге V ілгерімелі жылдамдығы. Пышақтардың жиектері топырақты $V_0 = \omega R$ жылдамдықпен кеседі. Фрезерленетін топырақтың ұсақтау дәрежесі топырақ жиынтығынан пышақпен кесіп алған кесектердің геометриялық өлшемдерімен сипатталады. S кесегінің ұзындығы (пышаққа беру) пышақтың іргелес жолдарының арасындағы бойлық арақашықтыққа тең. Кесектің ені b Г-тәрізді пышақтардың қанатын қармаумен, ал H биіктігі – топырақтың фрезерлеу тереңдігімен анықталады.

Топырақты ұсақтау қарқындылығы пышақтың тереңдеуіне қатысты өзгертін кесектің қалыңдығына байланысты. Пышақтың өріс бетінен түйіскен нүктесіндегі қалыңдықтың ең жоғарғы мәні [2]:

$$\delta_{\max} = \sqrt{\frac{H}{R} \left(2 - \frac{H}{R} \right)}, \text{ м.}$$

Келтірілген формуладан пышаққа тұрақты беріліс кезінде және оны $H \dots 0$ аралығында атыз түбіне ауыстырғанда кесек қалыңдығы азаяды және тиісінше топырақтың ұсақтау қарқындылығы өседі. Демек, өңделетін қабаттың жоғарғы горизонттың фрезамен қопсытылуына қол жеткізу үшін төменгі горизонт қажетсіз түрде ұсақталады, бұл фрезерлеудің энергия шығынын арттырады.

Зерттеудің мақсаты қабаттың төменгі қабатының артық ұсақталуын шектеу есебінен топырақты фрезерлік өңдеудің энергия сыйымдылығын азайту болып табылады.

Зерттеу шарттары, материалдары және әдістері. Фрезерлеудің энергия сыйымдылығының жалпылама сипаттамасы өңделетін топырақ

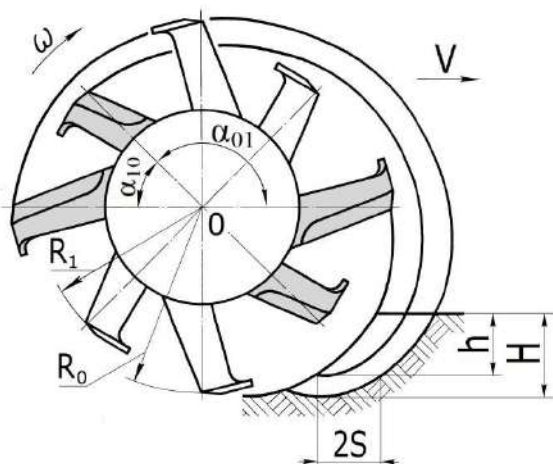
көлемінің бірлігіне энергияның үлестік шығындары болып табылады. Фрезаның энергия сыйымдылығы \mathcal{E}_1 кесекті кесу жұмысының A кесілетін көлеміне Q қатынасымен анықталады:

$$\mathcal{E}_1 = \frac{A}{Q} = \frac{Pl}{SbH}, \text{ кДж/м}^3, \quad (1)$$

мұнда P , l – пышаққа топырақ кедергісі және кесекті кесу кезінде оның кесетін жиегінің жолы.

(1) өрнегі бойынша, фрезаның берілген шарттары мен жұмыс істеу режимдері кезінде топырақты өңдеудің энергия сыйымдылығын барынша азайту пышақтарға жүктемені P азайту және кесектерді кесу кезінде олардың кесетін жиектері жолының ұзындығын l азайту есебінен мүмкін болады.

Радиусы R_0 және R_1 ($R_0 > R_1$) бар әртүрлі өлшемді Г-пішінді пышақтармен жабдықталған роторы бар фрезерлік кескіш конструкциясы кесу жолының ұзындығын азайтуға мүмкіндік береді (2-сурет).



Сурет 2. Әртүрлі өлшемді пышақпен топырақты фрезамен ұсақтау

Топырақ қабатының h тереңдігінің жоғарғы горизонттын берілген фреза пышақтарының екі түрі де ұсақтайды, ал төменгі тереңдігін ($H-h$) – тек $2S$ ұлғайтылған берілісі бар R_0 пышақтары ұсақтайды. Бұл ретте жаңа конструкцияның энергия сыйымдылығы:

$$\mathcal{E}_z = \frac{P(l_0 + l_1)}{2SbH}, \text{ кДж/м}^3, \quad (2)$$

$$l_0 + l_1 < 2l, \text{ м,}$$

мұнда l_0 , l_1 – пышақпен кесу жолының ұзындығы R_0 және R_1 .

Жоғарғы горизонтты R_0 және R_1 пышақтарымен ұсақтаудың бірдей қарқындылығы топыраққа батыру кезінде оларға берілудің теңдігімен, яғни әртүрлі өлшемді пышақпен кесілетін жоңқалардың максималды қалыңдығының бірдей шамасымен түсіндіріледі. S беру шамасына жоңқаны

ұстап алу үшін қысқа пышақтар тіреулері ұзындығының жеткіліксіздігі оларды топыраққа батыру алдында қосымша үдемелі орын ауыстырумен өтеледі. Бұл үшін бір жаққа бүгілген қанаттары бар пышақтарды α_{10} бұрыштық ығысуы бар дискіге орнатады (индекс сандары топыраққа батудың кезектілігін көрсетеді - бұл жағдайда бірінші болып R_1 , содан кейін R_0 пышағы енеді), $\alpha_{01} > \alpha_{10}$ пышағы батырылады.

(1) және (2) өрнектерінде P күшінің мәні фрезерлік жұмыс органдарына бейімделген топыраққа төзімділік жыртудың рационалды формуласымен анықталады [2]:

$$P = F + kV_0^2, \text{ кН}, \quad (3)$$

мұнда: F – пышақтардың топыраққа үйкеліс кедергісі, сондай-ақ кесілетін жоңқаларды кесу және деформациялау; k – тепе-теңдік коэффициенті.

Алайда топырақ өңдеуге арналған жұмыс органы жылдамдығының артуына байланысты, әсіресе топырақты фрезерлеу бойынша жұмыстарды орындау кезінде зерттеу нәтижелері көбінесе F күшінің жұмыс денелерінің жылдамдығына байланысы болмауы тұрғысынан (3) формулаларға сәйкес келмейді. Топырақтың механикалық құрамы бойынша ауыр жағдайларда сәйкессіздік күшейе түседі [3]. Бұл жұмыс органдарының топырақпен әрекеттесуінің ағымдағы қарқынын ескере отырып, осы формуланы қайта бағалау қажеттілігін көрсетеді.

Эксперименталды мәліметтерді эмпирикалық өзара байланыстыру дәлдігін арттыру үшін топырақтың өңдеуге кедергісінің өзгертілген формуласының нұсқалары белгілі. Олардың бірі [4] белгілі өрнектің қолданылу аясын кеңейтуге бағытталған, ол үшін нұсқалардың бірінде формулаға қосымша константаны енгізу ұсынылды [5]. Басқа нұсқалар, керісінше, топырақ өңдеу техникасының нақты түрлеріне бағытталған - өрнектерді тек қайырма соқалар [6] үшін немесе табанды культиваторлар мен тіс жұмыс органдары бар машиналар [7] үшін бейімдеу. Бірақ сыналған инновациялар фрезаларға ғана қатысты емес, сонымен қатар пассивті жұмыс органдары бар қазіргі заманғы жоғары жылдамдықты топырақ өңдейтін машиналарға да (3) формуланың ұтымдылық деңгейін көтермеді.

Жалпақ кесінділер культиваторларын, шабықтағыштарды (чизельдер) және дискілі тырмаларды сынау кезінде формуланы жақсарту бағытында оң өзгерістер болды. Сынаулар топырақты кесу және деформация кедергісінің жұмыс жылдамдығымен сызықтық өзара байланысын көрсетті [8]. Сынауларда алынған деректерден - топырақтағы кернеу және тиісінше, оны қопсыту жұмысы кесу жылдамдығының ұлғаюымен сызықтық тәуелділік бойынша өсетіні байқалды. Нәтижесінде бұл топырақтың реологиялық қасиеттерін есепке ала отырып зерттеулерде растама тапты [9].

Кесілетін жоңқаның кесу және деформация кедергісі деформатордың жылдамдығына сызықтық тәуелділіктен тұрады. Сондықтан топырақ өңдеу фрезасы үшін қолайлы:

$$P = a + bV_0 + cV_0^2, \text{ кН}, \quad (4)$$

мұнда a - пышақтардың топыраққа үйкеліс кедергісі; bV_0 - кесілетін кесектің кесу және деформация кедергісі; cV_0^2 - лақтырылатын топырақ массасына жылдамдықты хабарлау күші.

(4) формуланы ескере отырып (2) және (3):

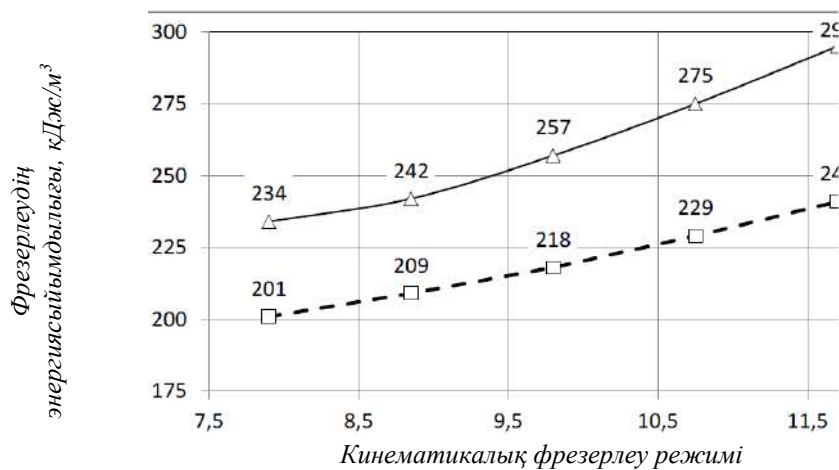
$$\mathcal{E}_1 = a_1 + b_1 V_0 + c_1 V_0^2 \quad (5)$$

$$\mathcal{E}_2 = a_2 + b_2 V_0 + c_2 V_0^2$$

мұнда

$$a_1 = a \frac{l}{SbH}; \quad b_1 = b \frac{l}{SbH}; \quad c_1 = c \frac{l}{SbH};$$

$$a_2 = a \frac{l_0 + l_1}{2SbH}; \quad b_2 = b \frac{l_0 + l_1}{2SbH}; \quad c_2 = c \frac{l_0 + l_1}{2SbH};$$



Сурет 3. Топырақ өңдеу фрезасының салыстырмалы энергетикалық көрсеткіштері

Нәтижелер және оларды талқылау. Эксперименталды бағалау топырақпен әсерлесуінде Г-тәрізді пышақтарының орналасуымен ерекшеленетін екі түрлі конструкциясының энергия сыйымдылығына жүргізілді. 1-суретте көрсетілген конструкцияны базалық деп қабылдадық және онымен әртүрлі өлшемді пышақпен жабдықталған жаңа фрезаны салыстырып қарадық (2-сурет). Салыстырмалы машиналарда роторлардың габариттері бірдей ($2R = 2R_0 = 560$ мм), топырақтың фрезерлеу тереңдігі ($H = 20$ см) және дискідегі аралас пышақтардың арасындағы ең аз бұрыш - $\pi/4$.

Сынаулар кезінде фрезаның кинематикалық режимі агрегаттың үдемелі жылдамдығы есебінен 7,9-дан 11,7-ге дейін өзгерді, ал бұрыштық жылдамдығы ($\omega = 37 \text{ с}^{-1}$) тұрақты сақталды. Кинематикалық режимге синхронды түрде әртүрлі өлшемді пышақтардың радиусының ара қатынасы $R_1/R_2 = 0,9-0,97$ диапазонда сақталды.

Сынаулар көрсеткендей, жаңа кескіштің энергиялық сыйымдылығы 13-17% аз болады, оның энергетикалық әсері кинематикалық режимге пропорционалды түрде ұлғаяды (3-сурет). Сапалық көрсеткіштер бойынша салыстырмалы фрезалар арасында елеулі айырмашылық табылған жоқ.

Топырақты фрезерлеудің энергия сыйымдылығын формализациялау орындалды. Базалық \mathcal{E}_1 және жаңа \mathcal{E}_2 конструкцияларының энергия сыйымдылығы бірліктерге жақын сенімділікпен (5) өрнектермен жуықталатындығы анықталды:

$$\mathcal{E}_1 = 302 - \frac{25,6}{V} V_0 + \frac{2,14}{V^2} V_0^2, \text{ кДж/м}^3;$$

$$\mathcal{E}_2 = 191 - \frac{4,99}{V} V_0 + \frac{0,791}{V^2} V_0^2, \text{ кДж/м}^3.$$

Тұжырымдар. Топырақты қабаттап өңдеу үшін фрезаның конструкциясы жасалды. Салыстырмалы сынақтарда шымды топырақта жаңа конструкциямен фрезерлеу кезінде сапалық көрсеткіштері өзгермейтіні, энергия сыйымдылығын 13-17%-ға төмендетуге болатыны анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Гуреев, И.И. Экологические последствия применения комплексов машин для механизации обработки почвы [Текст] / И.И. Гуреев // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – №8. – С.77-79.
2. Синеоков, Г.Н. Теория и расчёт почвообрабатывающих машин [Текст] / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
3. Poesse, G.J. Ristervorm en ploegsnelheid / G.J. Poesse, C. Ouwerkerk // ILR Wageningen publik. – 102. – 1967.
4. Söhne, W. Über den Entwurf von Streichblechformen unter besonderer Berücksichtigung von Streichblechen für höhere Geschwindigkeit / W. Söhne, R. Möller // Grundl Landtechnik. – 1962. – 15. – S.15-27.
5. Telischi, B. Draft measurements for tillage tools / B. Telischi, HF. McColly, E. Erickson // Agric Eng. – 1956. – 37. – S.605-608.
6. Söhne, W. Anpassung der Pflugkörperperform an höhere Fahrgeschwindigkeiten / W. Söhne // Grundl Landtechnik. – 1960. – 12. – S.51-62.
7. Bernacki, H. Ergebnisse der Untersuchung an Schnelppflugkörpern / H. Bernacki // Deutsche Agrartech. – 1963. – 13. – S.493-494.
8. Summers, I.D. Draft relationships for primary tillage in Oklahoma Soils / I.D. Summers, A. Khalilian, D.G. Batchelder // Trans. ASAE. – 1986. – 29. - № 1.
9. Гуреев, И.И. Энергоёмкость обработки почвы [Текст] / И.И. Гуреев // Техника в сельском хозяйстве. – 1988. – № 3. – С.22-26.

Материал редакцияға 15.02.20 түсті.

М.М. Бекмуратов, М.М. Бажалакова

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати, г. Тараз, Казахстан

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В статье рассматривается конструкция фрезы с разновеликими Г-образными ножами, осуществляющая менее энергоёмкое послойное фрезерование почвы. Снижение энергоёмкости фрезерования достигается ограничением излишнего измельчения нижнего горизонта обрабатываемого пласта. Одинаковая интенсивность измельчения верхнего горизонта разновеликими ножами обеспечивается равенством подач на них в момент погружения в почву. Для этого ножи с крыльями загнутыми в одну сторону устанавливаются с угловым смещением по диску друг относительно друга. В результате экспериментальных исследований, выполненных на задернелой почве, энергоёмкость фрезерования формализовали и установили, что в диапазоне изменения кинематического режима 7,9-11,7 фреза с разновеликими ножами на 13-17% менее энергоёмка в сравнении с базовой конструкцией. Энергетический эффект возрастает прямо пропорционально кинематическому режиму. По качественным показателям обработки почвы существенного различия между сравниваемыми конструкциями не обнаружено.

Ключевые слова: почвообрабатывающая фреза, послойная обработка, разновеликие ножи, интенсивность измельчения, кинематический режим.

М.М. Bekmuratov, М.М. Bazhalakova

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, city of Taraz, Kazakhstan

DECREASE OF ENERGY INTENSITY IN TILLING THE SOIL WITH MILLING CUTTERS

The article studies the construction of milling cutters of different sized Г-shaped knives. These milling cutters are less power-consuming in milling soil layers. Decrease in energy intensity is achieved by limiting the intensity of milling excessive shredding of the soil lower horizon formation. Identical intensity shredding of the upper horizon by different sized knives is ensured by the equal supply on them at the time of immersion into the soil. For this purpose knives with wings curved in one direction are installed with angular displacement on the disk relative to each other. As a result of the experimental research carried out on the turf-covered soil energy intensity of milling was studied. It was determined that in the range variation of kinematic regime of 7,9 ... 11,7 the milling cutter with different sized knives is by 13 17% less energy-consuming in comparison with the basic design. The energy effect increases in proportion to the kinematic mode. According to the qualitative indicators of the soil milling no significant difference between comparable constructions has been found.

Keywords: tillage milling cutter, layer-wise tillage, different-sized knives, intensity of milling, kinematic mode.

УДК 621.878.21 /879.34

М. Абдигалиев¹, С. Алиев²

*¹Ст. преподаватель, ²Канд. техн. наук, доцент
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Рассмотрены вопросы, касающиеся выбора параметров рабочих органов землеройных машин с новыми принципами самоизменения к условиям разрабатываемой среды.

Ключевые слова: угловые параметры, резание, копание, нож, отвал, ковш, землеройная машина, систематизация.

Введение. Основной задачей капитального строительства в стране является наращивание производственного потенциала на новой технической основе, сооружение жилищ и объектов коммунально-бытового и социально-культурного назначения.

Производство строительно-монтажных работ сопряжено с выполнением больших объемов земляных работ, которые ежегодно увеличиваются. На долю пяти отраслей строительства (водохозяйственного, промышленного, сельского, транспортного и жилищного) приходится 97-98% всего объема земляных работ. Причем ведущее положение занимает водохозяйственное (45-50% общего объема работ) и промышленное (20-25%) строительство.

В парке машин для производства земляных работ большое место и по числу, и по значимости занимают одноковшовые экскаваторы, которыми выполняются около 42% общего объема земляных работ, причем этот процент несколько больше для промышленного строительства.

В условиях интенсификации строительного производства во все меньшей степени целесообразно осуществлять его рост путем расширения на прежней технической базе. Эффективность новой техники необходимо наращивать на качественно новой основе, используя современные научные достижения. Это требует поиска новых путей повышения производительности строительных машин, в том числе одноковшовых экскаваторов.

1. Анализ производительности одноковшовых экскаваторов. Часовая техническая производительность одноковшовых экскаваторов выражается по формуле [1]:

$$P_m = \frac{3600qk_n}{t_{\text{ц}}\kappa_p},$$

где: q – геометрическая емкость ковша, м^3 ; $t_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла, с; κ_n – коэффициент наполнения ковша: отношение фактического объема грунта в ковше к его геометрической емкости $q_{\text{ф}}/q$; κ_p – коэффициент разрыхления грунта: отношение объема грунта в разрыхленном состоянии к объему того же грунта в естественном состоянии q_p/q_c .

Для ответа на вопрос, от чего зависит геометрическая емкость ковша, рассмотрим процесс набора грунта в ковш. Объем снимаемой стружки [1]:

$$q = \ell bc.$$

где ℓ – путь набора, м; b , c – ширина и толщина снимаемой стружки грунта, м.

Этот объем грунта должен вместиться в ковш с учетом коэффициентов наполнения κ_n и разрыхления κ_p :

$$q = \ell bc = q\kappa_n/\kappa_p.$$

Откуда получаем $q = \ell bc = 1\kappa_n / \kappa_p = \ell bc / \kappa_n$.

Площадь снимаемой стружки грунта $v \cdot c$ можно найти из формулы Домбровского Н.Г. [2]:

$$P = k_1 bc.$$

где: P – усилие копания (со стороны грунта – сопротивление копанию) кН;
 k_1 – удельное сопротивление грунта копанию, кПа.

$$\text{Тогда } q = \frac{\ell bc \kappa_p}{\kappa_n} = \frac{\ell P \kappa_p}{\kappa_1 \kappa_n}.$$

Преобразование этой формулы с вводом новых величин таких, как работа A , мощность N , скорость \mathcal{G} и т.п., можно выполнить бесконечно, т.к. они взаимосвязаны с усилием P .

Таким образом, геометрическая емкость ковша q зависит от размеров снимаемой стружки и забоя (v, c, L), усилия копания (P), грунтовых условий (κ_1, κ_p) и формы ковша и его частей (κ_n).

Продолжительность рабочего цикла складывается из времени копания t_k , поворота на выгрузки t_n , выгрузки t_b и поворота в забой t_3 . Опыт показывает, что необходимость выбирать место в забое для черпания замедляет обратный поворот t_3 , на который теоретически должно быть затрачено меньше времени, чем на поворот с груженным ковшом. Поэтому t_n может быть принято равным t_3 :

$$t_{\text{ц}} = t_k + 2t_n + t_b.$$

Продолжительность копания $t_k = \ell / \mathcal{G}$.

Подставив значения $\ell = \frac{q_{\text{гр}} \kappa_n}{bc} = \frac{q_{\text{гр}} \kappa_n}{bc \kappa_p}$ и $bc = P / \kappa_1$, получим:

$$t_r = \ell / \mathcal{G} = q \kappa_n / (v bc \kappa_p) = q \kappa_1 \kappa_n / v P \kappa_p).$$

Время набора грунта зависит от размера забоя (L). Грунтовых условий (κ_1, κ_p) усилия (P) и формы ковша (κ_n). Оно составляет примерно 35% времени от общей продолжительности цикла $t_{\text{ц}}$ и уменьшение его является важным резервом производительности.

Продолжительность поворотов

$$t_n = \frac{\varphi}{\omega} + \frac{t_p + t_m}{2} = \frac{\varphi}{m} + \frac{I \omega^2 (1 + \eta_n^2)}{2 N_n \eta_n}$$

если учесть, что $\omega = \sqrt[2]{\varphi}$, то она зависит от угла и скорости поворота (φ, ω), массы поворотной части экскаватора и ее расположения относительно оси поворота ($J = M \cdot R^2$) мощности и к.п.д. механизма поворота (N_n, η_n).
 Продолжительность поворотов $t_n + t_3 \approx 2t_n$ занимает до 2/3 всей

продолжительности рабочего цикла, а у мощных лопат и шагающих драглайнов - даже до $80\%t_{ц}$.

Продолжительность выгрузки $t_{в}$ зависит от типа механизма выгрузки. У экскаваторов с гибкой подвеской рабочего оборудования разгрузка ковша осуществляется открыванием днища, а у экскаваторов с жесткой подвеской и телескопическим рабочим оборудованием – поворотом ковша через открытую часть его.

Коэффициент наполнения грунта в ковш выражается из двух формул – фактического объема грунта $q_{гр} = q_{кн}/\kappa_p = lbc$ и $P = \kappa_1 bc$:

$$\kappa_n = lbc\kappa_p / q = lP\kappa_p / (q\kappa_1).$$

Таким образом, этот коэффициент зависит от размера забоя (1), усилия копания (P), грунтовых условий (κ_1, κ_p), геометрических размеров и емкости ковша (b, c, q), от его формы – особенно открытой части, способов копания и разгрузки (с).

Коэффициент разрыхления κ_p зависит от грунтовых условий, емкости ковша, толщины снимаемой стружки и конструкции режущей кромки зубьев и их расположения. Чем больше размер кусков грунта при его разрушении, тем меньше коэффициент разрыхления κ_p . Поэтому величина его уменьшается с увеличением емкости ковша и толщины снимаемой стружки.

Приведенный анализ показывает, что все четыре составляющие (аргументы) технической производительности ($q, \kappa_n, t_{ц}, \kappa_p$) являются в свою очередь функциями от усилия копания P, причем q и κ_n при повышении значения P увеличиваются, а $t_{ц}$ и κ_p - уменьшаются. Таким образом, при увеличении усилия копания P увеличивается производительность. Как мы раньше указывали, эта сила P действует со стороны экскаватора. А уменьшение сопротивления со стороны грунта равносильно увеличению усилия P. Рассмотрим научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, посвященные вопросу уменьшения сопротивления грунта копанию без подвода какой-либо дополнительной энергии.

2. Анализ существующих конструкций ковшей. Исследования проведенные Н.Г. Домбровским, А.Н. Зелениным, Д.И. Федоровым, Ю.А. Ветровым, И.А. Недорезовым, В.К. Рудневым и др. показывают, что коэффициенты $\kappa_1, \kappa_n, \kappa_p$ во многом зависят от грунтовых условий, конструкции рабочего органа и параметров забоя. Значение κ_1 и κ_p увеличивается с ростом трудности разработки грунта, в то время значение κ_n при этом уменьшается. Это приводит к увеличению времени копания и уменьшению технической производительности.

Удельное сопротивление грунта копанию κ_1 можно снизить, применив специальные ковши и или рационализацией его частей. Заметим, что сопротивлению, отнесенное к единице площади поперечного сечения стружки грунта κ_1 тождественно энергоемкости E – затратам энергии на

разработку единицы объема грунта, т.е. $\kappa_1 = E$ и по единицам измерения кПа ($\kappa H / м^2$) = $\kappa ДЖ / м^3$ ($\kappa Нм / м^3$).

Обычный ковш с его традиционной конструкцией (рис. 1, поз.1) можно рационализировать. По данным А.Н. Зеленина [3] ковши должны иметь зубья с правильным расположением, что почти исключает работу боковых стенок, снижает сопротивление резания на 20-30% и позволяет разрабатывать более крепкие грунты. Зубья должны иметь угол при вершине 25° и задний угол 5- 10° . Оптимальное расстояние между зубьями должны быть в 2-3 раза больше ширины зуба. Такое расстояние соответствует минимальному усилию резания и полностью исключает забивание грунта промежутка между зубьями при разработке налипающих грунтов.

Ковш конструкции ЦНИИС характерен отсутствием зубьев (рис.1, поз. 2), их режущая кромка имеет выпуклую форму в плане и поперечном сечении. Поэтому при взаимодействии с разрабатываемым грунтом обеспечиваются концентрация усилий в средней ее части и косое копание грунта. Это способствует уменьшению сопротивления резанию и перемещению грунта в ковше, что, в свою очередь, снижает удельное сопротивление копанию κ_1 . Образование прочной монолитной стружки приводит к увеличению коэффициента наполнению и уменьшению коэффициента разрыхления [4]. Все это позволяет снизить примерно 1,3-2 раза энергоемкость и, соответственно, повысить производительность экскаваторов. Так, например, объем грунта, набираемой ковшами обратной лопаты полукруглой формы при разработке выемок и котлованов в 1,5-1,8 раза выше набираемого ковшом прямоугольной формы. В то же время среднее тяговое усилие при копании в этих условия для указанных ковшей примерно одинаково. Среднее усилие тяги, условно отнесенное к $1 м^3$ грунта в ковше в плотном теле, при копании ковшами полукруглой формы в 1,4-1,85 раза меньше, чем при копании ковшами прямоугольной формы.

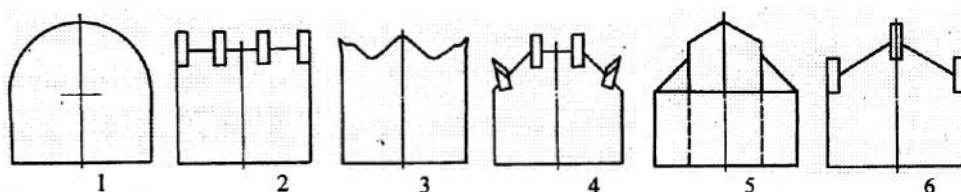


Рис. 1. Схемы конструкции ковшей

Характер изменения энергоемкости копания в зависимости от группы трудности разработки грунта на этом примере показывает, что эффективность применения рабочих органов новой формы зависит от прочности разрабатываемого грунта, ускоренно снижаясь с понижением последней (под эффективностью применения принято отношение энергоемкостей, соответственно, нового и старого ковшей). Это наблюдение, имеет важное практическое значение, свидетельствуя о том, что труднее грунт поддается разработке, тем более ответственным становится задача оптимизации конструкции и параметров рабочего органа землеройных машин, в том числе экскаваторов. С другой стороны, можно заключить, что

если разрабатываемая грунтовая среда практически не обладает прочностью (например сыпучий песок), то влияние геометрии рабочего может быть сведено к нулю [5]. На прочных грунтах, а также грунтах с каменитыми включениями эффективность применения ковшей конструкции ЦНИИС снижается за счет быстрого износа режущей кромки.

На рис. 1 (поз. 3) показан ковш с трапециевидной в плане формой конструкции Харьковского автомобильно-дорожного института (ХАДИ). Центральные зубья такого ковша, вынесенные вперед относительно боковых, прорезают бороздку трапециевидного сечения и тем самым создают в грунте для боковых зубьев дополнительные открытые стенки, наклоненные под углом 45-60° к вертикальной плоскости. Боковые зубья, передние грани которых развернуты под углом 45° в сторону центральных зубьев, производят косое полусвободное резание грунта. Описанная режущая кромка с зубьями оптимальной формы, снижая энергоемкость резания, обеспечивает уменьшение усилия резания до 35% по сравнению с прямой режущей кромкой ковша старой конструкции навесного гидравлического экскаватора на тракторе «Беларусь». Это обстоятельство имеет существенное значение для этих экскаваторов. Если на грунтах 1 группы экскаватор с ковшом прямой режущей кромкой обеспечивает номинальную производительность, то при работе на грунтах 2 и 3 групп происходит либо недостаточное заполнение ковша, либо увеличение времени копания при его 100%-ном заполнении, в связи с чем заметно уменьшается производительность экскаватора. Трапециевидная режущая кромка требует меньшего усилия резания и способствует лучшему заполнению ковша в грунтах 2-3 групп при сохранении номинального по времени цикла работы экскаватора. Сравнительные испытания показали, что энергоемкость копания грунта экскаваторами, оборудованными ковшами с трапециевидной режущей кромкой, до 35% ниже, чем у ковшей с прямой режущей кромкой, что при неизменном цикле увеличивает производительность экскаватора на 20% [6].

Ковш экскаватора (рис. 1, поз. 4), предложенный Д.И. Меребашвили, отличается формой режущей кромки. Она образована криволинейными крайними из которых выполненными в виде плужных отвалов, а средний криволинейный элемент – выпуклым в плоскости траектории движения ковша и в перпендикулярной к последней плоскости. Срезанная средним элементом стружка грунта скользит по центру передней стенки ковша и падает в центральную часть днища. Срезанный грунт крайними элементами скользит по диагонали передней стенки ковша и центру днища, благодаря чему устраняется трение на боковых стенках. Таким образом уменьшается сопротивление копанию, а также обеспечивается уплотнение грунта от центра к его периферии и улучшается разработка и разгрузка ковша [7].

Условие малой энергоемкости резание разрабатываемого грунта, как определяющее для конструкции ковша, может быть выдержано на основании закономерностей этого процесса. Сопротивление грунта резанию неодинаково в разных точках зоны разрушения перед ножом. При прямоугольным блокированным резанием удельное сопротивление грунта в боковых расширениях прорези в 2-3 раза меньше, чем в средней части. Поэтому, чтобы уменьшить энергоемкость процесса, режущей части рабочих органов землеройных машин следует придавать форму и размеры, при которых будет разрушаться прорези при простом блокированном резании, и

возможно малая, как перед лобовой гранью ножа. Для этого при данной глубине резания усилия следует сосредоточить на режущих элементах (ножах, зубьях) некоторой оптимальной ширины. В конструкции ковша Киевского инженерно-строительного института (КИСИ) обеспечено наибольшее возможное сосредоточение усилий резания, соответствие контура кромки козырька естественному очертанию прорези, исключение козырька ковша из работы резания и сменность интенсивно изнашивающегося режущего элемента – зуба (рис.1, поз.5). Такая конструкция является более рациональной для условий разработки грунтов средней и повышенной крепости с твердыми включениями [8].

Для снижения сопротивления зачерпыванию работники института геотехнической механики АН Украины предлагают ковш, боковые стенки которого наклонены к днищу под углом 50-70°, а режущая кромка днища выдвинута относительно боковых стенок и заострена под углом 120-110° (рис. 1, поз.6). Предлагаемая форма ковша соответствует для рационального организованного процесса его внедрения в штабель скальной породы. При внедрении ковша выдвинутая на определенную величину относительно боковых стенок режущая корка уплотняет и сдвигает впереди себя породу в сторону свободной поверхности штабеля по плоскостям, направленным под углом 50-70° к плоскости движения днища. Если при этом боковые стенки ковша направлены по этим плоскостям, то они будут испытывать наименьшее сопротивление внедрению, т.к. будут двигаться в зоне максимального разрыхления породы и усилия на раздвигание и вдавливание кусков породы в штабеле будут минимальными [9].

Все рассмотренные схемы конструкции ковшей (кроме ковша на поз.1) при работе в разной степени обеспечивают косое резание и копание грунтов, что позволили снизить энергоемкость этих процессов. Кроме снижения энергоемкости, применение косого взаимодействия уменьшает динамические нагрузки на рабочий орган, способствуя повышению долговечности машины в целом [10,11].

Однако нельзя забывать, что применение различных форм режущей кромки, обеспечивающие косое взаимодействие с грунтом, не всегда приводит к желаемым результатам. В частности, Н.Г. Домбровский высказал мнение о том, что удельное сопротивление копанию зависит не только от величины, но и от формы сечения среза с учетом длины режущей кромки. Эту зависимости он предложил характеризовать отношением длины режущего периметра ковша (L) к площади поперечного сечения среза (F):

$$k_1 = f(L/F),$$

где $L/F = (b + 2c)/(bc)$.

Н.Г. Домбровский поставил удельное сопротивление копанию в зависимости от величины, родственной известному понятию гидравлического радиуса: удельная сила копания для одного и того же грунта тем значительнее. Чем больше отношение L/F.

Естественно, режущая кромка с косым взаимодействием имеет большую длину, чем режущая кромка с лобовым резанием при одинаковой ширине копания B. Это обстоятельство следует учесть при создании новых рабочих органов экскаватора.

Рассмотренные ковша, каждый в отдельности (как утверждают их авторы), предназначены для разработки определенного вида грунта и породы с наименьшей энергоемкостью.

Универсального же ковша, несмотря на направленную работу специальных коллективов, применение которого позволило бы эффективно работать и на мягких и на твердых грунтах, до сего времени нет.

3. Обоснование конструктивных решений. Как следует из анализа, приведенного в предыдущем разделе, новый ковш должен обладать свойствами обычного ковша при разработке мягких грунтов, а при копании же твердых грунтов должен работать по принципу косо́го резания, что позволяет уменьшить сопротивление грунта копанию и динамическое нагрузки на машину.

Ковш состоит из основного корпуса 1, центрального 2 и боковых 3 зубьев, правого 4 и левого 5 подвижных секторов режущей кромки и пружины 6. Подвижные секторы 4 и 5 режущей кромки представляют собой секторную часть круга и могут поворачиваться относительно осей 7.

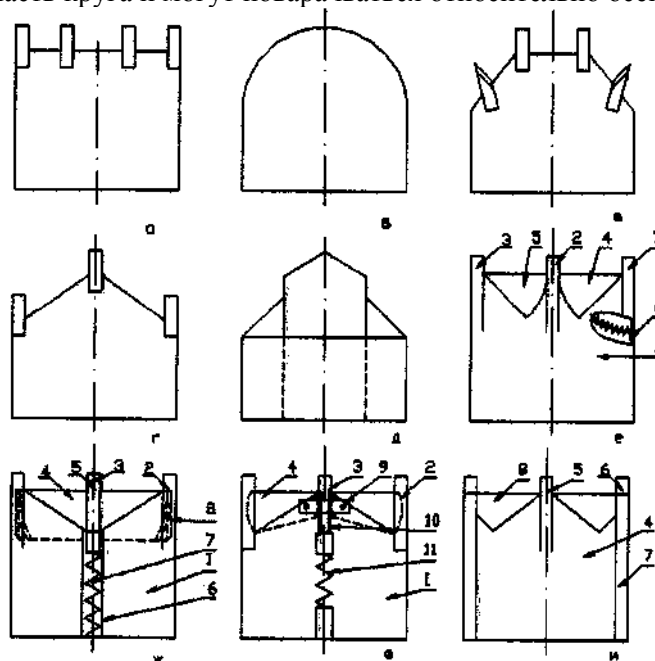


Рис. 2. Составные элементы ковшей

Работает ковш следующим образом. При разработке тяжелых или твердых грунтов подвижные секторы режущей кромки, расположенные перпендикулярно к направлению движения, из-за большого сопротивления грунта отступают от исходного положения назад, преодолевая силу пружины, и принимают стреловидную форму. Тем самым резания переходит от прямого к косо́му резанию и усилие внедрения ковша сосредоточивается на небольшом участке – на зубьях. Верхняя позиция показывает ковш в исходном положении, а нижняя – положения секторов в отошедшем от исходного состоянии.

Недостатком этого ковша является то, что пружины расположены поперек направления движения ковша (что утолщает переднюю стенку) и все зубья являются неподвижными (что уменьшает их эффективность).

Ковш, отличающийся от предыдущего тем, что, с целью повышения эффективности разработки грунта путем обеспечения автоматической концентрации усилия резания на зубья ковша, средний зуб смонтирован на корпусе ковша с возможностью взаимодействия с секторами и возвратно-поступательного продольного перемещения при их повороте. Режущая кромка ковша имеет днище 1, крайние зубья 2, средний зуб 3 и два сектора 4 [12,13].

В варианте исполнения ковша (рис.2, поз.б), когда средний зуб 3 отступает назад, секторы 4 с помощью шарнира 5 соединены со средним зубом 3, вставленным в направляющую 6 и опирающимися на пружину 7. Внешние края секторов 4 выполнены зубчатыми для взаимодействия с зубчатыми рейками 8, закрепленными по бокам ковша.

Ковш работает следующим образом. При встрече с твердым слоем грунта зуб 3 смещается назад, преодолев силу пружины 7. Вместе с зубом 3 движутся и внешние края секторов 4, которые перекатываются по рейкам 8, обеспечивая установку режущих кромок секторов 4 под углом к направлению перемещения ковша. В результате производится косое резание. В менее твердых слоях грунта происходит обратное движение секторов 4 и зуба 3 под действием пружины 7.

В варианте исполнения ковша, когда средний зуб выступает вперед (рис.2, поз.в), секторы 4 с помощью шарниров 9 соединены с днищем 1. Внутренние края секторов 4 выполнены зубчатыми для взаимодействия с зубчатыми рейками 10 на среднем зубе 3, соединенным с днищем пружиной 11. За средним зубом 3 установлен гидроцилиндр 12, шток которого расположен на одной оси с зубом 3.

При таком исполнении ковша при встрече с твердым слоем грунта секторы 4, преодолев силу пружины 11, внешними краями смещаются назад. Благодаря зубчатому зацеплению происходит одновременное выдвижение зуба 3. В результате образуется косое резание и концентрация усилия на среднем зубе. В менее твердых слоях под действием пружины 11 зуб 3 и секторы 4 движутся в обратном направлении. При необходимости можно выдвинуть средний зуб 3 гидроцилиндром 12.

В дальнейшем развитии этого [14] средний зуб закреплен на днище жестко, боковые стенки имеют шарниры соединенные с ними поворотные секции, а боковые зубья смонтированы из днища с возможностью продольного перемещения, подпружинены и посредством зубчатых зацеплений связаны с поворотными секторами режущей кромки и поворотными секциями боковых стенок.

С целью упрощения конструкции по сравнению с предыдущими ковшами, боковые стенки и зубья, подвижная режущая кромка спроектированного ковша выполнены в виде подвижного относительно ковша периметра и опирается на рессоры.

Такая конструкция ковша имеет следующие преимущества:

- меньшие энергоемкости копания благодаря обеспечения косого резания грунта;

- меньшие динамические нагрузки, которые обеспечиваются косым взаимодействием рабочего органа с грунтом и наличием дефицирующего элемента между взаимодействующими деталями конструкции;

- больше производительности благодаря автоматической обратной связи геометрии режущей кромки с грунтовыми условиями, обеспечивающей прямое копание при мягких грунтах и косое – при твердых грунтах и включениях.

Заключение:

1. Спроектирован ковш принципиально новой конструкции с режущей кромкой самоприспособления к грунтовым условиям. Боковые зубья с режущей кромкой между ними выполнены подвижными, а центральный зуб режущая кромка под углом к направлению движения – неподвижными.

2. При копании твердого слоя грунта боковые подвижные зубья с прямой режущей кромкой отступают от центрального неподвижного зуба с его режущей кромкой по бокам (по направлению копания) обеспечивая последних выступать вперед. Таким образом, твердый слой грунта разрабатывается сначала центральным зубом, а затем – боковыми зубьями, после – боковыми зубьями, обеспечивается косое копание грунта. После выхода из слоя твердых грунтов рессоры возвращают в исходное положение подвижные элементы ковша.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фиделев, А.С. Повышение производительности строительных машин [Текст] / А.С. Фиделев. – Киев: Будивельник, 1974. – 118 с.
2. Домбровский, И.Г. Землеройные машины. Часть 1. Одноковшовые экскаваторы [Текст] / И.Г. Домбровский и С.А. Панкратов. – М.: Стройиздат, 1961. – 652 с.
3. Зеленин, А.Н. Основы разрушения грунтов механическими способами [Текст] / А.Н. Зеленин. – М.: Машиностроение, 1968. – 376 с.
4. Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин [Текст] / Д.И. Федоров. – М.: Машиностроение, 1977. - 288 с.
5. Недорезов, И.А. Интенсификация рабочих процессоров землеройно-транспортных машин [Текст] / И.А. Недорезов. – М.: МАДИ, 1979. – 50 с.
6. Назаров, Л.В. Сравнительные испытания ковшей к навесным экскаваторам [Текст] / Л.В. Назаров, В.К. Руднев // Строительные и дорожные машины. - 1972. - №9. – С.4-6.
7. Меребашвили, Д.М. Ковш экскаватора [Текст] / А.с. СССР 312021 МКИ Е 02 F 3/40. – БИО 1971. №25.
8. Ветров, Ю.А. Резание грунтов землеройными машинами [Текст] / Ю.А. Ветров. – М.: Машиностроение, 1971. – 360 с.
9. Полуянский С.А., Савицкий Ю.П., Павлов Б.З. и Прокопишин Л.Н. Ковш одноковшового экскаватора [Текст] / А.с. СССР №433275 МКИ Е 02 F 3/40. – БИО 1974. №23.
10. Зеленин, А.Н. Косое резание и копание грунта [Текст] / А.Н. Зеленин, Л.В. Красильников // Строительные и дорожные машины. - 1967. - №4. – С.23-24.
11. Недорезов И.А. Эффективность косого резание грунта [Текст] / И.А. Недорезов // Строительные и дорожные машины. - 1969. - №3. – С.14-15.
12. Абдигалиев, М. Ковш землеройной машины [Текст] / А.с. СССР №540982 МКИ Е 02 F3/40. – БИО 1976. №48.
13. Абдигалиев М., Антимонов В.П., Кенжебаев А.М. и Шотанов С.И. Ковш землеройной машины [Текст] / А.С. СССР №735711 МКИ Е 02 F 3/40. – БИО 1980, №19.

14. Абдигалиев М., Антимонов В.П., Кенжебаев А.М. и Шотанов С. И. Ковш экскаватора [Текст] / А.с. СССР №941478 МКИ Е 02 F.3/40. – БИО 1982. №25.
15. Абдигалиев, М. Принципы выбора основных параметров землеройных рабочих органов с самоизменяемыми углами резания, режущей кромкой и формой [Текст] / М. Абдигалиев, А.С. Алиева, С.А. Алиев. Информационный листок. Жамбылский филиал АО «НЦ НТИ», Тараз, 2015. – 7 с.
16. Абдигалиев, М. Анализ влияния угловых параметров на процесс работы землеройных рабочих органов [Текст] / М. Абдигалиев, С. Алиев // Механика и т технологии. – 2017. – №4. – С.14-24.

Материал поступил в редакцию 13.11.19.

М. Абдигалиев, С. Алиев

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

БІРКОВШТЫ ЭКСКОВАТОРЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ

Жаңа принципті – жерқазғыш машиналарының өңделетін орта жағдайына өзі өзгертін жұмыс құралдының параметрлерін таңдауға байланысты мәселелер қарастырылған.

Тірек сөздер: бұрыштық параметрлер, кесу, қазу, пышақ, қайырма, ожау, жерқазғыш машинасы, жүйелеу.

M. Abdigaliyev, S. Aliyev

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

ANALYSIS OF THE OPERATION CONDITION OF SINGLE BUCKET EXCAVATORS

Issues related to the selection of parameters of the working bodies of earthmoving machines with new principles of self-modification to the conditions of the developed environment are considered.

Keywords: angular parameters, cutting, digging, knife, blade, bucket, earth moving machine, systematization.

УДК 621.91

А.Т. Раимбаев¹, С.А. Раимбаева², С.Е. Жаксылық³, Ж. Амиржанов³

*¹Канд. техн. наук, профессор, ²Магистр, ст. преподаватель, ³Магистрант
Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати, г. Тараз, Казахстан*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЗАНИЯ СТЕБЛЯ КАМЫША

В статье представлены результаты исследования резания стебля камыша. На основе предложенной новой лабораторной установки определены основные геометрические показатели срезанного стебля камыша. Предложена новая конструкция ножа для экономного среза стебля с точки зрения энергозатрат.

Ключевые слова: лабораторная установка, ротационный рабочий орган, канал, растительность, камыш, стебель.

Камышовый растительный покров земляного мелиоративного канала впитывает в себя 10-12% воды из каждого километра по живому сечению. Следовательно, орошаемая площадь недополучает некоторую часть объема воды из-за некачественного выполнения эксплуатационных мероприятий. В частности, в Жамбылской области до сих пор используются экскаваторы с драглайновым рабочим органом, что привело к существенному изменению поперечного сечения земляного мелиоративного канала.

Для исправления создавшегося положения нами были разработаны и использованы экспериментальный каналоочиститель с ротационным рабочим органом. В связи с этим в настоящей статье рассматриваются результаты теоретических и экспериментальных работ по обоснованию эффективного направления вращения ротационной фрезы в основе наблюдения процесса резания камышовых стеблей высотой 3-5 м диаметром 1,5-2,3 см.

Ротационный рабочий орган (фреза) вращен в отвальный полукожух (рис.1).

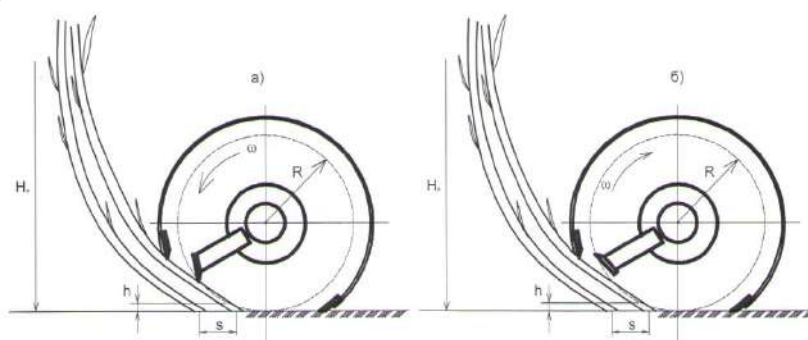


Рис. 1. Принципиальная схема работы ротационного рабочего органа
а) при прямом вращении; б) при обратном вращении

Эксперименты проводились при прямом, так и обратном направлениях вращения ротационного рабочего органа (фрезы) относительно направлению движения машины.

Кинематика движения ножа ротационного рабочего органа (фрезы) исследовалась в работах [1-5] (рис.2).

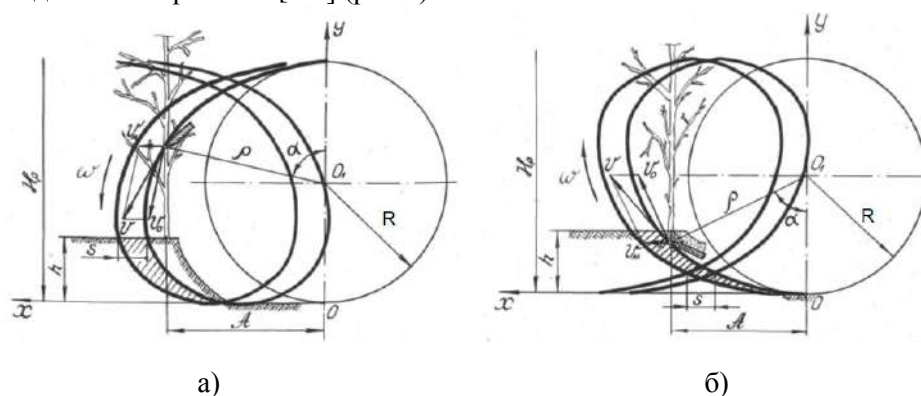


Рис. 2. Траектория движения точки режущего рабочего элемента фрез
а – прямое вращение; б – обратное вращение.

$$\begin{aligned} x &= R \cdot \sin(\omega \cdot t) + v \cdot t \\ y &= R \cdot [1 - \cos(\omega \cdot t)] \end{aligned} \quad (1)$$

где R – радиус ротационного рабочего органа (фрезы), м; ω – угловая скорость вращения ротационного рабочего органа, с^{-1} ; t – время действия, с; ρ – радиус кривизны, м; h – высота неровностей, м; H_p – высота растительности, м; s – шаг, м; A – расстояние от оси фрезы до контактной точки ножа со стеблем растительности, v_m – скорость движения машины, м/с.

Из систем уравнения (1) определяется параметр « t », следовательно,

$$y = R - R \cdot \cos(\omega \cdot t) \quad \cos(\omega \cdot t) = \frac{y - R}{R} \quad t = \frac{1}{\omega} \cdot \arccos\left(\frac{y - R}{R}\right)$$

Таким образом, найденное « t » подставив в первое уравнение системы (1) имеем

$$x = R \cdot \sin\left\{\omega \cdot \left[\frac{1}{\omega} \cdot \arccos\left(\frac{y - R}{R}\right)\right]\right\} + v \cdot \left[\frac{1}{\omega} \arccos\left(\frac{y - R}{R}\right)\right] \quad (2)$$

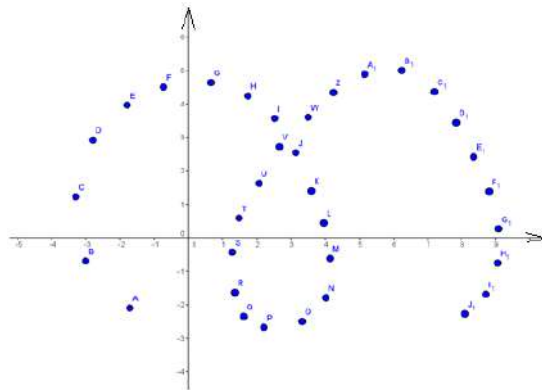


Рис. 3. Движение ножа по расчету в программе GeoGebra

Решение уравнение (2) выполнено в программе MathCad Prime 3.1 (рис.4).

$$\begin{aligned} R &:= 30 & x &:= -10, 0.5..10 & y &:= -1 \times 0, 0.1..20 \\ n &:= 40 & \omega &:= \frac{\pi \cdot n}{30} & v &:= \frac{1000}{3600} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f(x, y) &:= R \cdot \sin\left[\omega \cdot \left[\frac{1}{\omega} \cdot \arccos\left(\frac{y - R}{R}\right)\right]\right] + v \cdot \left[\frac{1}{\omega} \cdot \arccos\left(\frac{y - R}{R}\right)\right] - y \\ F1(x, y) &:= 2 \end{aligned}$$

При динамическом контакте режущего элемента со стволом стебля камыша в прямом его вращении происходит частичное резание с разрывом (рис.5а). В дальнейшем срубленный, однако опирающийся к столбам растительности стебель камыша затаскивается под фрезу другими (очередными) режущими элементами. В этом случае стебель камыша зачастую наматывается на вал ротационного рабочего органа (рис.5 б,в).

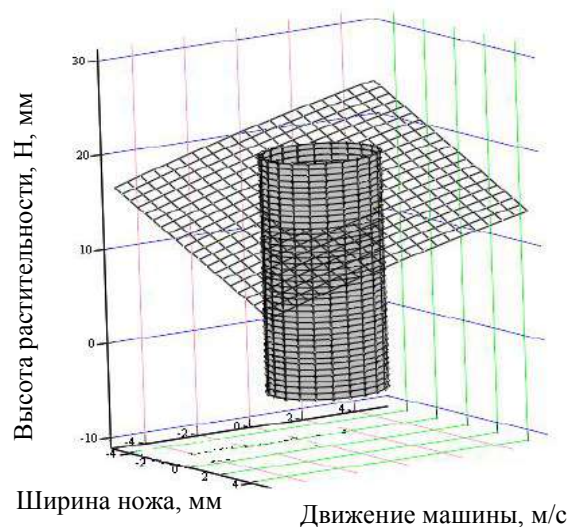
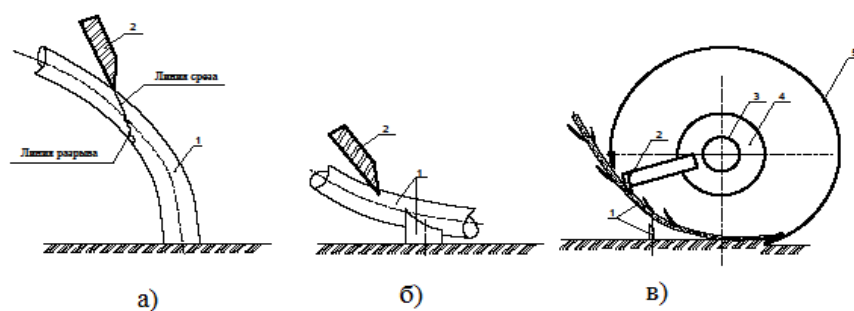


Рис. 4. График пересечение столба стебля камыша с режущим элементом движущегося по плоскости трахойды



а) процесс среза с разрывом; б) процесс затаскивание срезанного стебля под фрезу; в) процесс наматывание срезанного стебля на вал фрезы.

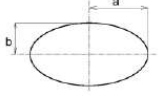

Рис. 5. Схемы взаимодействие режущего элементе со стеблем камыша

При обратном вращении ротационного рабочего органа (фрезы) процесс наматывание стебля камыша на вал не происходит, так как срезанная масса раскидывается за пределы.

В рабочем процессе контакта стебля и режущего элемента актуальным вопросом является определение площади среза. В связи с этим нами проведен аналитически расчет по определению площади сечения стебля в зависимости от угла атаки режущего элемента. Результаты расчета приведены в таблице 1. Также в таблице 1 приведены результаты экспериментального определения площади сечения при срезе стебля камыша режущим элементом движущегося по линии трахойды (рис.6).

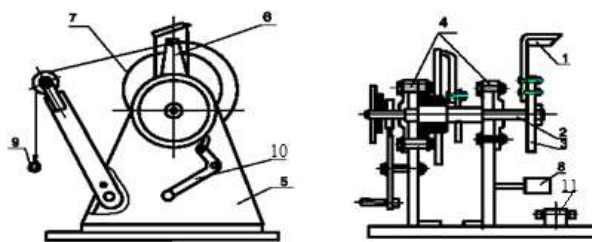
Таблица

Результаты определения площади сечения стебля камыша

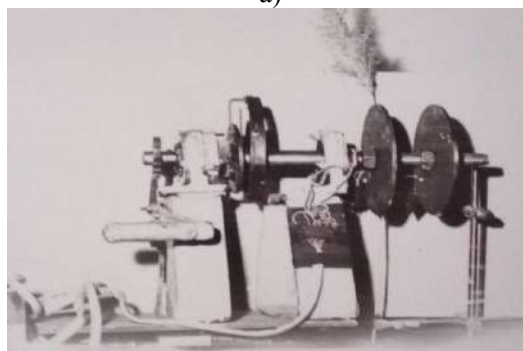
№	Направление вращения фрезы	Диаметр стебля камыша, мм	Диаметр фрезы, мм	Угол атаки ножа, град	a, мм	a1, мм	b, мм	Рисунки сечения	Геометрическая площадь сечения камыша, мм ²	Экспериментальная площадь сечения камыша, мм ²
1	Прямое вращение	16...17	450	15	7,4	7,5	14,6		339,41	342
2				20	7,5	7,65			344,0	350
3				25	7,62	7,75			348,59	355
4				30	8	8,15			366,93	382
5				35	8,3	8,81			380,69	401
6				40	9	9,3			412,8	431
7				45	9,8	10,5			449,49	472
8				50	11(10,2)	11,7(10,2)	486,19	499		
9				55	12,4(10,2)	12,8(10,2)	495	542		
10				60	16(10,3)	17,3(10,3)	592	643		
11				65	16,5(10,5)	17,7(10,5)	684	708		
12				70	20,8(10,6)	21,3(10,5)	779,5	815		
13				75	27,5(10,6)	29(10,5)	824	850		
14				80	40(11)	45(11)	1146	1170		
1	Обратное вращение	16...17	450	-15	7,4	7,5	14,6		339,41	342
2				-20	7,5	7,65			344,0	350
3				-25	7,62	7,75			348,59	355
4				-30	8	8,15			366,93	382
5				-35	8,3	8,81			380,69	401
6				-40	9	9,3			412,8	431
7				-45	9,8	10,5			449,49	472
8				-50	11(10,2)	11,7(10,2)	486,19	499		
9				-55	12,4(10,2)	12,8(10,2)	495	542		
10				-60	16(10,3)	17,3(10,3)	592	643		
11				-65	16,5(10,5)	17,7(10,5)	684	708		
12				-70	20,8(10,6)	21,3(10,5)	779,5	815		
13				-75	27,5(10,6)	29(10,5)	824	850		
14				-80	40(11)	45(11)	1146	1170		

Срез стебля камыша производился в лабораторной установке (рис.6). Краткая методика экспериментального определения площади среза стебля при движении режущего элемента по линии трахойды следующая. На камыше наносится в поперечном направлении линия трохойды. Затем по трохойдальной линии разрезается стебель камыша. На срезанную поверхность стебля налагается миллиметровая бумага, которая по контуру сечения обводится линиями. По линии срезается миллиметровая бумага,

соответственно выпрямляется. Затем высчитывается число ячеек миллиметровой бумаги, результаты наносятся в таблицу 1.



а)



б)

а) 1 – режущий элемент; 2 – вал; 3 – диск; 4 – подшипниковые опоры; 5 – стойка; 6 – кронштейн; 7 – пружина; 8 – демпфер; 9 – крюк; 10 – храповое устройство; 11 – тензодержатель стебля.

Рис.6. Лабораторная установка для испытания стебля камыша на срез

Площадь срезаемого сечения непосредственно влияет на величину необходимого усилия, соответственно на величину по затрате энергии.

Во всех косилках сельскохозяйственного и коммунального назначения режущий элемент входит в контакт со стеблем растительности в одной точке касания. После этого по мере внедрения постепенно расширяется линия контакта, следовательно, чистый срез не происходит, на наблюдается рваный срез. Чтобы устранить данное явление авторами предлагается режущий элемент осуществляющий частичный охват стебля камыша при начальном контакте изменить. Конструкция предлагаемого режущего элемента приведена на рисунке 6.



Рис. 6. Предлагаемый нож для обхвата стебля камыша

Выводы:

1) Теоретически расчетом и экспериментально установлены площади среза стебля камыша режущим элементом движущегося при прямом и обратном движении по трахойде (табл.1);

2) Разработана, спроектирована, изготовлена и испытана лабораторная установка к изучению процесса резания стебля камыша;

3) Рекомендована профиль нового режущего элемента для среза стебля камыша, являющегося сорными растительностями на каналах в земляных руслах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Босой, Е.С. Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин [Текст] / Е.С. Босой, О.В. Верняев. – М.: Машиностроение, 1977.
2. Резник, Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов [Текст] / Н.Е. Резник. – М.: Машиностроение, 1975.
3. Фомин, В.И. Исследование процесса бесподпорного среза трав [Текст] / В.И. Фомин // Труды ВИСХОМ. – 1962. – Вып. 39. – С.3-56.
4. Погоров, Т.А. Скашивание и удаление растительности из каналов косилками шнекового типа [Текст] / Т.А. Погоров / дисс.... канд.техн.наук, 06.01.02. Новочеркасск, 2005.
5. Раимбаев, А.Т. Разработка, исследования и сравнительные испытания шнековых и барабанных фрез для очистки оросительных каналов (в условиях Поволжья) [Текст] / А.Т. Раимбаев / дисс... канд.техн.наук, специальность 05.20.01, Саратов, 1979.

REFERENCES

1. Barefoot, E.S. Theory, design and production of agricultural machinery [in Russian] / E.S. Barefoot, O.V. Vernyaev. - M.: Mechanical Engineering, 1977.
2. Reznik, N.E. Theory of cutting with a blade and the basics of calculating cutting devices [in Russian] / N.E. Resnick. - M.: Mechanical Engineering, 1975.
3. Fomin, V.I. Investigation of the process of unsupported cut of herbs [in Russian] / V.I. Fomin // Transactions of VISKHOM. - 1962. - Issue. 39. - S.3-56.
4. Pogorov, T.A. Mowing and removal of vegetation from channels by screw type mowers [in Russian] / T.A. Pogorov / diss Candidate of Technical Science, 01/06/02. Novocherkassk, 2005.
5. Raimbaev, A.T. Development, research and comparative testing of screw and drum mills for cleaning irrigation canals (in the Volga region) [in Russian] / A.T. Raimbaev / diss ... candidate of technical science, specialty 05.20.01, Saratov, 1979.

Материал поступил в редакцию 30.01.20.

А.Т. Раимбаев, С.А. Раимбаева, С.Е. Жаксылык, Ж. Амиржанов

М.Х.Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Таразқ., Қазақстан

ҚАМЫС САБАҒЫН КЕСУДІ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Мақалада қамыс сабағын кесуді зерттеу нәтижелері келтірілген. Жаңа зертханалық қондырғыны қолдану нәтижесінде кесілген қамыстың геометриялық көрсеткіштері анықталған. Энергия шығынын аз қажет ететін пышақ конструкциясы ұсынылған.

Тірек сөздер: зертханалық қондырғы, ротациялы жұмыс құралы, канал, өсімдіктер, қамыс, сабақ.

A.T. Raimbayev, S.A. Raimbayeva, S.E. Zhaksylyk, J. Amirzhanov

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

RESULTS OF CANE STEM CUTTING

The article presents the results of a study of cutting the reed stalk. Based on the proposed new laboratory setup, the basic geometric parameters of the cut reed stem are determined. A new knife design is proposed for an economical cut of the stem in terms of energy consumption.

Keywords: laboratory installation, rotary working body, canal, vegetation, reeds, stem.

УДК 621.83.001.4

С. Алиев

Канд. техн. наук, доцент

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

СТЕНДЫ И МЕТОДИКА ИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Представлено результаты исследования режимов однократного нагружения зубьев зубчатых колес при испытаниях.

Ключевые слова: вал, рычаг, ударник, пружина, кулака, упор, толкатель, шатун, шкив-маховик, детали машин.

Введение. Одной из важнейших задач совершенствования строительных и мелиоративных машин является снижение их металлоемкости и массы. Перспективным путем её решения является уточнение прочностных расчетов и выбор высокопрочных материалов и эффективных видов термообработки на базе результатов прочностных испытаний.

Среди последних особое место занимают испытания зубьев зубчатых колес. Обусловлено это как распространенностью зубчатых передач, так и тем, что их масса составляет до 40% массы машин, и до 50% их стоимости. Поэтому реальные рекомендации по повышению несущей способности и надежности передач и снижению их массы позволяют получить значительный технико-экономический эффект.

1. Стенд однократного ударного и статического нагружения. Целью разработки является обеспечение точности испытаний зубьев зубчатых колес на разрушение изгибом при однократном ударе путем замера при испытаниях не энергии, а силы ударного взаимодействия молота маятника стенда с нагружаемым зубом. При этом ударная нагрузка должна прилагаться точно в заданной точке боковой поверхности зуба без случайных отклонений. Заклинивание сломанного зуба между его основанием и молотом маятника исключается.

Такая цель достигается следующим образом:

- испытываемое зубчатое колесо устанавливается ниже ударной нагружающей поверхности маятника в положении, при котором геометрическая ось колеса параллельна оси маятника и торцевые плоские поверхности зубчатого венца параллельны плоскости качания маятника;
- приспособление для установки зубчатого колеса и стойка маятника выполнены передвижными и их опорные поверхности на станине имеют уклоны противоположных знаков;
- конструкцией и параметрами маятника исключена возможность радиального смещения перед ударом его опорной поверхности и соответствующего изменения плеча изгиба зуба;
- молот маятника оснащен нагружающей скобой, которая шарнирно, с помощью оси, закреплена на переднем выступе молота и имеет возможность поворота на оси в направлении удаления от геометрической оси зубчатого колеса;
- нагружающая скоба выполнена в виде двух вертикальных пластин с отверстием в каждой для оси, соединенных между собой в единую деталь двумя поперечными балками, одна из которых расположена непосредственно у переднего торца молота и служит упором для удержания скобы в необходимом для удара положении, а вторая – как подвергающаяся изгибу при ударе измерительная балка, в средней части которой на переднем торце устанавливается ударная часть сменного ударника, а на заднем торце наклеивается тензодатчик.

Стенд представлен на рисунках 1 и 2. На стенде испытываемое зубчатое колесо 1 установлено в приспособлении, состоящем из корпуса 2, шлицевого вала 3, втулки 4 и рычага 5 с внутренними шлицами, установленных в закрепленных в отверстиях корпуса 2 фланцевых втулках 6, проушины 7, осей 8 и 17 и тяги 18 с наружной резьбой и шестигранным буртиком под ключ, закрепленной в резьбовом отверстии проушины 7 и сквозном гладком отверстии оси 17. Регулирование положения нагружаемого зуба колеса 1 производится перемещением тяги 18 в отверстии оси 17 с помощью гаек 16. Маятник стенда состоит из подвески 15 и молота 11, скрепленных между собой болтами, нагружающей скобы 12, установленной совместно с шайбами 10 на молоте с помощью запрессованной в передний выступ молота оси 9, и сменного ударника 13. Скоба 12 состоит из двух вертикальных пластин, соединенных между собой поперечиной *b*, которая попользуется как упор для удержания скобы, подверженной действию силы тяжести и центробежной, в нужном для удара положении перед ударом и для ограничения поворота скобы в направлении удаления от геометрической оси зубчатого колеса после удара. Ударник 13 закреплен винтом на поперечине *в*, в промежутке между выступами *г* и опирается задней цилиндрической опорной поверхностью ударной части на цилиндрическое углубление в переднем торце поперечины. На задней торцевой поверхности поперечины *в*, подверженной при ударном изгибе действию изгибных напряжений растяжения, наклеивается тензодатчик, по протарированному сигналу которого определяется усилие ударного взаимодействия молота с нагружаемым зубом испытываемого зубчатого колеса.

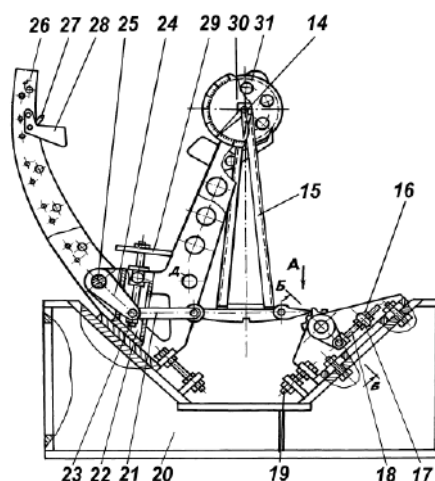


Рис. 1. Конструктивная схема стенда однократного ударного и статического нагружения

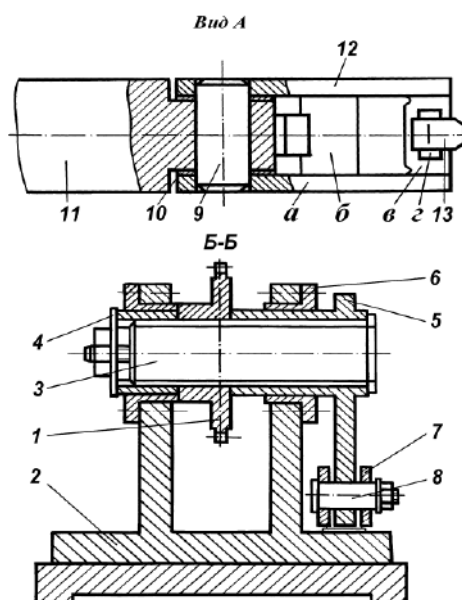


Рис. 2. Вид на нагружающую скобу (Вид А) и разрез устройства для установки и фиксации зубчатого колеса на стенде (Б-Б)

Поворот нагружаемого зуба при ударе вокруг точки, расположенной на сжатой при изгибе стороне основания, на которой разрушение происходит позднее, чем по остальному сечению, не приводит к заклиниванию сломанного зуба после удара между основанием на колесе и молотом, так как контактирующий с зубом конец скобы 12 свободно проворачивается вокруг оси 9 в направлении удаления от геометрической оси колеса.

Размерами и конфигурацией молота маятника, расположением нагружающей скобы и ориентацией ударной поверхности ударника обеспечиваются приложение нагрузки в направлении, проходящем через центр инерции маятника, середину поперечины и вдоль горизонтальной оси

симметрии ее сечения, а также свободное прохождение молота маятника над испытуемым зубчатым колесом после удара.

С целью точного регулирования точки приложения ударной нагрузки на боковой стороне нагружаемого зуба положение корпуса 2 приспособления для крепления испытуемого зубчатого колеса и стойки 26, в которой на оси 14 устанавливается маятник, регулируется с помощью болтов 19. С этой же целью опорные поверхности под приспособление и стойку 26 на станине 20 станда выполнены с уклонами противоположных знаков. Перед ударом маятник поднимается на заданную высоту и фиксируется с помощью поворотной защелки 27. Без контакта с маятником защелка удерживается в крайнем переднем положении весом груза рукоятки 28, поворачиваемой для освобождения маятника вручную.

Влияние смещений маятника в перпендикулярном плоскости его качания направлении на результаты измерения силы удара сведено к минимуму как значительной жесткостью тяг подвески в виде уголков, так и чрезвычайно малой величиной изменения напряжений изгиба в поперечины в скобы 12 при смещениях точки приложения ударной нагрузки.

Статическое нагружение испытуемого зуба производится на стенде с помощью шарнирно-рычажного механизма, состоящего из кронштейна 22, рычагов 21 и 24 и винта 23 с маховичком 29, установленного в расположенной на кронштейне 22 поперечине с винтовым отверстием. Механизм крепится на кронштейне 22 с помощью оси 25. С целью передачи нагрузки от этого механизма молоту 11 последний снабжен цилиндрический уступом на заднем торце. Статическая распорная нагрузка создается механизмом при подъеме винта. Механизм статического нагружения имеет нерабочее положение, в которое он откидывается для беспрепятственного движения молота при проведении ударных испытаний. С целью замера энергии, потраченной при разрушении зуба, стенд оснащен циферблатным указателем 30, стрелками которого фиксируется начальное (до удара) и конечное (после удара) положения молота. С целью обеспечения безопасности обслуживания при испытаниях, молот, оснащен храповым механизмом 31, фиксирующим его в крайнем верхнем положении и предотвращающим самопроизвольное возвращение молота после удара.

Конструкция станда защищена авторским свидетельством №811102 [22, 23] и имеет следующие характеристики:

Энергия удара, Н·м	120-360
Модуль зубьев испытуемых колес, мм	3
Число зубьев испытуемых колес	17-60
Максимальное статическое усилие, Н	40000

2. Методика исследований. В качестве объекта исследований были приняты прямозубые некоррегированные зубчатые колеса с модулем $m=3$ мм, рабочей шириной венца $b=10$ мм, с числом зубьев $z=20-60$ и углом зацепления $\alpha=20^\circ$, нарезанные червячной фрезой и имеющие шлицевое отверстие для установки на динамометрическом валу (рис.3). Указанные значения модуля и рабочей ширины венца позволили ограничить величину прилагаемых усилий при испытаниях.

Созданные стенды (рис.2) реализуют следующие виды нагружения:

- удары однократные - длительность воздействия в нашем случае 0,001 секунды;

- статическое кратковременное однократное - время нарастания и общая продолжительность нагружения (45-65) секунд;

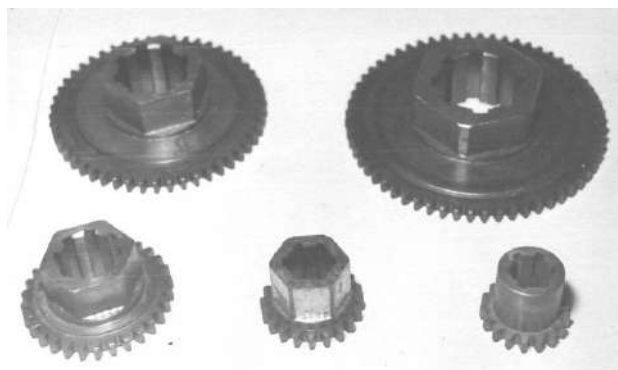


Рис. 3. Испытуемые зубчатые колеса

На стенде комбинированного нагружения при проведении сравнительных испытаний при циклических плавных и ударных нагрузках сопоставимость результатов эксперимента обеспечивалась установкой испытуемых зубчатых колес на одном динамометрическом вале, что позволило создать одинаковые условия крепления и нагружения испытуемых зубчатых колес, а также измерения создаваемых нагрузок.

Точно так же, на одном стенде проводились испытания на однократный удар и статическое нагружение. Измерение нагрузки проводилось с помощью тензодатчиков наклеенных на нагружающей скобе маятника.

В качестве единой характеристики нагружения принята удельная нагрузка на единицу ширины зубчатого венца и единицу величины модуля, которая обеспечивала сопоставимость результатов испытаний при циклических ударной и плавной, а также при однократных ударной и статической нагрузках.

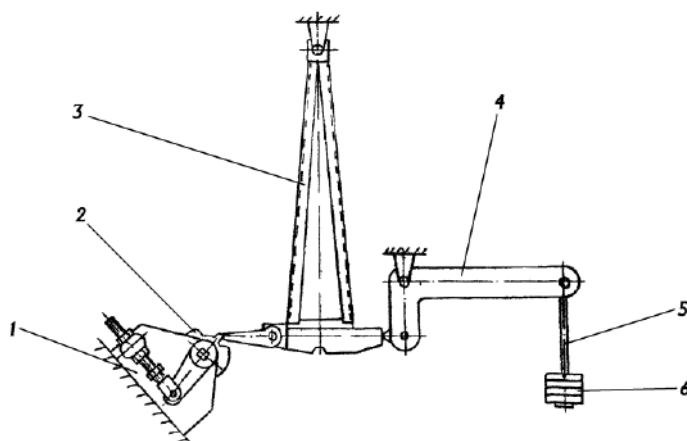
Величина удельной нагрузки на зубе определялась по формуле

$$Q = \frac{F_{Ft}}{mb_w},$$

где - F_{Ft} окружная сила, Н; m - модуль, мм; b_w - длина зуба, мм.

Нагрузка прикладывалась по нормали к профильной боковой поверхности у вершины зуба. При однократных испытаниях нагрузка определялась с помощью тензодатчиков сопротивления ФКПА-20-1. Тарировка тензодатчиков производилась с помощью тарировочного приспособления, схема которого приведена на рисунке 4.

В качестве усилителя была использована тензометрическая станция УТС1-ВТ-12 (рис.5), позволяющая без частотных искажений производить запись процессов как плавных, так и ударных нагрузок, а также усилитель УТ-4. Для измерения действующих усилий использовался катодный двухлучевой осциллограф С1-18. Длительность периода исследуемых процессов определялась путем подсчета меток, укладываемых в одном периоде и умножения его на длительность меток, установленных переключателем "μS-mS" осциллографа.



1 – нагружающее устройство; 2 – испытуемое зубчатое колесо; 3 – маятник; 4 – рычаг; 5 – тяга; 6 – груз.

Рис. 4. Схема тарировочного устройства

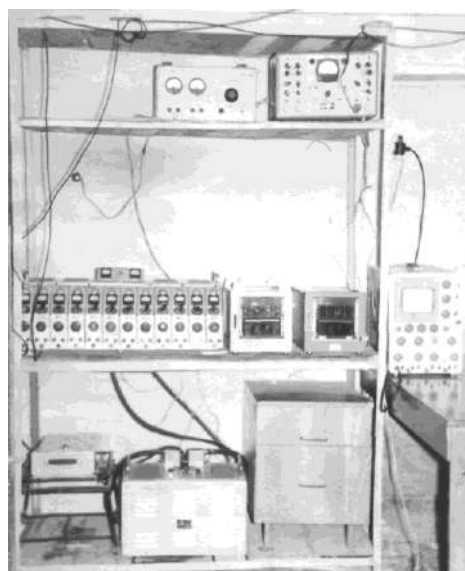


Рис. 5. Измерительная и регистрирующая аппаратура

При однократных ударных и статических испытаниях изгибная прочность зубьев зубчатых колес оценивалась по величине усилия разрушения. Величина ударной нагрузки, достаточная для поломки; зуба при однократном нагружении, принималась за предел ударной прочности.

Заключение. В работе выполнен анализ нагружения, необходимых для реализации прочностных испытаний зубьев передач строительных и мелиоративных машин. По результатам выполненного обзора научно и исследовательских работ в этой области и конструкций стендов обоснована необходимость разработки нестандартного стенда для однократных ударного и статического нагружений. Приведены кинематическая схема и техническая характеристика стенда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уркумбаев, Б.Ф. Влияние асимметрии цикла нагружения на сопротивление усталости зубьев зубчатых колес [Текст] / Б.Ф. Уркумбаев // Вопросы прочности зубчатых передач сельскохозяйственных, строительных и мелиоративных машин: Труды ТИИИМСХ, вып.118. - 1981. - С.43-48.
2. Авторское свидетельство №868405. Устройство для испытания зубчатых колес при динамических нагрузках [Текст] / Уркумбаев М.Ф., Уркумбаев Б.Ф. Бюллетень «Открытия, изобретения, пром. образцы, товарные знаки, №12, 1980.
3. Машины и стенды для испытания деталей [Текст] / В.А. Гадолин, Н.А. Дроздов, В.Н. Иванов, Д.Н. Решетов, С.А. Шувадов, Р.М. Чатынган, Е.А. Язева – Под.ред. Д.Н. Решетова – М.: Машиностроение, 1979. – 343 с.
4. Прочность и долговечность автомобиля [Текст] / Под. Ред. Б.В. Гольда – М.: Машиностроение, 1974. – 328 с.
5. Серенсен, С.В. Несущая способность и расчеты деталей машин на прочность [Текст]: справочное пособие / Под.ред. С.В. Серенсена – М.: Машиностроение, 1975. – 488 с.
6. Школьник, Л.М. Методика усталостных испытаний [Текст]: справочник / Л.М. Школьник. – М.: Металлургия, 1978. – 304 с.
7. Испытание материалов [Текст]: справочник /Блюменауэр Х. и др. Пре. с нем., М.: Машиностроение, 1979.
8. Алиев, С.А. Лабораторный образец для испытаний влияния геометрических параметров зуба на прочность при изгибе [Текст] / С.А. Алиев / Информационный листок. Жамбылский филиал АО «НЦ НТИ», Тараз, 2013. - 4 с.
9. Алиев, С.А. Стенд для циклических знакопеременного плавного и ударного нагружений [Текст] / С.А. Алиев // Механика и технологии. – 2018. – №2. – С.42-47.

Материал поступил в редакцию 13.12.19.

С. Алиев

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

СТЕНДТЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕМЕСІ

Сынақтар кезінде тісті дөңғалақтар тістерінің жүктелу ерекшеліктерін зерттеу нәтижелері келтірілген.

Тірек сөздер: білік, рычаг, серіппе, құлақ, тірек, итергіш, шатун, шкив-маховик, машина бөлшектері.

S. Aliyev

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

STANDS AND METHODS OF THEIR RESEARCH

The results of the study of the modes of single loading of the gear teeth during testing are presented.

Keywords: shaft, lever, hammer, spring, cam, emphasis. pusher, connecting rod, flywheel pulley, machine parts.

ӨОЖ 677.053.001:621

М.Ш. Шардарбек¹, Р.Т. Кауымбаев², Е.Н. Жамалбеков³, Н. Абдуайт⁴*¹Техн. ғылымдарының канд., доцент, ²PhD доктор, ³Магистр
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан***НЕГІЗГІ ЖІПТЕРДІҢ ОРАЛУ ТЫҒЫЗДЫҒЫН ТІЗІП ОРАҒЫШ
БІЛІКТІҢ РАДИАЛДЫ БАҒЫТЫНДА ЭКСПЕРИМЕНТАЛДЫ
АНЫҚТАУ**

Жұмыста негізгі жіптердің нақты ұзындығын және ораманың ағымдағы радиусын анықтау үшін СП-180 типті машинаның метражды есептегіші қолданылды, ал ораманың ағымдағы радиусын анықтау үшін құрылғы жасалды. Өлшеу дәлдігін арттыру мақсатында эксперимент жүргізілді, соңғы нәтижелері ретінде орташа арифметикалық мәндер алынды. Алынған эксперимент нәтижелерінің көмегімен орама тығыздығының өзгеру графигі тұрғызылды.

Тірек сөздер: барабансыз партионды тізіп орағыш машина, орау диаметрі, орау тығыздығы, метражды санағыш, домалатқыш білікше.

Таразыға салып өлшемей-ақ тізіп орағыш білікшеге ораудың тығыздығын анықтау үшін, негіз жіптерінің нақты ұзындығын және ораудың ағымдағы радиусын өлшеу қажет.

Бұл міндет базасыз партионды тізіп орау машинасында оңай шешіледі, онда негіз жіптерінің ұзындығын орау білікшесін машинада орнатылған метраж датчигінің көмегімен, ал ағымдағы радиусты 1-суретте көрсетілген құрылғының көмегімен бекітуге болады. Бұл құрылғы әртүрлі режимдерде тізілген білікше орамасының диаметрін жеткілікті дәлдікпен бекітуге мүмкіндік береді. Көрсетілген құрылғының конструкциясы қарапайым, оңай әрі тез шешіліп алынады, машинаға техникалық қызмет көрсету кезінде және тізіп орау процесінің жүруі кезінде кедергі болып табылмайды.

Демек, тізіп орау машинасының тікиіршігін өлшемей-ақ ораманың тығыздығын анықтау үшін, бір мезгілде негізгі жіптердің нақты ұзындықтарын және ораманың ағымдағы радиусын өлшеу қажет.

Осы мақсаттың орындалуы үшін, негізгі жіптердің ұзындығын жазу кезінде СП типті машинаның метражды есептегіші қолданылды, ал ораманың ағымдағы радиусын анықтау үшін төмендегі суретте (1-сурет) көрсетілген құрылғы жасалды. Құрылғы тізіп орағыш білікше 2 орамының бетінен жанасатын жылжымалы қуысбұрғы 1 болып табылады. Жылжымалы қуысбұрғыға 1 қозғалыссыз күйде шкала 3 орнатылған, шкалада орамның радиусының мәніне сәйкес келетін бөліктер салынған. Қуысбұрғы 1 шкаламен 3 және тартқышпен 4 бірге қозғалмайтын нүкте O_1 айналасына айналады. O_1 осіне көрсету бағыттағышы 5 қозғалыссыз бекітілген.

Орамның диаметрі ұлғайған кезде қуысбұрғы шкаламен бірге көтеріледі және қозғалмайтын көрсеткіш бағыты тізіп орағыш білікшеде ораманың ағымдағы радиусын көрсетеді.

Жоғарыда айтылғандардан мынадай қорытынды жасауға болады, яғни, тізіп орағыш білікше орамының тұрақты тығыздығын сақтау үшін төменгі шартты қамтамасыз ету қажет:

$$\frac{L}{R^2 - R_0^2} = const \cdot \quad (1)$$

Орамасының диаметрі ұлғайған сайын қуысбұрғы шкаламен бірге көтеріледі және қозғалмайтын көрсеткіш тізіп орағыш білікшеде ораманың ағымдағы радиусын көрсетеді.

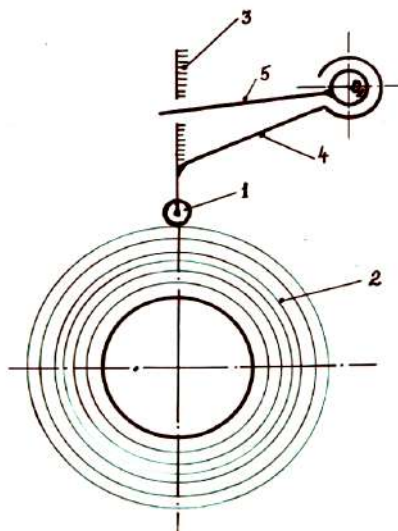
Қабаттары бойынша ораманың тығыздығын анықтау бойынша эксперименттер тоқу өндірісінің дайындау бөлімінде орнатылған СП-180 партионды тізіп орау машинасында жүргізілді. Машина 25×2 текс мақта иірімжіптерімен жүктелген.

Қадағалау кезінде бір уақытта метраж есептегіші және құрылғы көрсеткішіне сәйкес ағымдағы радиусы бойынша, ораманың әрбір 4 сантиметрінен кейін негіз жіптерінің ұзындығы жазылады.

Ораманың тығыздығы тәуелділік бойынша анықталады,

$$\gamma = c \cdot \frac{L}{R^2 - R_0^2},$$

мұндағы c – тұрақты коэффициент; L – метраж есептегішінің көмегімен бекітілетін негізгі жіптердің нақты ұзындығы; R_0 – сновальды білікше орамының радиусы; R – ораманың нақты ағымдағы радиусы.



Сурет 1. Шкаласы градуирленген орама диаметрін көрсететін құрылғы сұлбасы

Өлшеу дәлдігін арттыру мақсатында эксперименттің әрбір кезеңі 5 реттен қайталанды, ал соңғы нәтижелер ретінде орта арифметикалық мәндер алынды. Алынған өлшеу нәтижелерінің бір-бірінен алшақтығы онша көп еместігін атап өткен жөн.

Тәжірибе эксперименттері тізіп орау үрдісінің жылдамдығы $U = 600$ м/мин, $U = 500$ м/мин және тізіп орағыш білікшесінің ағымдағы диаметрі $D_0 = 0,24-0,6$ м және тізіп орағыш білікшеге түсірілетін қысқыштың салыстырмалы күші $q_1 = 5,34$ тең жағдайда жүргізілді.

СП-180 машинаның домалату білікшесі механизмінің қолданыстағы конструкциясының көмегімен алынған орама тығыздығын анықтау бойынша жүргізілген эксперименттер нәтижелері 1-кестеге түсірілген, сол нәтижелердің негізінде, тізіп орағыш білікше орамының диаметрі 70

функциясына байланысты $\gamma = f(D_e)$ графиктері тұрғызылды, ол 2-суретте көрсетілген.

Кесте 1

Автореттегішсіз тізіп орау тікііршігі орамының тығыздығы

Орамның диаметрі	Қысу күші Q, Н	Орамның тығыздығы γ , гс/см ³	
		$v = 10$ м/с	$v = 8,33$ м/с
0,29	750	0,52	0,507
0,33		0,464	0,448
0,37		0,452	0,44
0,41		0,45	0,439
0,45		0,451	0,436
0,49		0,448	0,435
0,53		0,445	0,432

$\gamma = f(D_e)$ графигінен көрініп тұрғандай, орамның бастапқы шегінде тізіп орағыш білікшеге оралу тығыздығы ең жоғары деңгейде, ал ағымдағы орама радиусының артуына қарай, оның тығыздығы да кемуі түседі. Бұл тізіп орау үрдісі кезінде тізіп орағыш білікшеге орау білікшесінің қысымы берілген заңға сәйкес жүргізілмейтіндігіне негізделеді.

Автореттегішті қолдану арқылы орама тығыздығын реттеу үрдісін зерттеу [1] сондай жағдайда және бірдей жұмыс режимі арқылы жүргізілді.

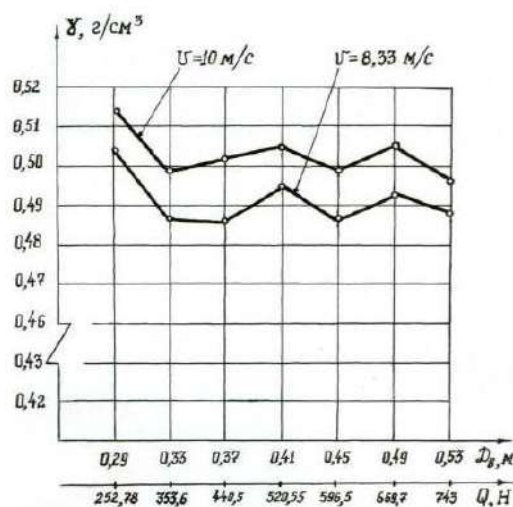
Орау тығыздығын анықтау бойынша эксперименттер нәтижелері жоғарыда көрсетілген әдістеме бойынша жүргізілді және нәтижелері 2-кестеге енгізілді, осы нәтижелердің негізінде орама диаметрінің функциясында $\gamma = f(D_e)$ графиктері тұрғызылды, бұл екі тізіп орау жылдамдығы үшін төмендегі суретте көрсетілген (2-сурет).

Кесте 2

Автореттегішті тізіп орағыш білікше орамасының тығыздығы

Орама диаметр D_e , м	Қысудың қабаттық күштері q , Н/см	Қысудың қосынды күші Q, Н	Ораманың тығыздығы гс/см ³	
			$v = 10$ м/с	$v = 8,33$ м/с
0,29	5,34	252,78	0,514	0,507
0,33		353,78	0,465	0,449
0,37		440,5	0,454	0,440
0,41		520,55	0,450	0,437
0,45		596,5	0,452	0,438
0,49		669,7	0,448	0,436
0,53		743	0,446	0,434

2-суретте көрсетілген графиктерден байқалатынындай, тізіп орағыш білікшеге айналдырып орау білікшесінің берілген бағдарламасы бойынша қысу күшінің бірқалыпты акырындап өзгеруі, тізіп орау үрдісінде тығыздықты іс жүзінде тұрақтандыруға мүмкіндік береді, ал орау тығыздығының ауытқуы болмашы мәнде, яғни 5,2%.



Сурет 2. Автореттегіштің көмегімен орама тығыздығының өзгеру графигі

Сонымен қатар, қондырғыны [2] қолдану тұрақтандырудан басқа, білікшедегі ораудың тығыздығын жоғарылатады, соның арқасында тізіп орағыш білікшедегі материал негізінің ұзындығы айтарлықтай ұзарады, бұл жағдай 3-кестеде ұсынылған.

Кесте 3

СП-180 машинасының тізіп орағыш білікшесінің сыйымдылық көрсеткіштері

Қалыңдатқыш жүйелер	Тізіп орау үрдісінің жылдамдығы	Эксперимент нәтижелері		
		Ораманың салыстырмалы тығыздығы гс/см ³	Білікшеге оратылған жіптердің ұзындығы, м	Тізіп орау білікшесінің сыйымдылығының артуы, %
Орама тығыздығын автореттеу орнатылғанға дейін	10	0,43...0,52	9400	5,53
Орама тығыздығын автореттеу орнатылғаннан кейін	10	0,51	9920	

Қорытынды. Қолданыстағы конструкциялары СП-180 машинасында қалыптастырылған радиусы бойынша тізіп орау тікіршіктерінің орау тығыздығы біркелкі емес. Автореттегіштің көмегімен жұмыс істейтін барабансыз партионды тізіп орау машиналарының тізіп орау тікіршігіне орау тығыздығын реттеу үшін пайдалану орынды, өйткені бұл жүйе конструкция бойынша қарапайым және пайдалануға ыңғайлы келеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. А.с. №1437431 (СССР). Устройство для намотки основных нитей на сновальной машине [Текст] / К. Джаманкулов, А.К. Джаманкулов. - опубл. 26.05.88, Бюл. № 42. - 2 с: ил.
2. Шардарбек, М.Ш. Тізіп-орау тікіршігінің радиусы бойынша негіз жіптердің орау тығыздығын зерттеу [Мәтін] / М.Ш. Шардарбек, Р.Т. Қауымбаев, Ф.Р. Ташмухамедов // Механика және технологиялар. -2019. -№4. -Б.104-108.

REFERENCES

1. А.с. № 1437431 (USSR). Device for winding the main threads on a warping machine / K. Jamankulov, A. K. Jamankulov. - publ. 26. 05.88, No. 42. – 2 p.
2. Shardarbek, M.Sh. Research of density of winding of threads of a basis on radius of warping packing / M.Sh. Shardarbek, R.T. Kauymbaev, F.R. Tashmukhamedov // Journal «Mechanics and technologies». 2019, No. 4. P.104-108.

Материал редакцияга 03.02.20 түсті.

М.Ш. Шардарбек, Р.Т. Кауымбаев, Р.Н. Жамалбеков, Н. Абдуайт

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати, г.Тараз, Казахстан

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ НАМОТКИ
НИТЕЙ ОСНОВЫ В РАДИАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ СНОВАЛЬНОГО
ВАЛИКА**

В работе для определения фактической длины основных нитей и текущего радиуса обмотки использовался метражный счетчик машины типа СП-180, а для определения текущего радиуса обмотки разработано устройство. С целью повышения точности измерений проведен эксперимент, в качестве конечных результатов получены среднеарифметические значения. С помощью полученных результатов эксперимента был построен график изменения плотности упаковки.

Ключевые слова: партионная сновальная машина без барабана, диаметр упаковки, плотность упаковки, метражный счетчик, укатывающий валик.

M.H. Shardarbek, R.T. Kauymbaev, R.N. Zhamalbekov, N. Abduait

Taraz State University named of M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

**EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE WINDING DENSITY OF THE
WARP THREADS IN THE RADIAL DIRECTION OF THE WARP ROLLER**

In this work, to determine the actual length of the main threads and the current radius of the winding, a meter counter of the SP -180 type was used, and a device was developed to determine the current radius of the winding. In order to improve the accuracy of measurements, an experiment was conducted, and the final results were obtained arithmetic averages. Using the results of the experiment, a graph of changes in the density of the package was constructed.

Keywords: batch warping machine without a drum, packing diameter, packing density, meter counter, rolling roller.

УДК 539.4.014:629.7.023

М.Т. Кейкиманова¹, А. Максат²

¹Канд. техн. наук, доцент, ²Студент

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

Электронная почта: ¹merukey1970@mail.ru

**ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ
ПОДЗЕМНОГО НЕФТЕПРОВОДА ИЗ ВЯЗКОУПРУГОГО
МАТЕРИАЛА**

В работе рассмотрена одна из острейших проблем современной логистики – разработка надежных и долговечных трубопроводов из композиционных материалов, предназначенных для транспортировки нефтегазопродуктов и др. агрессивных сред. Конечно-разностным методом исследуется напряженное состояние подземного нефтепровода из вязкоупругого ортотропного материала. Определены ядра ползучести в различных направлениях. По полученной программе расчета подземного нефтепровода из вязкоупругого ортотропного материала варьировано: параметры ядер ползучести, внешнее и внутреннее напряжение на трубу, эффективные характеристики компонентов материала трубы, геометрические размеры, количество слоев и угол армирования трубы, коэффициент линейного расширения, динамическая вязкость нефти, внешние и внутренние силы воздействия трубы и характеристики грунта.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, композиционные материалы, вязкоупругий ортотропный материал, подземный нефтепровод.

Введение. Для надежности транспортировки жидких сред требуются коррозионно-стойкие и прочные трубы. Эффективное использование их при подземной укладке требует определения напряженно-деформированного состояния (НДС) трубы с учетом воздействия температуры, грунта, жидких сред, а также на основе компонентов материала. Композиционный материал из которого изготавливаются трубы относится к сложной механической системе. Основная проблема при решении задач моделирования механических свойств гетерогенной среды состоит в определении условий процедуры осреднения корректной с точки зрения прогнозирования эффективных свойств идеализированной среды на основании данных о механических свойствах и геометрических характеристиках компонентов реальной среды. В связи с этим численное исследование оценки влияния упругих свойств материала на НДС подземного нефтепровода имеет важное прикладное значение и является актуальной [1].

Подземные трубопроводы работают в условиях сложного напряженного состояния. Применение композиционных материалов при создании труб для транспортировки нефти предполагает знание эксплуатации, а именно, учет реологических свойств данных материалов [2]. Известно [2], что реологические процессы, происходящие в материале трубы, могут значительно влиять на картину НДС трубопровода, что необходимо учитывать при проектировании трубопровода.

В данной работе рассчитывается подземный нефтепровод из вязкоупругого ортотропного материала. Имеем дифференциальные уравнения

$$\left\{ \begin{aligned} & E_{11}^*(t) \frac{\partial^2 u_r}{\partial r^2} + \frac{G_{12}(t)}{r^2} \frac{\partial^2 u_r}{\partial \varphi^2} + \frac{E_{11}^*}{r} \frac{\partial u_r}{\partial r} - \frac{E_{22}^*(t)}{r^2} u_r + \\ & + \frac{E_{12}^*(t) + G_{12}(t)}{r} \frac{\partial^2 u_r}{\partial \varphi \partial r} - \frac{E_{22}^*(t) + G_{12}(t)}{r^2} \frac{\partial u_r}{\partial \varphi} = 0 \\ & G_{12}(t) \frac{\partial^2 u_\varphi}{\partial r^2} + \frac{E_{22}^*(t)}{r^2} \frac{\partial^2 u_\varphi}{\partial \varphi^2} + \frac{G_{12}(t)}{r} \frac{\partial u_\varphi}{\partial r} - \frac{G_{12}(t)}{r^2} u_\varphi + \\ & + \frac{E_{22}^*(t) + G_{12}(t)}{r^2} \frac{\partial u_r}{\partial \varphi} + \frac{E_{12}^*(t) + G_{12}(t)}{r} \frac{\partial^2 u_r}{\partial \varphi \partial r} = 0 \end{aligned} \right. \quad (1)$$

И граничные условия:

при $r = r_1 [2]$:

$$\left\{ \begin{aligned} & E_{11}^*(t) \frac{\partial u_r}{\partial r} + E_{12}^*(t) \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{u_r}{r} \right) = f(\varphi) \\ & \frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \varphi} + \frac{\partial u_\varphi}{\partial r} - \frac{u_\varphi}{r} = 0 \end{aligned} \right. \quad (2)$$

при $r = r_n$:

$$\left\{ \begin{aligned} & E_{11}^*(t) \frac{\partial u_r}{\partial r} + E_{12}^*(t) \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{u_r}{r} \right) = \psi(\varphi) \\ & \frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial \varphi} + \frac{\partial u_\varphi}{\partial r} - \frac{u_\varphi}{r} = 0 \end{aligned} \right. \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} E_{11} &= \frac{k_1(t)}{K(t)}, E_{12} = \frac{k_2(t)}{K(t)}, E_{13} = \frac{k_3(t)}{K(t)}, E_{22} = \frac{k_4(t)}{K(t)}, E_{23} = \frac{k_5(t)}{K(t)}, E_{33} = \frac{k_6(t)}{K(t)} \\ k_1(t) &= \frac{\left(1 + \int_0^t \Gamma_\varphi(t-\tau) d\tau \right) \left(1 + \int_0^t \Gamma_z(t-\tau) d\tau \right)}{E_2 E_3} - \frac{\nu_{23}^2 \left(1 + \int_0^t \Gamma_z(t-\tau) d\tau \right)^2}{E_3^2}; \\ k_2(t) &= \left(1 + \int_0^t \Gamma_z(t-\tau) d\tau \right) \left[\frac{\nu_{12} \left(1 + \int_0^t \Gamma_\varphi(t-\tau) d\tau \right)}{E_2 E_3} + \frac{\nu_{23} \nu_{13} \left(1 + \int_0^t \Gamma_r(t-\tau) d\tau \right)}{E_3^2} \right]; \\ k_3(t) &= \left(1 + \int_0^t \Gamma_\varphi(t-\tau) d\tau \right) \frac{\nu_{13} \left(1 + \int_0^t \Gamma_z(t-\tau) d\tau \right) + \nu_{12} \nu_{23} \left(1 + \int_0^t \Gamma_r(t-\tau) d\tau \right)}{E_2 E_3}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
k_4(t) &= \frac{\left(1 + \int_0^t \Gamma_r(t-\tau) d\tau\right) \left(1 + \int_0^t \Gamma_z(t-\tau) d\tau\right)}{E_1 E_3} - \left(\frac{V_{13}}{E_3}\right)^2 \left(1 + \int_0^t \Gamma_r(t-\tau) d\tau\right); \\
k_5(t) &= \left(1 + \int_0^t \Gamma_r(t-\tau) d\tau\right) \left[\frac{V_{23}}{E_1 E_3} \left(1 + \int_0^t \Gamma_z(t-\tau) d\tau\right) + \frac{V_{12} V_{13}}{E_2 E_3} \left(1 + \int_0^t \Gamma_\varphi(t-\tau) d\tau\right) \right]; \\
k_6(t) &= \left(1 + \int_0^t \Gamma_\varphi(t-\tau) d\tau\right) \left[\frac{\left(1 + \int_0^t \Gamma_r(t-\tau) d\tau\right)}{E_1 E_2} - \left(\frac{V_{12}}{E_2}\right)^2 \left(1 + \int_0^t \Gamma_\varphi(t-\tau) d\tau\right) \right]; \\
K(t) &= \frac{\left(1 + \int_0^t \Gamma_r(t-\tau) d\tau\right) \left(1 + \int_0^t \Gamma_\varphi(t-\tau) d\tau\right) \left(1 + \int_0^t \Gamma_z(t-\tau) d\tau\right)}{E_1 E_2 E_3} - \\
&\quad - \frac{2V_{12} V_{13} V_{23} \left(1 + \int_0^t \Gamma_r(t-\tau) d\tau\right) \left(1 + \int_0^t \Gamma_\varphi(t-\tau) d\tau\right) \left(1 + \int_0^t \Gamma_z(t-\tau) d\tau\right)}{E_2 E_3^2} - \\
&\quad - \frac{V_{12}^2 \left(1 + \int_0^t \Gamma_z(t-\tau) d\tau\right) \left(1 + \int_0^t \Gamma_\varphi(t-\tau) d\tau\right)}{E_3 E_2^2} - \\
&\quad - \frac{V_{13}^2 \left(1 + \int_0^t \Gamma_r(t-\tau) d\tau\right) \left(1 + \int_0^t \Gamma_\varphi(t-\tau) d\tau\right)}{E_2 E_3^2} - \\
&\quad - \frac{V_{23}^2 \left(1 + \int_0^t \Gamma_r(t-\tau) d\tau\right) \left(1 + \int_0^t \Gamma_z(t-\tau) d\tau\right)}{E_1 E_3^2}
\end{aligned}$$

Организуем решение поставленной задачи следующим образом:

1) Определяем коэффициенты дифференциальных уравнений системы (1) в начальный момент времени.

2) Определяем перемещения в трубе, используя разностные операторы и схему расщепления, построенные в работе [3], считая упругие постоянные фиксированными.

3) Значения перемещений подставляем в аппроксимированные уравнения Коши (уравнения связи деформаций и перемещений) и определяем деформации в трубе в данный момент времени.

4) Увеличиваем шаг времени на единицу и повторяем п. 1), 2) и 3) до тех пор, пока не будет выполнено равенство $\varepsilon_{ij}^t - \varepsilon_{ij}^{t-1} = \theta$ (θ – некоторая малая величина).

В качестве ядра ползучести примем функцию влияния [4]:

$$\Gamma(t-\tau) = \frac{\exp(-\beta(t-\tau))}{t-\tau} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{[k\lambda\Gamma(\alpha)]^n (t-\tau)^{n\alpha}}{\Gamma(n\alpha)} \quad (4)$$

где $\alpha, \beta, k, \lambda$ – параметры материала.

С учетом направления:

$$\begin{aligned} \Gamma_r(t-\tau) &= \frac{\exp(-\beta(t-\tau))}{t-\tau} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{[k\lambda_r \Gamma(\alpha)]^n (t-\tau)^{n\alpha}}{\Gamma(n\alpha)} \\ \Gamma_\varphi(t-\tau) &= \frac{\exp(-\beta(t-\tau))}{t-\tau} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{[k\lambda_\varphi \Gamma(\alpha)]^n (t-\tau)^{n\alpha}}{\Gamma(n\alpha)} \\ \Gamma_z(t-\tau) &= \frac{\exp(-\beta(t-\tau))}{t-\tau} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{[k\lambda_z \Gamma(\alpha)]^n (t-\tau)^{n\alpha}}{\Gamma(n\alpha)} \end{aligned} \quad (5)$$

Подберем параметры ядер (5). В работе Т.М. Джунибекова, В.Н.Кестельмана и Н.Н. Малинина [5] получены следующие данные о релаксации напряжений в полиамиде П12 (рис.1).

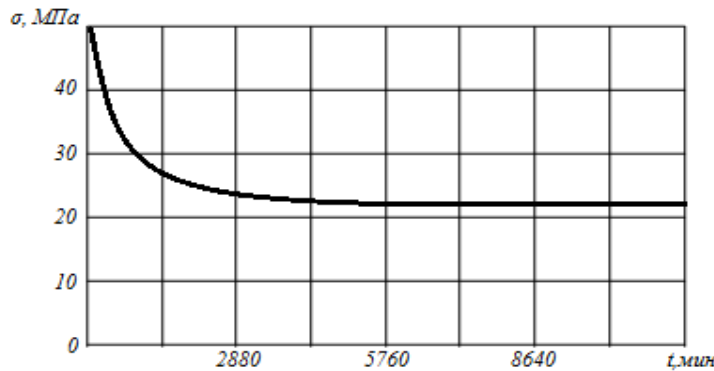


Рис. 1. Релаксация напряжения при растяжении П12 при $\epsilon=10,8\%$ и $T=293$ К

Обратим ядра ползучести (5) в ядра релаксации с помощью обратного преобразования Лапласа. Получим:

$$\begin{aligned} R_r(t-\tau) &= \frac{k\lambda_r \exp(-\beta(t-\tau))}{(t-\tau)^{1-\alpha}} \\ R_\varphi(t-\tau) &= \frac{k\lambda_\varphi \exp(-\beta(t-\tau))}{(t-\tau)^{1-\alpha}} \\ R_z(t-\tau) &= \frac{k\lambda_z \exp(-\beta(t-\tau))}{(t-\tau)^{1-\alpha}} \end{aligned} \quad (6)$$

Фиксируя значения k и α , и изменяя значения λ_r (полиамид испытан при растяжении) и β , определим параметры ядер релаксации (5) и, тем самым, параметры ядер ползучести (6). По рисунку начальное напряжение составляет 48 МПа. Примем $\alpha=0,1$ и $k=0,5$. Составляя программу для вариации параметров ядра релаксации в системе MAPLE, получим следующие данные для параметров ядра $\beta = 0,003$, $\lambda_r = 0,052$ и кривую релаксации напряжения (рис. 2).

Очевидно, что графики 1 и 2 практически одинаковы. Таким образом, для полиамида П-12 принимаем параметры ядра релаксации $\alpha=0,1$, $k=0,5$, $\beta = 0,003$ и $\lambda_r = 0,052$. Те же параметры будут и для функции влияния (5). Для остальных направлений примем примерные значения параметра λ_i (вследствие отсутствия опытных данных): $\lambda_r = 0,048$, $\lambda_z = 0,06$.

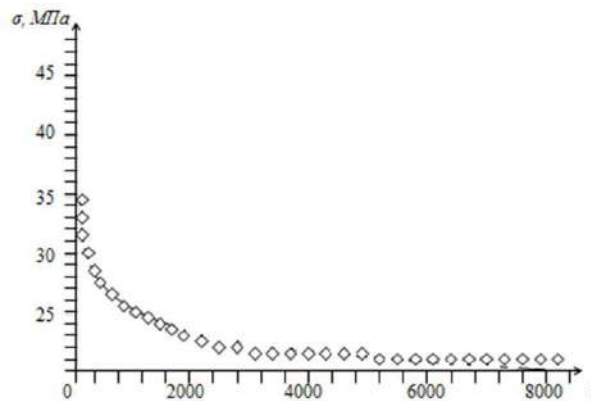


Рис. 2. Релаксация напряжений, построенная с использованием ядра (17) с параметрами $\alpha=0,1$, $k=0,5$, $\beta=0,0003$, $\lambda_r=0,052$.

Схема расщепления [4] реализуется скалярными прогонками. Пользуемся безразмерными величинами. Для расчета использован алгоритмический язык FortranPowerStation 4.0. Программа состоит из двух частей. В первой части определяются вязкоупругие постоянные системы (1) с использованием радио ползучести (6), во второй – определяются перемещение каждой точки сетки и деформации. Вторая часть содержится в первой и каждая часть численного решения задачи оформлена в виде цикла повторения до выполнения условия сходимости. После этого выполняется проверка, путем подстановки найденного значения функции в исходное уравнение и проверка граничных условий. Сетка задана постоянными $N_1=10$, $N_2=20$, $\tau=0,0001$, в результате в сечении трубы задана 230 точек, с которых будет находиться решений.

Точность сходимости принята $\varepsilon=0,000000000001$, размеры трубы $r_1=0.71$, $r_n=0.74$ упругие составляющие материалы трубы

$$E_1 = 1.9, E_2 = 1.2, E_3 = 0.45, \nu_{12} = 0.35, \nu_{13} = 0.16, \nu_{23} = 0.11, G_{12} = 0.23,$$

$$h_{cp} = 1.5, \xi = 0.5, \gamma_{ест} = 1,7E - 11, Q = 0.000075, W = 0.000040,$$

Параметры ядер ползучести $\alpha = 0,1$, $k=0,5$, $\beta=0,003$, $\lambda_r=0,052$, $\lambda_\phi=0,048$, $\lambda_z=0,06$. На рисунках 3-5 показаны кривые ползучести сечения трубы.

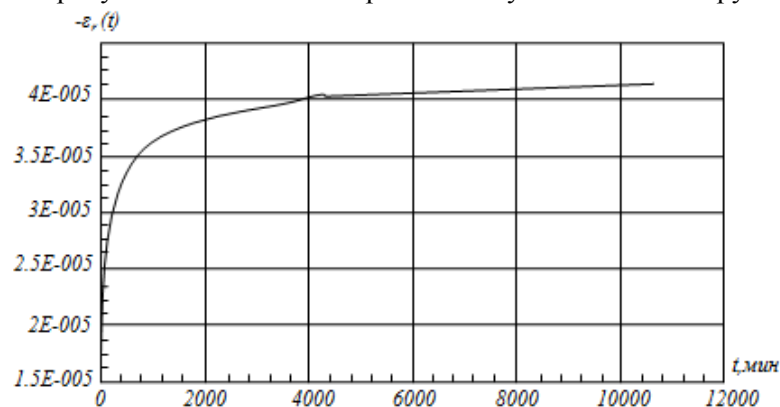


Рис. 3. Изменение радиальной деформации во времени в точке сетки с узлами $j=15$, $k=5$

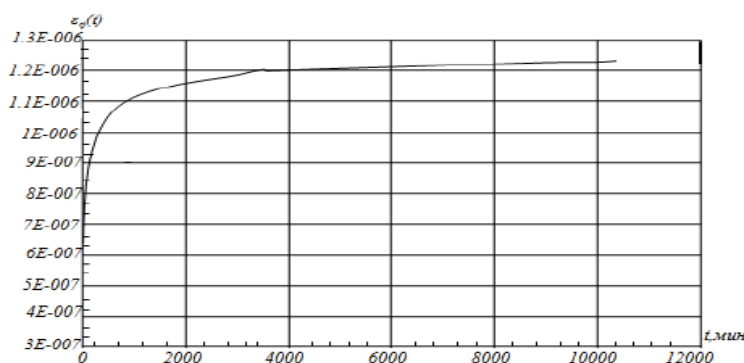


Рис. 4. Изменение окружной деформации во времени в точке сетки с узлами $j=15, k=5$

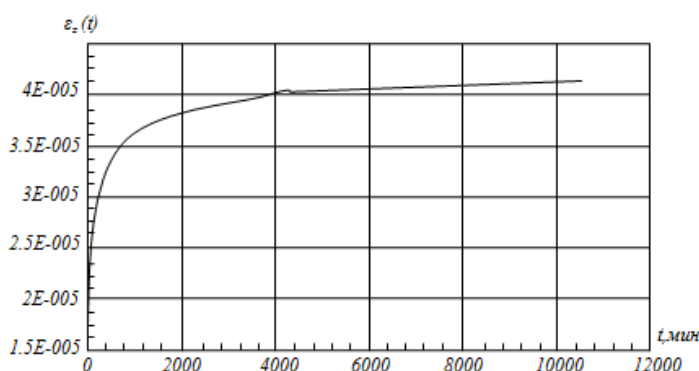


Рис. 5. Изменение осевой деформации во времени в точке сетки с узлами $j=15, k=5$

Заключение. В заключении полученная программа вычисления расчета подземного нефтепровода из вязкоупругого ортотропного материала позволяет варьировать: параметры ядер ползучести, внешнее и внутреннее напряжение на трубу, эффективные характеристики компонентов материала трубы, геометрические размеры, количество слоев и угол армирования трубы, коэффициент линейного расширения, динамическую вязкость нефти, внешние и внутренние силы воздействия трубы и характеристики грунта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кейкиманова, М.Т. Упругие свойства материалов подземного трубопровода [Текст]: монография / М.Т. Кейкиманова. – Тараз: Тараз университеті, 2015. – 127 с.
2. Думбадзе, А.А. Релаксационные свойства полимерных материалов и оценка работоспособности пластиковых трубопроводов с учетом влияния окружающей среды [Текст] / А.А. Думбадзе, Ю.П. Зезин. – Тбилиси, 1993. – 7 с.
3. Джунибеков, Т.М. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния подземной трубы для транспортировки нефти [Текст] / Т.М. Джунибеков, О.В. Андрушенко // Вычислительные технологии, т.9, Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. Серия математика, механика, информатика. – 2004. – №3(42). – С.176-182.

4. Регей, В.Р. Кинетическая природа прочности твердых тел [Текст] / В.Р. Регей, А.И. Слуцкер, Э.Е. Томашевский. – М.: Наука, 1974. – 560 с.
5. Джунибеков, Т.М. Релаксация напряжений в вязкоупругих материалах [Текст] / Т.М. Джунибеков, В.Н. Кестельман, Н.И. Малинин. – Алматы: Ғылым, 1998. – 308 с.

REFERENCES

1. Keikimanova, M.T. The elastic properties of materials underground pipeline [in Russian]: monograph. - Taraz: Taraz University, 2015. - 127 p.
2. Dumbadze, A.A., Zezin, Yu.P. Relaxation properties of polymer materials and assessment of plastic pipelines performance taking into account the influence of the environment [in Russian]. - Tblisi, 1993. - 7 p.
3. Djanibekov, T.M., Andrusenko, O.V. Numerical modeling of strain state of underground pipes to transport oil [in Russian] // Computational technologies, V. 9, Vestnik KazNU. Al-Farabi. Series mathematics, mechanics, computer science. - 2004. - No. 3 (42). - P. 176 -182.
4. Regei V.R., Slutsker A.I., Tomashevsky E.E. Kinetic nature of the strength of solids [in Russian]. - Moscow: Nauka, 1974. – 560 p.
5. Junisbekov T.M., Kestelman V.N., Malinin N.I. Relaxation in viscoelastic materials [in Russian]. - Almaty: Gylym, 1998. - 308 p.

Материал поступил в редакцию 09.12.19.

М.Т. Кейкиманова, А. Максат

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

ТҰТҚЫР ТАБАНДЫ МАТЕРИАЛДАН ЖАСАЛҒАН ЖЕРАСТЫ МҰНАЙ ҚҰБЫРЫНЫҢ КЕРНЕУЛІ ЖАЙ-КҮЙІН САНДЫҚ ЗЕРТТЕУ

Жұмыс қазіргі заманғы көкейтесті логистикалық мәселенің бірі - композициялық материалдардан жасалған мұнай және газ өнімдері мен әртүрлі агрессивтік орталарды тасымалдауға арналған сенімді әрі берік құбырлар дайындауға арналған. Тұтқырлы серпімді ортотропты материалдан жасалған жерасты мұнай құбырының кернеулі күйі шекті айырымды әдіспен зерттелген. Әртүрлі бағытта жылжу ядросының параметрлері анықталған. Құбырдың жылжу қисықтары алынған. Алынған тұтқыр серпімді ортотропты материалдан жасалған жерасты мұнай тасымалдаушы құбырларының есептеу бағдарламасы бойынша ядролардың жылжу параметрлері, құбырдың сыртқы және ішкі кернеуінің құбыр материалының тиімді сипаттамаларының компоненттері, геометриялық өлшемдері, қабаттар саны және құбырды арматуралау бұрышы, сызықтық кенею коэффициенті, мұнайдың динамикалық тұтқырлығы, құбырдың сыртқы және ішкі әсер ету күштері мен топырақ сипаттамалары анықталған.

Тірек сөздер: кернеулі-деформацияланған күй, композиттік материалдар, тұтқырлы серпімді ортотропты материал, жерасты мұнай құбыры.

М.Т. Keikimanova, A. Maksat

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

NUMERICAL STUDY OF THE STRESS STATE OF AN UNDERGROUND OIL PIPELINE MADE OF VISCOELASTIC MATERIAL

One of the most acute problems of modern logistics is the development of reliable and durable pipelines made of composite materials intended for the transportation of oil and gas products and other aggressive environments. The stress state of the underground oil pipeline made of viscoelastic orthotropic material is investigated by finite-difference method. Identified core creep in different directions. On the program of calculation of calculation of underground pipeline made of a viscoelastic orthotropic material variation: parameters of the kernels of creep, external and internal stress on the pipe, the effective components of the pipe material, geometrical dimensions, number of layers and angle of the reinforcement pipes, linear expansion coefficient, dynamic viscosity of oil, the external and internal force of pipe and soil.

Keywords: the stress-strain condition, composite materials, viscoelastic orthotropic material, underground pipeline.

Технологии продовольственных продуктов

ӘОЖ 664.6/.7

С. Әлтайұлы¹, С.Б. Ермакбаев², С.Ж. Абдиманпова³

¹Техн. ғылымдары д-ры, профессор, ²Техн. ғылымдары канд., доцент, ³Магистрант
С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., Қазақстан

Электрондық пошта: ¹sagimbek@mail.ru, ²seitkamal_ermekbaev@mail.ru,
³abdimanapova.saltanat@mail.ru

АРПА ДӘНДЕРІНЕН ТЕЗ ДАЙЫНДАЛАТЫН ЖАРТЫЛАЙ ФАБРИКАТ ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Мақалада арпа дәндерінен тез дайындалатын жартылай фабрикат өндіру технологиясын жетілдіру қарастырылған. Арпа дәнінен тез дайындалатын жартылай фабрикаттар өндірісінің технологиялық сұлбасы ұсынылған.

Тірек сөздер: жарма, жартылай фабрикат, арпа дәні, технологиялық сұлба, електер, қауыздау, сепаратор жүйелері, экструдирлеу, буып-түйу.

Қазіргі кезде қайта өңдеу өнеркәсібін қарқындету жолдарының бірі жаңа қалдықсыз технологияларды енгізу болып табылады. Бұл ауыл шаруашылығы шикізатын одан пайдалы компоненттерді неғұрлым толық ала отырып, қайта өңдеудің дәрежесі мен толықтығын арттыруды, сондай-ақ өндіріс қалдықтарын халық шаруашылығы айналымына тартуды көздейді.

Бүгінгі күні халықтың тамақтану рационында дәнді-дақылдар негізінде тез дайындалатын (пайдалануға дайын) өнімдердің, сондай-ақ диеталық, емдік-алдын алу өнімдерінің рөлі күрт өсті. Дәнді дақылдардың негізінде тез дайындалатын жартылай фабрикаттар негізгі тағамдық заттардың құрамы мен энергетикалық құндылығы бойынша жеткілікті толық теңдестірілген қазіргі заманғы дұрыс тамақтанудың түрі болып табылады.

Осыған байланысты дайын бұйымдардың номенклатурасын тұрақты кеңейтуді іске қосу қажет [1]. Бұл халықтың өсімдік ақуыздарын тұтынуының артуына, микроэлементтерді тұтынудың неғұрлым теңдестірілген рационына, яғни дұрыс тамақтануға әкеледі, ал екінші жағынан тамақ өндірісінің тұрақты өсуін қамтамасыз етеді және өсімдік шаруашылығы өнімін әртараптандыру мәселелерін шешуге мүмкіндік береді.

Сұлы жармаларынан, арпа мен жүгеріден алынатын тез дайындалатын жартылай фабрикаттар салауатты тамақтанудың заманауи түрі болып табылады, негізгі тағамдық заттардың құрамы бойынша жеткілікті толық теңдестірілген, энергетикалық құндылығы бойынша ішек микрофлорасының қалпына келуіне ықпал етеді, асқазан-ішек жолдарының бірқатар ауруларында, зат алмасуы бұзылғанда, жүрек-қантaмыр жүйесі ауруларында профилактикалық әсерге ие.

Мал шаруашылығы мен құс шаруашылығын дамыту барлық дәнді компоненттер мен қоспаларды пайдалана отырып, толыққұнды азықтарды өндіруді ұдайы ұлғайтуды талап етеді. Сондықтан құрама жем өндіру үшін қолда бар барлық шикізат ресурстарын, оның ішінде жарма өндірісінің қосалқы өнімдерін пайдалану басты мақсаттардың бірі болып табылады [2].

Қайта өңдеу кезінде бөлінетін қалдықтар - гүлді қабықтар, қауыз, сабан және басқа да жанама қалдықтар экологиялық таза, жоғары сапалы отын брикеттерін алу үшін шикізат болып табылуы мүмкін.

Тез дайындалатын жартылай фабрикаттарды, жемдік қоспаларды, құрама жемдерді және отын брикеттерін ала отырып арпа, сұлы және жүгеріні қайта өңдеу технологиясын жетілдіріп, отандық шикізат базасын пайдалану дәрежесін арттыруға және дәнді дақылдар мен олардың қалдықтары негізінде шығарылатын өнімнің ассортиментін кеңейтуге, сондай-ақ астықты қайта өңдеу процесінде алынатын жанама өнімдерді барынша көп қолданып өндіру есебінен өндірістің рентабельділігін арттыруға ықпал етеді [3].

Арпа дәнінен тез дайындалатын жартылай фабрикаттар өндірісінің технологиялық процесін ұйымдастыру. Әр кәсіпорында технологиялық процесс келесі операцияларға сүйене отырып жүзеге асырылуы тиіс: қайта өңдеудің осы түрі үшін бекітілген сұлба бойынша; қайта өңделетін астықтың технологиялық қасиеттерін ескере отырып, жекелеген машиналардың режимін дұрыс таңдау арқылы.

Арпа дәнін қайта өңдеудің технологиялық процесінің сұлбасын осы материалда келтірілген ұсынымдар негізінде әрбір кәсіпорынның шарттарына қатысты әзірлейді [3].

Технологиялық сұлба келесі ресурстарды неғұрлым тиімді пайдалануды қамтамасыз етуі тиіс: қайта өңделетін арпа дәнін; жабдықтарды, энергияны, сыйымдылықты және материалдарды; аппараттардың жұмыс істеу және жөндеу уақытын.

Технологиялық сұлба шекті дәлдікпен қолданыстағы технологиялық процесті және оның нақты коммуникациясын көрсетуі тиіс. Сұлбада міндетті түрде мына жайттар көрсетілуі қажет: жабдықты пайдалану реті, олардың саны мен маркасы; өнімдердің жабдыққа бағытталуы; технологиялық, көліктік және аспирациялық жабдықтардың негізгі техникалық сипаттамасы; коммуникациялық байланыс; барлық сыйымдылықтар, таразылар немесе шығын өлшегіштер, сынама алғыштар, магнитті колонкалар, өнімді буып-түйіп қаптайтын аппараттар.

Астық тазалау бөліміне берер алдында арпа дәнін міндетті түрде таразыда өлшеп алады. Астық тазалау бөлімінде арпа дәнін қоспалардан тазартады, сұрыптайды, ылғалдайды және бөктіреді. Ақтау бөлімінде арпа дәндерін ақтау, сұрыптау және қосалқы өнімдерін бақылау жүргізіледі [4,5].

Технологиялық процестің сұлбасында көзделген барлық жабдықтар жұмысқа қосылуы тиіс. Жекелеген жабдықтың режимі өңделетін астықтың сапасына байланысты белгіленеді. Жабдықтың белгіленген жұмыс режимін қызмет көрсетуші персонал сақтауы тиіс.

Жартылай фабрикаттарды өндіру 1-суретте келтірілген технологиялық сұлбаға сәйкес жүзеге асырылады. Арпаны қоспалардан тазарту үш рет сұрыптау арқылы жүргізіліп, тас бөлгіш машиналарында минералды қоспаларды бөліп алады, ұяшықтары 5 мм триерлерде тазартады, елеуіш машинасында және астық тазалағышта ұсақ фракцияны бақылаудан өткізеді.

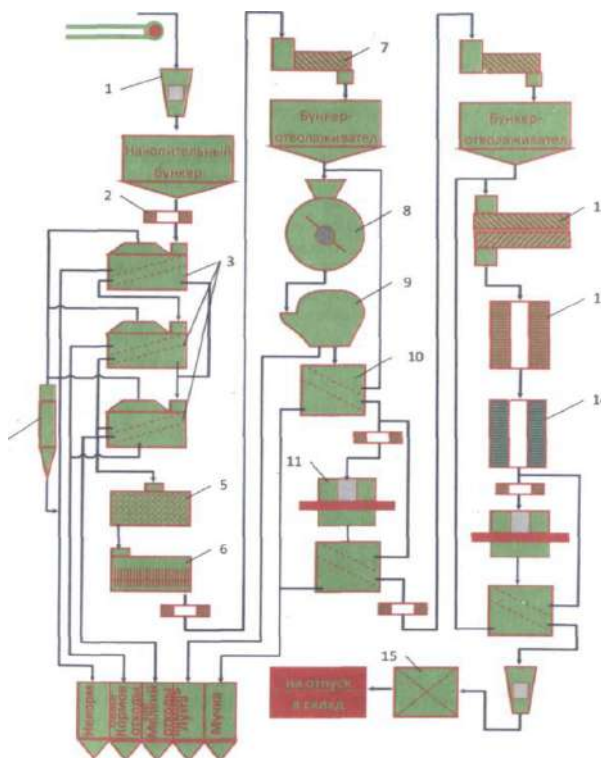
Електер тесіктерінің өлшемдері өңделетін партия астығының ірілігіне сәйкес орнатылуы тиіс. Ұсақ дәндерді тиімді бөлу үшін алғашқы екі сепараторлық жүйелерде саңылаулары $2,4 \times 20$ мм болатын төменгі електерді орнату ұсынылады. Өтіммен бөлінген ұсақ фракцияларды үшінші сепараторлық жүйеге бағыттайды, бұл жерде саңылаулары $2,2 \times 20$ мм елек арқылы ұсақ дәндерді елеп алады. Ұсынылған елек тесіктері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1

Сепаратор жүйелеріндегі електің ұсынылатын тесіктері

Сепараторлық жүйе	Елек тесіктерінің өлшемдері, мм		
	қабылдау	сұрыптау	төменгі елек
бірінші	015	$4,5 \times 20$	$2,4 \times 20$
екінші	010	$4,2 \times 20$	$2,4 \times 20$
үшінші	010	$2,2 \times 20$	1,6

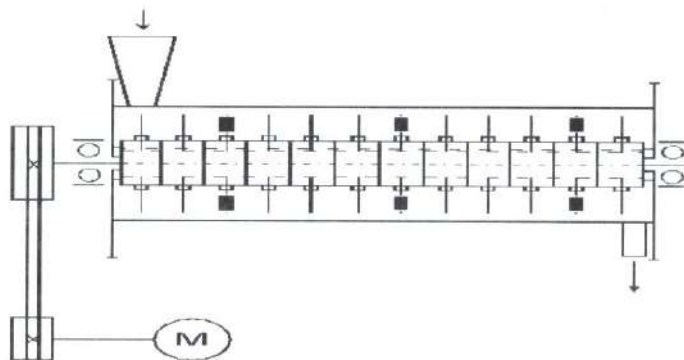
Жарма өңдеудің технологиялық процестері арпа дәні мен дайын өнімдегі күрделі құрылымдық, механикалық, физикалық-химиялық және биохимиялық өзгерістермен қатар жүреді [6,7]. Сондықтан, осы қасиеттердің өзгеру заңдылықтарын білу керек. Арпа дәнінен тез дайындалатын жартылай фабрикаттар өндірісінің технологиялық сұлбасы 1-суретте келтірілген.



1 - автоматты таразылар; 2 - магнитті сепаратор; 3 - сепаратор; 4 - циклон; 5 - тас бөлгіш машина; 6 - триер; 7 - ылғалдау машинасы; 8 - қауыздағыш; 9 - аспиратор; 10 - сұрыптау машинасы; 11 - ұсақтағыш; 12 - экструдер; 13 - кептіргіш; 14 - салқындату бағанасы; 15 - орау машинасы.

Сурет 1. Арпа дәнінен тез дайындалатын жартылай фабрикаттар өндірісінің технологиялық сұлбасы

Дәстүрлі түрде арпаны қауыздау зімпаралы обойкалық машиналарында төрт рет жүйелі өңдеу әдісімен жүргізіледі. Электр энергиясына жұмсалатын шығындарды төмендету және жарманың тағамдық құндылығын арттыру мақсатында арпаны қауыздауды сокқылау-уату машинасында жүргізу ұсынылады (2-сурет).



Сурет 2. Сокқылау-уату қауыздағышы

Сокқылау-уату машинасында қауыздауды тиімді жүргізу үшін арпа дәнін ылғалдандыру және бөктіру қажет. Тазартылғаннан кейін арпа дәндері ылғалданып (17% дейін) және бункерлерде (10 мин) бөктіріліп, кейіннен сокқылау-уатушы машинада қауыздалады. Сокқылау-уатушы машинадан кейін ақталмаған дәндердің мөлшері 5%-дан, ал ұсақталған дәндердің мөлшері 40%-дан аспауы тиіс [8]. Содан кейін ақталған өнімдерді қауыздан бөліп алып, ірілігіне қарай сұрыптайды. Аралық өнімдерді сұрыптау рассевтерде немесе сұрыптау машинасында жүзеге асырылады. Тесіктері $\varnothing 4,2$ мм болатын електердің сырғымасын қайта қауыздауға жібереді, ал өтімі арпа дәнінен тез дайындалатын жартылай фабрикаттар өндірісінің $\varnothing 4,2$ мм тесіктері бар елекке және №1 електің сырғымасы ұсақтауға түседі.

Ұсақтауды білікті станоктарында немесе балғалы ұсақтағыштарда жүзеге асыруға болады. Білікті станогының ұсынылатын жұмыс режимі: жылдам айналатын біліктің айналмалы жылдамдығы - 4 м/сек артық емес; жылдамдықтардың қатынасы - 2,5; білік тістерінің өзара орналасуы өткір-өткір; 1 см-ге келетін тістер саны – 4.

Ұсақтаудан кейін алынған өнімнен ұнтақты (№1 електің өтімі) бөліп алу үшін сұрыптайды және қайта ұсақтауға жіберу үшін ірі бөлшектерді (№3 електің сырғымасы) ажыратады.

Одан әрі алынған өнімді қарқынды ылғалдау машиналарында 22%-ға дейін ылғалдайды және бөктіру үшін бункерге жібереді. Бөктіру 20 минут ішінде жүзеге асырылады.

Бөктірілгеннен кейін өнім экструдирлеуге жіберіледі. Экструдердің ұсынылатын жұмыс режимі: температура – 110-130°C; шнектің айналу жиілігі 300-350 айн / мин.

Алынған экструдатты 50-60°C температурада қысқа мерзімді кептіруге жіберіп, кейіннен балғалы ұсақтағыштарда майдалап, салқындатады.

Ұсақталған экструдаттан ұнтақты бөліп алу үшін (№1 електің өтімі) және қайта ұсақтауға бағытталатын ірі бөлшектерді бөлу (ө3 електің сырғымасы) үшін сұрыптайды.

Алынған өнімді (ө3 електің өтімі және №1 електің сырғымасы) өлшейді және буып-түйеді.

Экструдирленген арпа жармасын өлшеп, қаптаған кезде полиэтилен немесе картон-қағаз негізіндегі тұтыну ыдысын пайдаланады.

Жармасы бар пакеттер мен бумаларды тасымалдау кезінде олардың сақталуын қамтамасыз ететін көліктік ыдысқа буып-түйеді.

Таңбалау ыдыстың әрбір бірлігіне салынады және онда мынадай мәліметтер болуы тиіс:

- дайындаушы кәсіпорынның атауы, орналасқан жері;
- өнімнің атауы, түрі, сорты;
- салмағы, нетто (кг.);
- өндіру немесе қаптау күні (жылы, айы, күні, ауысым нөмірі);
- өнімге нормативтік-техникалық құжаттама (НТК) белгілеу;
- сақтау мерзімі;
- дайындау тәсілі;
- 100 г өнімнің тағамдық және энергетикалық құндылығы (калориялылығы), ақуыз, май, көмірсулар туралы ақпарат.

Қоймада өнімді орналастыру және сақтау нормативтік-техникалық құжаттамаға сәйкес әрбір түрі, сорты және шығарылған күні бойынша жеке жүргізіледі.

Сақтау кезінде келесі шаралар жүргізілуі қажет:

- нормативтік-техникалық құжаттамада көзделген белгілері бойынша және мерзімдерде өнімнің жай-күйі мен сапасын тексеру;
- сыртқы ауаның температурасы мен салыстырмалы ылғалдылығына бақылау жүргізу.

Қорытынды. Арпа дәнінен алынатын тез дайындалатын жартылай фабрикаттар салауатты тамақтанудың заманауи түрі болып табылады. Бұл өнім негізгі тағамдық заттардың құрамы мен энергетикалық құндылығы бойынша жеткілікті толық теңдестірілген. Арпа дәнінен тез дайындалатын жартылай фабрикаттар өндірісінің технологиялық сұлбасы ұсынылды. Дәстүрлі технологиядан ұсынылған сұлбаның ерекшелігі: арпаны қауыздау электр энергиясына жұмсалатын шығындарды төмендету және жарманың тағамдық құндылығын арттыруға септігін тигізетін соққылау-уату машинасы пайдаланылды; соққылау-уату машинасының жұмыс режимдері тұрақтандырылды; арпадан тез дайындалатын жартылай фабрикаттар алу барысында жаңа гидротермиялық өңдеу режимдері белгіленді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ковальский, Л.П. Общая технология пищевых производств [Текст] / Л.П. Ковальский. - М.: Колос, 1997. - 320 с.
2. Антипов, С.Т. Тағам технологиясы техникасының жүйелі дамуы [Мәтін] / С.Т. Антипов, В.А. Панфилов, С.В. Шахов, Т.К. Кулжанов, А.И. Изтаев, С. Алтайұлы. - Алматы: "Издательство LEM" ЖШС, 2017. – 488 б.
3. Никифорова, Т.А. Рациональное использование вторичного сырья крупяных производств [Текст]: монография / Т.А. Никифорова. - Оренбург: ОГУ, 2015. – 140 с.
4. Әлтайұлы, С. Өсімдік шаруашылығы өнімдерін өңдеу технологиясы негіздері [Мәтін]: оқу құралы / С. Әлтайұлы. – Алматы: Білім, 2016. – 176 б.

5. ГОСТ 5784-60 Крупа ячменная. Технические условия (с Изменениями N 1-4) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200022301> / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.
6. Изтаев, Ә.І. Өсімдік шаруашылығы негізінде астықтану [Мәтін]: оқулық / Ә.І. Изтаев, Ермекбаев С.Б. – Алматы: 2014. – 416 б.
7. Гуляев, В.Н. Технология пищевых концентратов [Текст] / В.Н. Гуляев. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 208 с.
8. Ермекбаев, С.Б. Жарма өндірісінің технологиясы [Мәтін]: оқу құралы / С.Б. Ермекбаев. - Астана: С. Сейфуллин атындағы ҚАТУ, 2016. – 105 б.

REFERENCES

1. Kovalsky L.P. "General technology of food production" [in Russian] // М.: Kolos. 1997. - 320 p.
2. Antipov S.T., Panfilovsky V.A., Shakhov S.V., Kulzhanov T.K., Iztaev A.I., Altayuly S. [in Kazakh] // System development of food technology. - Almaty: LEM Publishing house LLP, 2017. - 488 p.
3. Nikiforova T.A. Rational use of secondary raw materials of large productions. [in Russian]: Monograph. - Orenburg: OSU, 2015. - 140 p.
4. S. Altayuly. Fundamentals of technology for processing plant products [in Kazakh]; Textbook / - Almaty: Bilim, 2016. - 176 p.
5. GOST 5784-60 "Barley Grits" [Text]. // Electronic Fund of legal and normative-technical documentation [Electronic resource].
6. Iztayev A., S.B. Yermekbayev, Grain field on the basis of crop production [in Kazakh]. – Almaty: 2014. -p. 416.
7. Gulyaev V.N. Technology of food concentrates [in Russian]. - М.: Light and food industry. - 1981. - 208 p.
8. Ermekbaev S.B. Technology of production of cereals [in Kazakh] Textbook / - Astana: KATU. S. Seifullina, 2016. - 105 p.

Материал редакцияға 23.01.20 түсті.

С. Әлтайұлы, С.Б. Ермекбаев, С.Ж. Абдиманпова

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

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
ПОЛУФАБРИКАТОВ БЫСТРОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ ИЗ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ**

В статье рассматривается совершенствование технологии производства полуфабрикатов быстрого приготовления из ячменя. Представлена технологическая схема производства полуфабрикатов быстрого приготовления из ячменя.

Ключевые слова: крупа, полуфабрикат, зерно ячменя, технологическая схема, сит, системы обжарки, сепаратор, экструдирование, упаковка.

S. Altayuly, S.B Yermekbayev, A.Zh. Abdimanapova

S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, Kazakhstan

**IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF SEMI-FINISHED
PRODUCTS OF FAST PREPARATION FROM BARLEY GRAIN**

This article discusses the improvement of the technology of production of semi-finished products of rapid preparation of barley. The technological scheme of production of semi-finished products of fast preparation from barley is presented.

Keywords: grits, semi-finished products, barley grain, flow chart, sieves, compression systems, separator, extrusion, packaging.

УДК 664.724

М.А. Якияева¹, А.И. Изтаев², М.М. Маемеров³

¹PhD, ²Д-р техн. наук, проф., акад. НАН РК, ³Д-р техн. наук, проф.
Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан
E-mail: ¹yamadina88@mail.ru, ²aelbekking@mail.ru, ³1711meles40@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НУТА СОРТА «ЭКАРДА ЭЛИТА», ОБРАБОТАННОГО ИОННЫМИ И ИОНООЗОННЫМИ ПОТОКАМИ

В работе исследованы влияния ионной и ионоозонной обработки в зоне кавитации на микробиологические показатели нута сорта «Экарда Элита». Определены содержания плесневых грибов в период длительного хранения. В результате исследования, доказано, что ионоозонная обработка в зоне кавитации снижает образование плесневых грибов и оказывает более благоприятное воздействие при хранении зернобобовых культур.

Ключевые слова: нут, ион, озон, кавитация, хранения, плесневые грибы, обработка.

Микроорганизмы в растениеводческую продукцию попадают разнообразными путями и если они попадают после уборки урожая в неблагоприятные условия хранения, то растениеводческая продукция быстро портится, в ней накапливаются вредные вещества – токсины, плесень и т.д., что снижает товарную ценность.

Решение данной проблемы состоит в применении озонной технологии. Практическое применение озонной технологии производилось в научно-исследовательской лаборатории пищевых и перерабатывающих производств Алматинского технологического университета, которая позволяет произвести очистку зерна, обеззараживание, повысить урожайность до 20%, приобрести хорошие посевные качества с наследственной передачей их потомству [1-3], а в послеуборочной обработке – получить очищенную растениеводческую продукцию, улучшить хлебопекарные качества пшеницы.

При санитарной озонной обработке уничтожаются болезнетворные микроорганизмы и вредные насекомые (колорадский жук, тля и т.д.).

В нашей лаборатории применение ионоозонной технологии позволило предотвратить в зернопродуктах распространение и деятельность микроорганизмов, образование плесени и их токсинов, получить чистые и качественные сырьевые компоненты, экологически чистый конечный продукт с повышенным качеством, увеличенным выходом, улучшением питательности и органолептических свойств с активизацией воздействия на белковые структуры и повышением усвояемости организмом аминокислот белков.

Наиболее интенсивно процессы ухудшения качества семян происходят в случае интенсивного развития микроорганизмов, для которых высокое содержание жира является благоприятной питательной средой. Снизить или избежать интенсивного развития микрофлоры можно только путем быстрого охлаждения партии и поддержанием заданного режима хранения [4].

Нами определены влияния условий и отдельных факторов на изменения микробиологических показателей нута «Экарда Элита». Результаты исследования показаны на рисунках 1,2 и в таблицах 1,2.

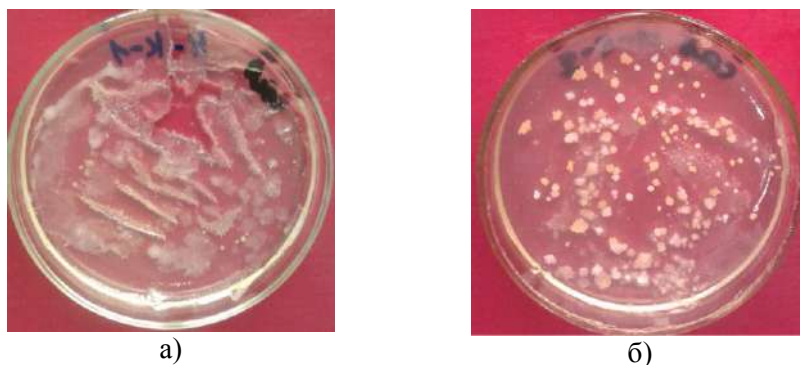


Рис. 1. Рост плесени и дрожжей контрольного образца нута «Экарда Элита»: а) образец с влажностью $\geq 14\%$; б) образец с влажностью $\geq 18\%$.

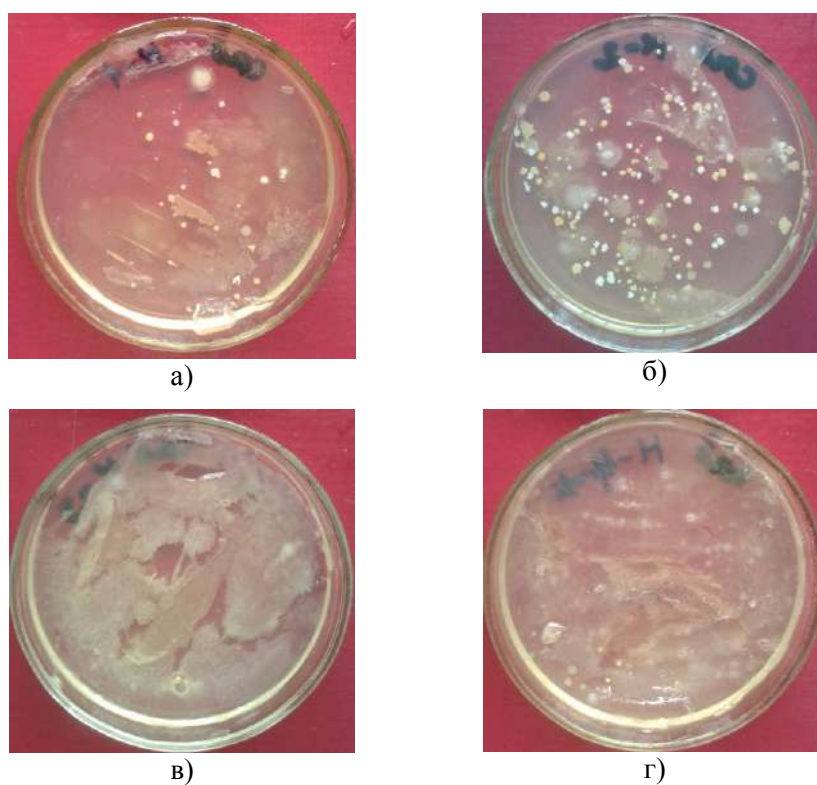


Рис. 2. Рост плесени и дрожжей обработанных образцов нута «Экарда Элита»: а) и б) образцы с влажностью $\geq 18\%$, соответствующие к факторам №1 и №2 опыта; в) и г) образцы с влажностью $\geq 14\%$, соответствующие к факторам №3 и №4 опыта

Таблица 1

Результаты экспериментов контрольных образцов нута «Экарда Элита»

Образцы	Плесневые грибы, КОЕ/г	Дрожжи, КОЕ/г
нут «Экарда Элита», влажность $\geq 14\%$ без обработки	Не обнаружено	72
нут «Экарда Элита», влажность $\geq 18\%$ без обработки	Не обнаружено	Сплошной рост

Из представленных данных таблицы 1 видно, что у контрольных необработанных образцах нута сорта «Экарда Элита» не обнаружены плесневые грибы, содержание дрожжей у образца с влажностью $\geq 14\%$ равно 72 КОЕ/г, а с влажностью $\geq 18\%$ наблюдалось сплошной рост дрожжей, которые способствует порчи зерна.

Нами были выполнены полнофакторные эксперименты 2^4 , составляющие 16-опытов, отличающиеся между собой, различным сочетаниям величин факторов по максимальными и минимальными уровнями. Результаты проведенных экспериментов по 2^4 – планом приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты полнофакторных экспериментов 2^4 после ионоозонной кавитационной обработки нута «Экарда Элита»

№ опыта	Факторы (x_i)				Изменения микробиологических показателей после обработки	
	Соотношение концентрации ионов (ед./см ³) к концентрации озона (мг/см ³), ед/мг	Избыточное давление (кавитация), ати	Влажность образцов до обработки, %	Время обработки, мин	Плесневые грибы, КОЕ/г	Дрожжи, КОЕ/г
	x_1	x_2	x_3	x_4	y_1	y_2
1	15000	4,0	18,0	20	Не обнаружено	Сплошной рост
2	125	4,0	18,0	20	7	Сплошной рост
3	15000	4,0	14,0	20	Не обнаружено	23
4	125	4,0	14,0	20	Не обнаружено	83
5	15000	4,0	18,0	10	Не обнаружено	102
6	125	4,0	18,0	10	Не обнаружено	Сплошной рост
7	15000	4,0	14,0	10	Не обнаружено	38
8	125	4,0	14,0	10	Не обнаружено	71
9	15000	1,0	18,0	20	Не обнаружено	Сплошной рост
10	125	1,0	18,0	20	Не обнаружено	Сплошной рост
11	15000	1,0	14,0	20	Не обнаружено	27
12	125	1,0	14,0	20	Не обнаружено	63
13	15000	1,0	18,0	10	Не обнаружено	97
14	125	1,0	18,0	10	Не обнаружено	Сплошной рост
15	15000	1,0	14,0	10	Не обнаружено	39
16	125	1,0	14,0	10	Не обнаружено	41

В результате исследования на основе данных таблицы 2 определены, что при низкой и высокой концентрации иона, озона и кавитации по микробиологическим показателям плесень не образуется после обработки, только в образце №2 обнаружены дрожжи в количестве 7 КОЕ/г.

Заключение. Ионноозонокавитационная обработка семян сортов зернобобовых культур благоприятно воздействует на улучшения семенных свойств при сухом состоянии с высокой концентрации ионов по сравнению озон с длительностью обработки до 10 мин. Также было доказано, что ионноозонная обработка уничтожает вредных микроорганизмов и блокирует рост плесени и дрожжей, при этом обеспечивает длительное хранение семян нута сорта «Экарда Элита».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биркгоф Г., Сарантонелло Э. Струи, следы и каверны. – М.: Мир, 1964. – 466с.
2. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочетова А.А. Пищевая химия. – СПб. – Питер, 2003. – 640 с.
3. Маемеров М.М., Изтаев А.И. Влияние дезинсекции озоновооздушной смесью на снижение жизнедеятельности вредителей и повышение качества зерна пшеницы // Доклады международного научно-практического семинара «Deutsch-russisches institut fur biomagnetische kybernetik und nanotechnologien». – Алматы, 2009. – №1. – С.93-101.
4. Маемеров М.М. Разработка метода ионноозоновооздушной стерилизации хранящегося заражённого зерна. // Ж. Известия Кыргызского Государственного технического университета им. И. Раззакова. – Бишкек, 2008. – №13. – С. 120-123.

REFERENCES

1. Birkhoff G., Sarantonello E. Streams, traces and caverns. - M.: Mir, 1964. – 466 p.
2. Nechaev A.P., Traubenberg S.E., Kochetova A.A. Food chemistry. - SPb. - Peter, 2003. – 640 p.
3. Mayemerov M.M., Iztaev A.I. The effect of ozone-air mixture pest control on reducing the activity of pests and improving the quality of wheat grain // Reports of an international scientific and practical seminar «Deutsch-russisches institut fur biomagnetische kybernetik und nanotechnologien». – Almaty, 2009. – №1. – P. 93-101.
4. Mayemerov M.M. Development of a method of ion-ozone-air sterilization of stored infected grain. // J. Izvestia Kyrgyz State Technical University. I. Razzakova. - Bishkek, 2008. – №13. – P. 120-123.

Материал поступил в редакцию 13.12.19.

М.А. Якияева, А.И. Изтаев, М.М. Маемеров

Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан

ИОНДЫ ЖӘНЕ ИОНООЗОНДЫ АҒЫНМЕН ӨНДЕЛГЕН НҮТТЫҢ «ЭКАРДА ЭЛИТА» СҰРЫПЫНЫҢ МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНІҢ ӨЗГЕРІСІ

Жұмыста нұттың «Экарда элита» сұрыпының микробиологиялық көрсеткіштеріне кавитация аймағында ионды, ионноозонды өңдеулердің әсері зерттелген. Ұзақ сақтау кезеңіндегі зендердің мөлшері анықталған. Зерттеу нәтижесінде кавитация аймағында ионноозонды өңдеу зендердің түзілуін

төмендететіні және дәнді-бұршақты дақылдарды сақтау кезінде жақсы ықпал ететіні белгілі болды.

Тірек сөздер: нұт, ион, озон, кавитация, сақтау, зең, өңдеу.

М.А. Yakiyayeva, A.I. Iztayev, M.M. Mayemerov

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

CHANGE OF MICROBIOLOGICAL INDICATORS OF CHICKPEA GRADE “ECARDA ELITE” PROCESSED BY ION AND ION-OZONE FLOWS

In the paper influences of ion and ion-ozone treatment in the cavitation zone on microbiological indices of the chickpea variety «Ekarda elita». We determined the content of mold in the long-term storage. As a result of study is proven that ion-ozone processing in the cavitation zone reduces the formation of mold and has a more favorable effect when storing leguminous crops.

Keywords: chickpeas, ion, ozone, cavitation, storage, mold, treatment.

УДК 664.66

Б. Аманжол¹, А.М. Саидов²

¹Магистрант, ² Аға оқытушы,

*А. Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті,
Қостанай қ., Қазақстан Республикасы*

Электрондық пошта: ¹hota-1996-96@mail.ru, ²muslim727@bk.ru

ОМЕГА – 3 ПОЛИҚАНЫҚПАҒАН МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫМЕН БАЙЫТЫЛҒАН НАН РЕЦЕПТУРАСЫН ӨЗІРЛЕУ

Мақалада полиқанықпаған май қышқылының концентратымен (ПҚМҚ) байытылған бидай нанын өндіру мәселесі қаралды. Омега-3 негізгі көзі ретінде қызғылт сары түсті майлы сұйықтық ПҚМҚ концентраты ұсынылған. ПҚМҚ концентратын алудың технологиялық сұлбасы келтірілген. Зерттеу жүргізіліп, ПҚМҚ-ның нан-тоқаш өнімдеріндегі пайдасы анықталды. Зерттеу барысында нанның негізгі рецептурасына ПҚМҚ концентраты, балық майының 0,5; 0,75 және 1% мөлшерінде енгізілді. ПҚМҚ-мен байытылған нан-тоқаш өнімдеріне органолептикалық бағалау жүргізілді. ПҚМҚ концентраты, балық майының ұн массасына 0,5% мөлшерді қосу ең оңтайлы және ұтымды болатындығы анықталып, бекітілді.

Тірек сөздер: нан-тоқаш өнімдері, полиқанықпаған май қышқылдары, ПҚМҚ концентраты, технология, рецепттеу.

Бүгінде полиқанықпаған май қышқылдары мен олардың біздің денсаулығымыз үшін пайдасы туралы көп айтылады, бірақ бұл заттардың не екенін бәрі де біле бермейді. Май қышқылы молекуласының көміртекті атомдар арасында бірнеше қос буындар бар болса полиқанықпаған болып саналады [1].

Май қышқылдары молекуладағы алғашқы қос байланыстың орналасуына байланысты омега-3 немесе омега-6 деп аталады. Айта кету керек, бұл заттар біздің ағзамызда синтезделмейді, олар тек тағаммен ғана түсуі мүмкін. Сондықтан дұрыс тамақтануға аса назар аудару маңызды. Омега-3 және омега-6 полиқанықпаған май қышқылдарының кешені F дәрумені деп аталады.

Тұрғындар рационнда омега-3 полиқанықпаған майлы қышқылдарынан (ПҚМҚ) жіті тапшылығы орын алып отыр, соның салдарынан өлім деңгейі 50% дейін жүрек-қан тамырлары ауруларының өсуі себебінен артып отыр. Көптеген зерттеулерге қарамастан, омега-3 ПҚМҚ кардиопротекторлық әсерінің нақты механизмі белгісіз. Алайда, олар кенеттен өлім қаупін аритмияны төмендету есебінен азайтады; антитромбалық әсер көрсете отырып, миокард инфаркты және инсульт қаупін кемітеді; қан тамырларының атеросклеротикалық өзгерістер процесін баяулатады; артериялық қысымды төмендетеді; қабынуға қарсы әсер етеді [2].

Тамақ өнімдері арасында келесі өнімдер омега-3 полиқанықпаған майлардың негізгі көздері болып табылады:

- балық, әсіресе майлы сорттар және басқа да теңіз өнімдері;
- өнген бидай;
- соя бұршақтары және тофу;
- қою жасыл жапырақты көкөністер;
- зығыр, арқан және соя сияқты өсімдік майлары;
- жаңғақ және зығыр тұқымдары [3].

Қалыпты денсаулықты сақтау үшін күн сайын әрбір адам 2-2,5 г май қышқылын алу қажет (бұл шамамен 2 ас қасық). Бұл ретте олардың ағзадағы оңтайлы арақатынасы үшін өсімдік тектес май қышқылдары көбірек болуы тиіс. Омега-3 май қышқылдарына осындай тәуліктік қажеттілікті рационды полиқанықпаған май қышқылдарының негізінде биологиялық белсенді қоспалармен толықтырусыз қамтамасыз ету қиын.

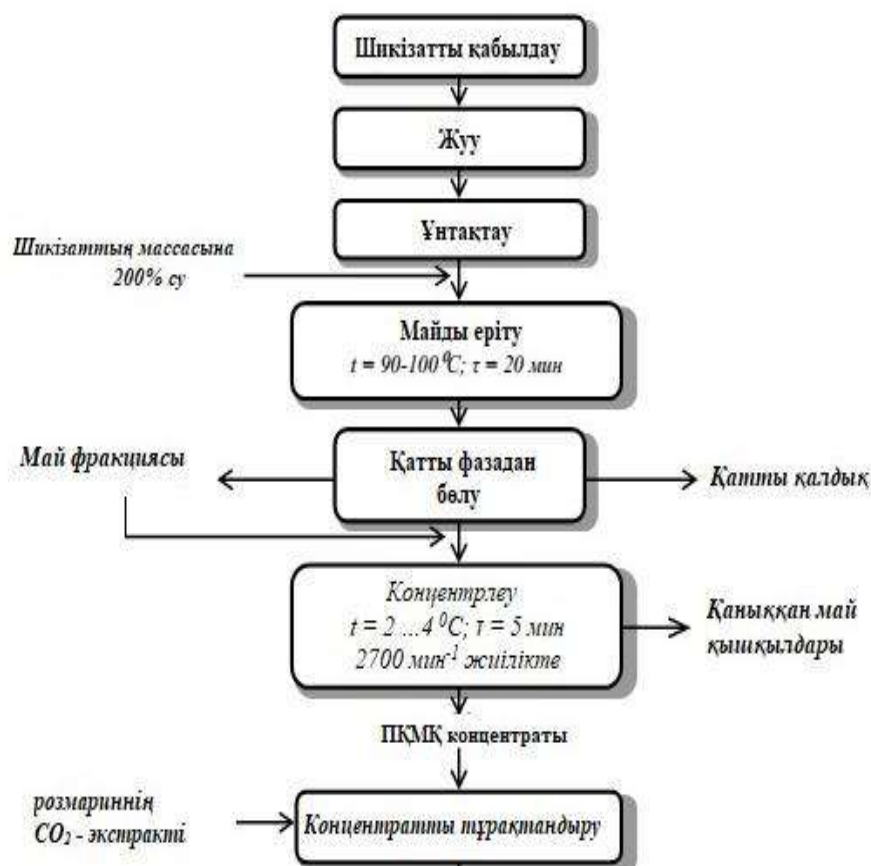
Осы мақсатта нан өнімдерін Омега-3 май қышқылдарымен байыту ұсынылады. Оларды нанға қосу қандай да бір себептермен омега-3 дәруменінің «дәріханалық» түрлерін қабылдай алмайтын немесе қабылдамайтын адамдар үшін омега-3 май қышқылдарының жетіспеушілігін толтырудың оңтайлы нұсқасы болуы мүмкін [4].

Зерттеу нысаны және әдістемесі. ПҚМҚ концентратын, одан әрі тағамдық өнімге байытатын қоспа ретінде пайдаланылған балық майын алу келесі технологиялық сұлба бойынша жүргізілді (1-сурет).

Клиникалық сынақтарды жүргізу арқылы тәулігіне 1 г эйкозапентаенован (ЭПК) және докозагексаенован (ДГК) қышқылдарын қолдану жүрек-қан тамырлары ауруымен зардап шегетіндерде кенеттен өлім жағдайларының туындауының 30%-ға қысқаруына ықпал ететіні анықталды.

2003 жылы Америка кардиологиялық қауымдастығы (American Heart Association) жүрек-қан тамырлары ауруларының алдын алу мақсатында аптасына кемінде 2 рет майлы тұқымды балықтарды қолдануды ұсынды, бұл 0,5 г ЭПК мен ДГК мөлшерімен сәйкес келеді.

РАМН Тамақтану Институтының (2004 ж.) әдістемелік ұсынымдарында омега-3 майлы қышқылдарды тұтынудың тәуліктік деңгейі – 1 г деп көрсетілген.



Сурет 1. PQMK концентраты, балық майын алудың технологиялық сұлбасы

Алынған концентратты функционалдық өнімнің белсенді компоненті ретінде пайдалану мақсатында бидай наны таңдалды. Нанның таңдалу себебі, оның күнделікті жаппай тұтынылатын, тұрғындардың барлық тобы қолданатын өнім екендігімен түсіндіріледі. Қазақстанда нан-тоқаш өнімдерінің ассортименті алуан түрлілігімен сипатталады, алайда, емдік-профилактикалық тағамға арналған өнімдер жеткіліксіз [5].

Зерттеу нәтижелері. 1-кестеде PQMK концентраты балық майымен байытылған бидай нанының рецептурасы келтірілген. Нанның ерекше иісі мен дәмінің болмауы үшін стандартты қалыптық нанның негізгі рецептурасына PQMK концентраты, балық майы үн массасына 0,5; 0,75 және 1%-дан көп емес мөлшерде енгізіледі, ол адамның қалыпты денсаулығын сақтау үшін жеткілікті мөлшер болып табылады.

Алынған нан-тоқаш өнімдерін органолептикалық көрсеткіштер –дәмі мен иісі бойынша бағалау үшін, мынадай сипаттамалар пайдаланылды: "тәндік", "үйлесімді"; "тәтті", "тұздалған", "шөпті", "балықты".

Әрбір белгіні бағалау бес балдық шкала бойынша жүргізілді: 0 - белгінің толық болмауы, 1 - сәл сезілетін, 2 - әлсіз білінетін, 3 - орташа білінетін, 4 - қатты білінетін, 5 - өте айқын білінетін [6]. Нәтижесінде бидай наны үлгілерінің дәмі мен иісінің профилограммасы 3-ші және 4-суреттерде ұсынылды. 2-суретте дайын нанның үлгілері көрсетілген.

Кесте 1

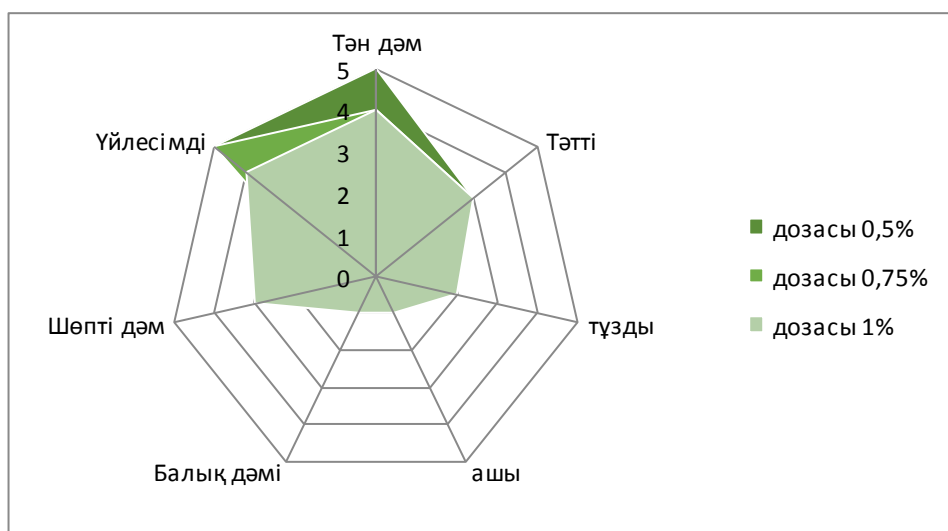
Бидай нанының рецептуралары

Құрамы	Мөлшері			
	Бақылау нысаны	0,5%	0,75%	1%
1-сұрыпты бидай ұны, г	400	400	400	400
Ауыз су, г	270	268	267	266
Нан пісіруге арналған құрғақ ашытқы, г	5	5	5	5
Ас тұзы, г	6	6	6	6
ПҚМҚ концентраты, г	-	2	3	4
Барлығы, г	681	683	683	683



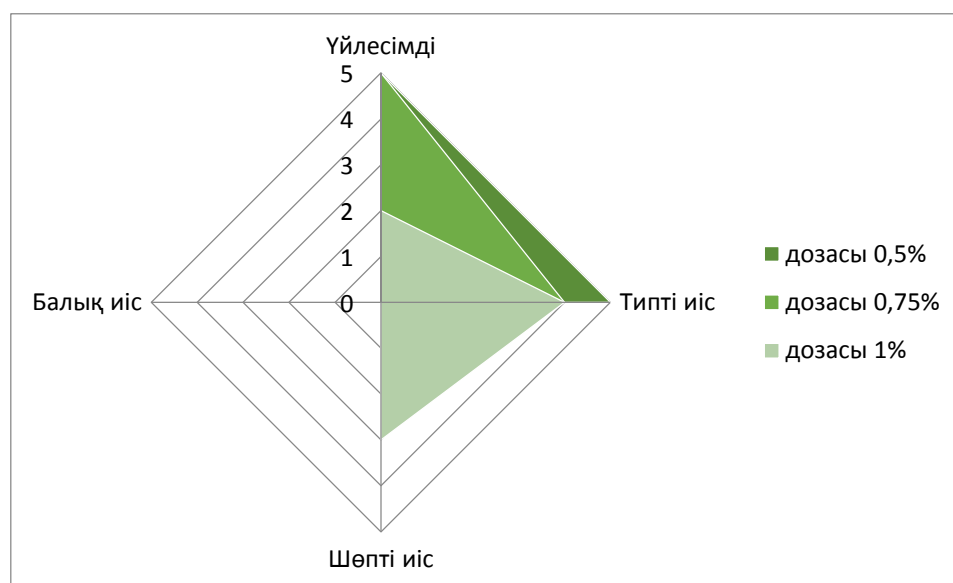
Бақылау нысаны 0,5% 0,75% 1%

Сурет 2. Дайын нан үлгілері



Сурет 3. ПҚМҚ концентраты, балық майы қосылып дайындалған бидай наны үлгілері дәмінің диаграммасы

Диаграммалардан көрініп тұрғандай, ПҚМҚ концентраты, балық майымен бидай нанын байыту, дайын өнімнің салмағына 0,5 және 0,75% мөлшерінде оның органолептикалық сипаттамасына аз әсер етеді.



Сурет 4. ПҚМҚ концентраты, балық майы қосылып дайындалған бидай наны үлгілері иісінің диаграммасы

Нанның бірінші үлгісінде (0,5%) осы өнімге тән дәмі мен иісі, бөтен белгілерсіз білінеді. Екінші үлгіде (ПҚМҚ концентратының 0,75%) қызғылт дәм мен розмарин иісі сезілді, олар жалпы алғанда, теріс қабылданбады. 1% концентраты бар нанның үлгілерінде дәмі мен розмариннің иісі неғұрлым айқын байқалады, сонымен қатар бұл ретте балықтың иісі әрең сезіледі.

Қорытынды. Осылайша, функционалды қасиеттері бар бидай нанын өндіру үшін ПҚМҚ концентраты балық майының ұн массасындағы мөлшері 0,5% қабылдануы мүмкін. Есептелер көрсеткендей, ПҚМҚ концентраты балық майының 0,5% қосылған нанды тұтыну адам ағзасының омега-3 ПҚМҚ-на тәуліктік қажеттілігін қанағаттандыра алады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Аманжол, Б. Обогащение хлебоулучочных изделий полиненасыщенными жирными кислотами Омега – 3 [Текст] / Б. Аманжол, А.М. Саидов, В.Л. Смолякова // Журнал «Наука» – Костанайский инженерно-экономический университет им М. Дулатова. – Костанай. - 2018. - № 3. С.34-39.
2. Говорин, А.В. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты в лечении больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями [Текст] / А.В. Говорин, А.П. Филев // Рационал. фармакотерапия в кардиологии. - 2012. - №8. - С.95-102.
3. Гладышев, М.И. Незаменимые полиненасыщенные кислоты и их пищевые источники для человека [Текст] / М.И. Гладышев // Журн. Сибир. федерал. ун-та. Биология. - 2012. Т. 4, - № 5. – С.352-386.
4. Байдалинова, Л.С. Природные антиоксиданты флавоноидной природы в технологии мясных полуфабрикатов [Текст]: монография /Л.С. Байдалинова, Я.И. Шарыгина. – Калининград, 2012. – 239 с.
5. Попова, И.Ю. О применении сверхкритических углекислотных экстрактов из растительного сырья в качестве антиоксидантных добавок [Текст] / И.Ю. Попова, Н.В. Сизова, А.Р. Водяник // Рынок БАД. – 2003. – №4. – С.20-22.
6. Родина, Т.Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров [Текст] / Т.Г. Родина. - М., 2004. – 206 с.

REFERENCES

1. Amanzhol, B. Enrichment of bakery products with omega-3 polyunsaturated fatty acids [in Russian] / B. Amanzhol, A.M. Saidov, V.L. Smolyakova // Journal "Science" - Kostanai Engineering and Economic University named after M. Dulatov. - Kostanay. - 2018. - No. 3. P.34-39.
2. Govorin, A.V. Omega-3 polyunsaturated fatty acids in the treatment of patients with cardiovascular disease [in Russian] / A.V. Govorin, A.P. Filev // Rational pharmacotherapy in cardiology. - 2012. - No. 8. - P.95-102.
3. Gladyshev, M.I. Essential polyunsaturated acids and their food sources for humans [in Russian] / M.I. Gladyshev // Journal. Siberia federal un-that. Biology. - 2012.V. 4, - No. 5. - P.352-386.
4. Baydalinova, L.S. Natural antioxidants of a flavonoid nature in the technology of semi-finished meat products [in Russian]: monograph / L.S. Baydalinova, I.I. Sharygin. - Kaliningrad, 2012. - 239 p.
5. Popova, I.Yu. On the use of supercritical carbon dioxide extracts from plant materials as antioxidant additives [in Russian] / I.Yu Popova, N.V. Sizova, A.R. Vodyanik // BAA market. - 2003. - No. 4. - P.20-22.
6. Homeland, T.G. Sensory analysis of food products [in Russian] / T.G. Homeland. - M., 2004. - 206 p.

Материал редакцияга 14.03.20 түсті.

Б. Аманжол, А.М. Саидов

*Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова,
г. Костанай, Республика Казахстан*

**РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБА ОБОГАЩЕННОГО
ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫМИ ЖИРНЫМИ КИСЛОТАМИ ОМЕГА – 3**

В статье рассмотрен вопрос производства пшеничного хлеба, обогащенного концентратом ПНЖК. В качестве источника Омега -3 предложен концентрат ПНЖК, представляющий собой маслянистую жидкость оранжевого цвета. Приведена технологическая схема получения концентрата ПНЖК, установлена ее польза в составе хлебобулочных изделий. В ходе исследования в базовую рецептуру хлеба внесен концентрат ПНЖК- рыбий жир в количестве 0,5; 0,75 и 1% к массе муки. Проведена органолептическая оценка хлебобулочных изделий, обогащенных ПНЖК. Установлено, что наиболее оптимальным и рациональным является внесение концентрата ПНЖК- рыбий жир 0,5% к массе муки.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, полиненасыщенные жирные кислоты, концентрат ПНЖК, технология, рецептура.

B. Amanzhol, A.M. Saidov

Kostanay State University named after A. Baitursynov, Kostanay, Kazakhstan

**DEVELOPMENT OF THE RECIPE FOR BREAD ENRICHED BY
POLYUNSATURATED OMEGA FATTY ACIDS - 3**

This article addresses the issue of the production of wheat bread enriched with PUFA concentrate. The characteristic of polyunsaturated fatty acids. It is noted that a lack of omega-3 in the human body can lead to numerous diseases. The source of Omega-3 proposed concentrate of PUFA, which is an oily orange liquid. A flow chart for the production of PUFA concentrate is given. A study and identified the benefits of PUFA in bakery products. During the study, PUFA concentrate, fish oil in an amount of 0.5; 0.75

and 1% by weight of flour. An organoleptic evaluation of baked goods fortified with PUFA was carried out. It was found that the most optimal and rational will be the introduction of PUFA concentrate, fish oil 0.5% by weight of flour.

Keywords: bakery products, polyunsaturated fatty acids, PUFA concentrate, technology, recipe.

UDC 664.7

K.F. Shaykhetdinova¹, A.M. Saidov²

¹Student, ²Senior Lecturer

Kostanay State University named after A. Baitursynov, Kostanay, Republic of Kazakhstan

E-mail: ¹shaykhetdinovakarina@gmail.com, ²muslim727@bk.ru

PROSPECTS FOR THE PRODUCTION OF A NEW TYPE OF WHEAT FLOUR OF INCREASED FOOD VALUE

The article presents the results of studies to justify the use of finely divided bran to improve the nutritional value of wheat flour. The analysis of the anatomical parts of the grains, the percentage of proteins, fats and carbohydrates, the content of vitamins and minerals. Established the possibility of installation on the mill crusher for fine dispersion of bran in the volumes necessary of industrial production. In general, a theoretical and economic justification is given for the production of flour of increased nutritional value and improved quality from mixtures of varietal flour with finely divided branes with preservation in it of all biologically valuable substances contained in the whole wheat grain.

Keywords: wheat flour, nutritional value, anatomical parts of grain, flour production, whole grain flour, economic efficiency

The modern milling industry in the production of wheat flour uses mainly the central part of the grain, and the peripheral parts of the grain fall into the bran. As you know, biologically valuable substances are distributed unevenly in different morphological parts of the grain. Rich in protein and vitamins - the aleurone layer and the germ are mostly removed. The flour in this case consists of a sufficiently finely dispersed endosperm [1].

The nutrition of the population of industrialized countries is characterized by insufficient consumption of plant fibers, which leads to the so-called "diseases of civilization", such as diabetes mellitus, atherosclerosis, coronary heart disease. Wheat grain, in its original form, contains a large amount of dietary fiber, which have a favorable physiological effect on the human body [2].

Fiber is effective in treating diabetes by lowering glucose levels along with insulin therapy. Eating bread with a high fiber content can significantly reduce weight in obese people. Fibers are antitoxic components of food, as they bind carcinogens and reduce their harmful effects on the human body [3].

Almost all parts of the grain are contained in whole wheat flour, however, it is coarse flour and therefore most of the biologically valuable substances concentrated in the rough shells of cells are not absorbed by the human body [4].

The most complete chemical composition is wallpaper flour, however, when processing grain, some morphological parts of the grain containing biologically valuable substances are lost [5].

To preserve the majority of grain nutrients in flour, it is necessary to create optimal conditions for its processing. It is obvious that flour obtained from whole grains under optimal grinding conditions will have a high content of nutrient components.

The aim of the work was the rationale for the use of finely chopped bran to increase the nutritional value of wheat flour.

The fruit and seed membranes are high in fiber and hemicellulose. Of the vitamins in the shells, pyridoxine (B6) - 12% and pantothenic acid (B3) - 9% are present.

The embryo contains about 60% of the vitamins of whole wheat grains, which are mainly represented by B1 B2, B3, PP and group E. In the aleurone layer, approximately 80% of niacin (PP) and 60% of pyridoxine (B6) of the total grain content.

About 90% of the total amount of thiamine is present in the embryo shield and in the aleurone layer. In addition, the fetus and its shield are carriers of the most valuable vitamin E [6].

Wheat flour loses many nutrients in the grinding process (Fig. 1).

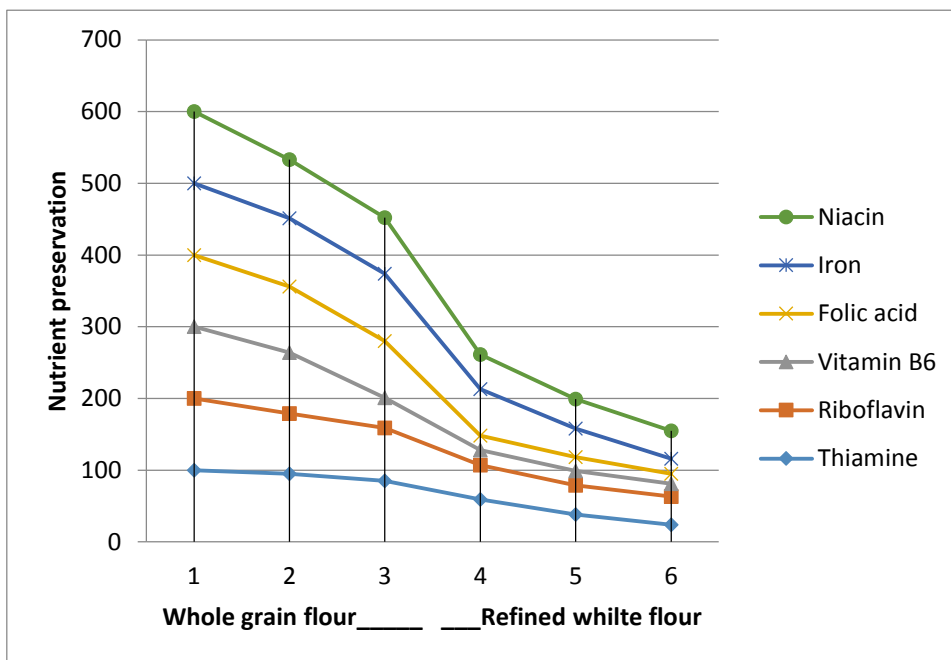


Figure 1. Nutrient content in whole grain and regular flour

In this regard, there was a need for the preparation of a special grade flour with fine grinding of all parts of the grain. Adding finely ground bran to wheat flour will allow to obtain a product that is close in chemical composition to whole grain.

The destruction of the cells of the peripheral layers allows you to release their contents, rich in protein substances, essential amino acids and also ballast substances [7].

The complexity of the fine dispersion of whole wheat grain is due to the heterogeneity of the mechanical properties of different anatomical parts of the grain.

The main disadvantage of existing equipment for grinding grain is that in each of the structures one of the methods of influence is mainly used, while for grinding material, which is heterogeneous in structure and physico-mechanical properties, which is whole grain, it is necessary to use a complex various grinding effects.

For these reasons, we chopped the bran in a Rucca M-Series laboratory bead mill with a “finger” type of rotor (Fig. 2).



Figure 2. Rucca M bead mill with finger type rotor

Rucca is a leader in the manufacture of laboratory equipment for dispersing and grinding. The special design of the mill allows the use of beads up to 0.1 mm and a finer grinding product. The integrated cooling system ensures a stable temperature in the grinding chamber.

After grinding bran and their subsequent mixing with marketable flour, the fractional composition of the initial and ground bran, as well as flour, consisting of a mixture of varietal wheat flour with finely dispersed bran was determined (Table 1).

Table 1

The fractional composition of bran and a new type of flour with finely dispersed bran

Particle size, microns	The content of particles, in%		
	In flour from mixtures of varietal wheat flour with finely dispersed bran	In wheat bran	
		Before chopping	After chopping
0-40	40	-	35
41-70	20	-	20
71-140	34,5	-	38
141-160	0,5	-	4
161-250	3	-	2
251-315	2	5,5	1

316-400	-	7,1	-
401-500	-	10	-
501-600	-	5	-
601-710	-	13	-
711-900	-	20	-

In the crushed bran, the cells of the subaleurone layer also underwent destruction. Macronutrients that make up bran become available for absorption by the human body, which, therefore, increases the nutritional value of products.

Flour of a new type has a higher specific surface index (Figure 3) compared with other samples, which indicates its higher degree of dispersion, as well as a greater degree of damage to starch.

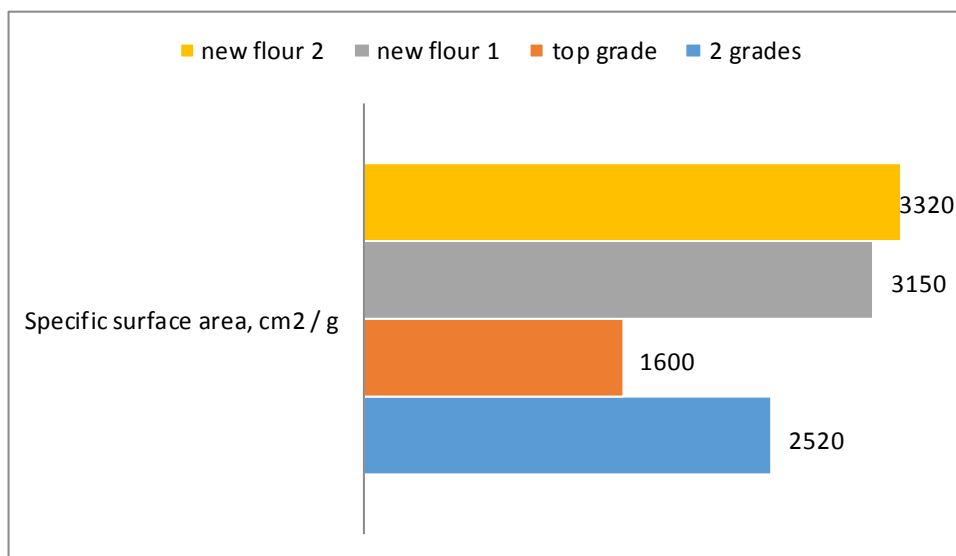


Figure 3. Comparative characteristics of the specific surface area of flour

Flour of a new type is characterized by increased water absorption capacity. CHD depends on a number of factors: the degree of dispersion of the flour, the content of mechanically damaged starch grains in the flour, and the quality of gluten.

Qualitative indicators of gluten in the compared samples of flour are very close. Therefore, an increase in the CHD of a new type of flour is due to the presence of a large number of finely chopped particles in it and significant damage to starch; more complete swelling of these colloids requires more water.

An organoleptic evaluation of flour during storage showed that it does not change its color and smell; no signs of rancidity were found. The economic effect of this project is to increase raw materials due to the use of bran in the food industry, which is currently mainly a component of animal feed.

For the industrial production of a new type of flour, it is necessary to install dispersants in the mills, on which bran will be subjected to additional fine grinding. One of such special industrial machines is the disintegrator-grinder-UPK 18 of AltaiStroyMash. The cost of such a disperser in a complete set will be 4.980.000 tenge.

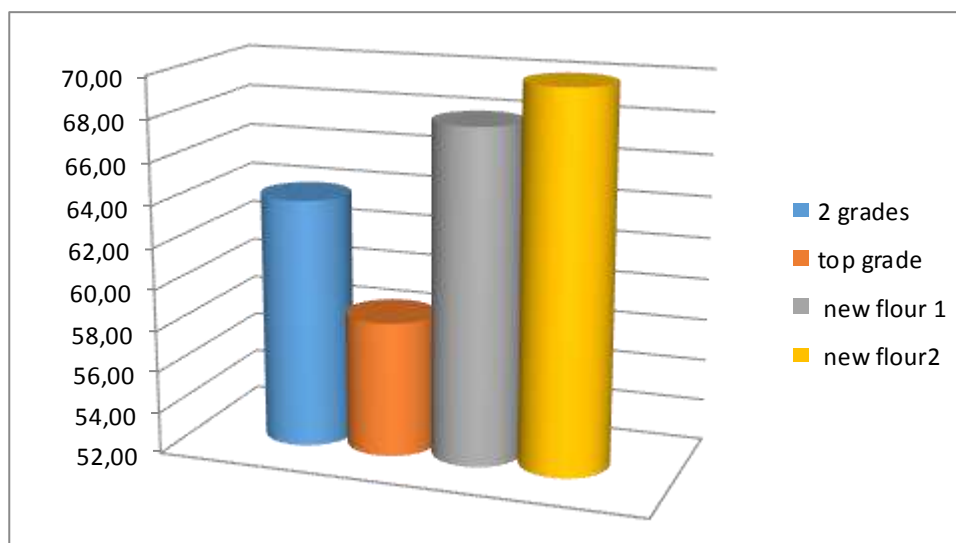


Figure 4. Comparative characteristics of the water absorption capacity of flour



Figure 5. The grinding complex with the disintegrator-grinder-UPK 18 of AltaiStroyMash company

The profit from the sale of a new type of flour, in comparison with the classical technology of flour milling, will be significantly higher, since a ton of bran, which is usually sold for 20 thousand tenge, after the necessary processing will be part of the flour and its price will rise at least 5 times.

Conclusions. As a result of the studies, it was established that it is possible in principle to obtain finely dispersed flour with the chemical composition of whole wheat grains, as well as the possibility of installing an industrial crusher in a mill for fine dispersion of bran in volumes necessary for industrial production

The production of flour of increased nutritional value and improved quality from mixtures of wheat varietal flour with finely dispersed bran will allow more rational use of grain resources and produce flour that will be better than regular wheat flour in all indicators of quality and nutritional value.

REFERENCES

1. Chebotarev O. N Tehnologiya muki, krupyi i kombikormov [Flour, cereal and combination feed technology]/ [in Russian] O. N Chebotarev, A. Yu. Shazzo, Ya. F. Martynenko. - M.: IKTs "MarT"; Rostov n/D: Izdatelskiy tsentr "MarT", 2014. - s 68-73.
2. Dulaev V.G, Obogaschenie pshenichnoy hlebopekarnoy muki suhoj kleykovinoy na mukomolnyih zavodah [Fortification of wheat baking flour with dry gluten in flour mills]/ [in Russian] V.G.Dulaev // Hleboproduktyi. - 2004. - # 10. - s.32-34
3. Kazaryan R. V. Povyishat pischevuyu tsennost pischevyyh produktov [Increase the nutritional value of food]/ [in Russian] R.V. Kazaryan, N.S. Arutyunyan/ Pischevaya promyshlennost. -2000. # 9. s.27- 28
4. Pokrovskiy A. A. O biologicheskoy i pischevoy tsennosti produktov pitaniya [On the biological and nutritional value of food]/ [in Russian] A.A Pokrovskiy// Vopr. pitaniya.-2008.-#3.- s.25-39
5. Denisova T.B., Povyishenie kachestva muki [Improving the quality of flour]/ [in Russian] T.B. Denisova// Hleboproduktyi. - 2005. - # 4. - s.36-38
6. Mostovoy A. M. Melnitsa bez nedostatkov [Mill without flaws]/ [in Russian] A.M. Mostovoy P.E. Zhabin // Hleboproduktyi. - 2005. - # 4, 5. - s.39-43
7. Spirichev, V.B. Obogaschenie pischevyyh produktov vitaminami i mineralnyimi veschestvami. Nauka i tehnologiya [Enrichment of foods with vitamins and minerals]/ [in Russian] V.B. Spirichev, J.I.H. Shatnyuk, V.M. Poznyakovskiy. Novosibirsk: Sib. univ. izd-vo, 2004. – s.267-273

Material received at 14.03.20.

К.Ф. Шайхетдинова, А.М. Саидов

*А. Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті,
Қостанай қ., Қазақстан Республикасы*

ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ БИДАЙ ҰНЫНЫҢ ЖАҢА ТҮРІН ӨНДІРУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Мақалада бидай ұнының тағамдық құндылығын арттыру үшін жұқа ұсақталған кебекті пайдалануды негіздеу бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Дәннің анатомиялық бөліктеріне, ондағы ақуыздардың, майлар мен көмірсулардың пайыздық арақатынасына, дәрумендер мен микроэлементтердің құрамына талдау жүргізілді. Өнеркәсіптік игеру үшін қажетті көлемде кебекті жұқа диспергирлеу үшін диірменде өнеркәсіптік ұсақтағышты орнатудың принципті мүмкіндігі анықталды. Жалпы алғанда, тағамдық құндылығы жоғары ұнды өндіру және сапасы жақсартылған сұрыпты ұн қоспасынан жұқа ұсақталған кебекті барлық биологиялық құнды заттарды сақтай отырып, тұтас алғанда бидай дәніне негізделген теориялық және экономикалық негіздеме берілді.

Тірек сөздер: бидай ұны, тағамдық құндылығы, астықтың анатомиялық бөліктері, ұн өндірісі, тұтас дәнді ұн.

К.Ф. Шайхетдинова, А.М. Саидов

*Костанайский государственный университет имени А. Байтұрсынова,
г. Костанай, Республика Казахстан*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА НОВОГО ВИДА ПШЕНИЧНОЙ МУКИ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ

В статье приведены результаты исследований по обоснованию использования тонкоизмельченных отрубей для повышения пищевой ценности пшеничной муки. Проведен анализ анатомических частей зерновки, процентного соотношения в них белков, жиров и углеводов, содержания витаминов и микроэлементов. Установлена принципиальная возможность установки на мельнице промышленной дробилки для тонкого диспергирования отрубей в объемах, необходимых для промышленного освоения. В целом дано обоснование производства муки повышенной пищевой ценности и улучшенного качества из смесей сортовой муки с тонкоизмельченными отрубями с сохранением в ней всех биологически ценных веществ, заключенные в целом зерне пшеницы.

Ключевые слова: мука пшеничная, пищевая ценность, анатомические части зерна, производство муки, цельнозерновая мука

УДК 637.1

**А.Б. Есенова¹, Ф.Т. Диханбаева²,
Ж.Ж. Смаилова³, Г.С. Жунусова⁴**

¹Докторант PhD, ²Д-р техн. наук, ³Канд. техн. наук, ⁴Канд. техн. наук

^{1,2}Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

³Казахский университет технологии и бизнеса, г. Нур-Султан, Казахстан

⁴Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата,
г. Кызылорда, Казахстан

Электронная почта: ¹essenova_06.07@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА

В работе представлены сравнительный анализ физико-химических показателей и биологической ценности по аминокислотному составу верблюжьего молока (*Camelus dromedarius*) Алматинской области и верблюжьего молока гибридов Мангистауской области, полученные от фермерских хозяйств данных областей. Анализ по аминокислотному составу верблюжьего молока проведен методом высокоэффективной жидкостной хроматографии спектрофотометрическим детектором. На основе исследований аминокислотного состава, проведен расчет биологической ценности белковой составляющей верблюжьего молока, методом аминокислотного скор. Данный метод позволяет оценить соответствие содержания незаменимых аминокислот в исследуемом белке, относительно содержания незаменимых аминокислот в эталонном белке.

Ключевые слова: верблюжье молоко, биологическая ценность по аминокислотному составу, аминокислотный скор.

Введение. Белки молока уникальны по составу, структуре и пищевому значению. В природе нет белков, подобных молочным. Они биологически полноценны и полностью удовлетворяют потребности человека в аминокислотах, поэтому аминокислотный состав молока принят как эталон для установления биологической ценности других пищевых белков [1].

С химической точки зрения, белки молока выполняют роль пластического материала, при их расщеплении образуются аминокислоты, участвующие в построении новых клеток, в образовании ферментов, гормонов, антител и др. биологически активных веществ. Молоко в первую очередь удовлетворяет потребности организма в дефицитных аминокислотах, без которого не могут быть построены молекулы белков [2].

В природе встречается около 300 аминокислот. С точки зрения питания выделяют:

- незаменимые (валин, лейцин, фенилаланин, изолейцин, метионин, триптофан, треонин, лизин);
- частично заменимые (аргинин и гистидин);
- заменимые (аланин, аспаргин, аспарагиновая кислота, глицин, серин, глутамин, пролин, тирозин, глутаминовая кислота, цистеин) аминокислоты [3].

Впервые исследование аминокислотного состава верблюжьего молока проводилось в 1960 году П.В. Кугеневым и М.Н. Медведевой методом хроматографии на бумаге. По результатам их исследования в белках верблюжьего молока было обнаружено 13 аминокислот из 20 (в %): аргинина - 4,6; аланина - 3,4; лизина+гистидина - 10,0; фенилаланина - 4,1; метионина - 3,9; серина - 6,1; треонина - 4,5; лейцина+изолейцина - 21,0; глутаминовой кислоты - 6,2; глицина - 0,6 [4].

В Казахстане, впервые белки молока бактрианов в течение лактационного периода исследовал К.А. Кудабаев, по его данным были обнаружены 14 аминокислот. Он дополнил данные П.В. Кугенева и М.Н. Медведевой цистеином в количестве 0,55% [5].

Результаты отдельного исследования аминокислотного состава казеина и сывороточных белков молока двугорбых верблюдов З.С. Сеитова и К.Ж. Сыман показали, что казеин и сывороточные белки верблюжьего молока по количественному содержанию незаменимых и заменимых аминокислот не отличаются друг от друга 38,56 г и 39,41 г [6].

По данным El-Agamy в верблюьем молоке содержатся (в г/100 г): 50,46 г незаменимых и 56,13 г заменимых аминокислот [7].

По материалам Mehaia M.A. и др. в белке верблюжьего молока были определены аминокислоты (в г / 100 г): глутаминовая кислота - 19,46; пролин - 11,12; лейцин, 9,53; валин 6,87 и лизин 7,08 [8].

Результаты работы Zahar и др. по исследованию содержания аминокислотного состава верблюжьего молока показали следующие (г/100 г): аланин - 3,05; аргинин - 3,15; аспарагин - 7,65; глицин - 1,57; глутаминовая кислота - 23,4; гистидин - 2,5; изолейцин - 6,4; лейцин - 10,4; лизин - 7,6; метионин - 3,5; фенилаланин - 5,7; пролин - 13,3; серин - 5,9; треонин - 6,9; тирозин - 5,8; валин -7,4 [9].

В работе S.M. Shamsia проведено сравнительное исследование аминокислотного состава верблюжьего и материнского молока. Результаты анализа показали, что в целом соотношение незаменимых и заменимых аминокислот верблюжьего молока ближе к соотношению аминокислот материнского молока [10].

Сравнительные исследования состава аминокислот весеннего и зимнего верблюжьего молока показали, что в весеннем молоке по сравнению с зимним значительно выше содержание треонина, триптофана, метионина и

фенилаланина, ниже количество валина. Весеннее молоко характеризуется повышенной концентрацией аспарагиновой кислоты, цистина и более низкой гистидина и аргинина. По содержанию остальных аминокислот достоверных различий нет. Также содержание незаменимых аминокислот в летнем молоке отличается от состава зимнего. В летнем молоке, по сравнению с зимним, содержится сравнительно больше триптофана, фенилаланина, изолейцина, лейцина и лизина, но меньше валина, треонина. В составе осеннего молока по сравнению с зимним установлено высокое содержание изолейцина, фенилаланина и триптофана [11].

Цель работы - сравнительное исследование физико-химических показателей и аминокислотного состава верблюжьего молока (*Camelus dromedarius*) Алматинской области и верблюжьего молока гибридов Мангистауской области.

Объект и методы исследования. Объектом исследования являются цельное верблюжье молоко (*Camelus dromedarius*) Алматинской области и верблюжье молоко гибридов Мангистауской области, полученные от фермерских хозяйств данных областей.

Физико-химические показатели были исследованы традиционными методами исследования.

Исследование количественного анализа аминокислотного состава в верблюьем молоке проводили на базе лаборатории ТОО "Нутритест" (г. Алматы), методом высокоэффективной жидкостной хроматографии спектрофотометрическим детектором (МВИ.МН 1363-2000). Метод предназначен для определения концентрации 18 аминокислот в продуктах питания.

Для расчета аминокислотного сора, произведен сравнительный анализ содержания незаменимых аминокислот в исследуемом продукте с ее содержанием в эталонном белке по формуле:

$$\text{Аминокислотный скор} = \frac{A_i}{A_{j_0}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где A_i - массовая доля незаменимой аминокислоты в исследуемом продукте, г/100 г белка; A_{j_0} - массовая доля незаменимой аминокислоты в эталонном белке, г/100 г белка.

Результаты и их обсуждение. Вариация в химическом составе между образцами верблюжьего молока зависит от множества факторов: места разведения; физиологических особенностей верблюдов; лактационного периода; условий содержания животных, такие как доступность воды, наличие кормов и сезонных условий.

С целью определения физико-химических показателей были сравнительно исследованы верблюжье молоко (*Camelus dromedarius*) Алматинской области и верблюжье молоко гибридов Мангистауской области.

Результаты сравнительного анализа физико-химических показателей представлен в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что химический состав верблюжьего молока гибридов Мангистауской области и верблюжье молоко (*Camelus dromedarius*) Алматинской области несколько отличается. Содержание сухих веществ в верблюьем молоке гибридов Мангистауской области на 7,8% больше, чем в верблюьем молоке (*Camelus dromedarius*) Алматинской области.

Таблица 1

Сравнительный анализ физико-химических показателей верблюжьего молока
(n=5)

Наименование показателей, единицы измерений	Верблюжье молоко Алматинской области	Верблюжье молоко Мангистауской области
Белки, г/100 г	3,71±0,02	3,8±0,03
Жиры, г/100 г	4,8±0,01	5,7±0,03
Лактоза, г/100 г	3,82±0,02	3,87±0,02
Массовая доля золы, %	0,75±0,04	0,70±0,04
Титруемая кислотность, °Т	16 ±0,2	17±0,1
Активная кислотность, рН	6,5±0,07	6,0±0,08

Ежедневно в организм человека должна поступать пища, содержащая незаменимые аминокислоты, т.к. организм человека не может синтезировать эти аминокислоты. Отсутствие в пище хотя бы одной незаменимой аминокислоты вызывает азотистый баланс, нарушение деятельности центральной нервной системы, остановку роста и тяжелые клинические последствия типа авитаминоза. Кроме того, каждая из них выполняет еще и свои специфические функции. Лизин, триптофан необходимы для роста организма. Лизин и гистидин связаны с функцией кроветворения, лейцин и изолейцин - щитовидной железы, фенилаланин - щитовидной железы и надпочечников. Метионин оказывает существенное влияние на обмен жиров и фосфатидов, обеспечивает антиоксичную функцию печени, играет большую роль в деятельности нервной системы человека [12].

С целью определения биологической ценности, были сравнительно исследованы аминокислотный состав верблюжьего молока (*Camelus dromedarius*) Алматинской области и верблюжье молоко гибридов Мангистауской области.

Результаты по аминокислотному составу представлен на рисунке 1. Результаты сравнительного исследования (рис.1) аминокислотного состава показывают, что в исследуемых образцах верблюжьего молока содержатся все восемь незаменимых аминокислот. Общее количество аминокислот в молоке одногорбых верблюдов (*Camelus dromedarius*) Алматинской области составляет - 3664,19 мг/100 г, а в верблюьем молоке гибридов Мангистауской области - 3767 мг/100 мг.

Содержание незаменимых аминокислот в верблюьем молоке гибридов Мангистауской области на 4,6% выше по сравнению с верблюжьим молоком (*Camelus dromedarius*) Алматинской области. Среди незаменимых аминокислот в верблюьем молоке гибридов Мангистауской области наибольшая доля приходится на лейцин - 22,4%, далее на лизин - 19,2%, валин - 16%, изолейцин - 14,2%. Самое малое количество из незаменимых аминокислот приходится на метионин - 8,1%, треонин - 9,1%, фенилаланин - 8,2%, триптофан - 3%.

Расчет аминокислотного сора основан на сравнении аминокислотного состава белка пищевых продуктов с аминокислотным составом эталонного («идеального») белка. Эталонный белок отражает состав гипотетического белка высокой пищевой ценности, идеально удовлетворяющий физиологическую потребность организма в незаменимых аминокислотах.



Рис. 1. Сравнительный анализ аминокислотного состава верблюжьего молока мг/100 г

В соответствии с фундаментальным законом Либиха, функционирование живых организмов определяется тем незаменимым веществом, которое присутствует в наименьшем количестве. Аминокислота, скор которой имеет наименьшее значение, называется лимитирующей. В продуктах с низкой биологической ценностью лимитирующих аминокислот со скором менее 100% может быть несколько. В таком случае речь идет о первой, второй и третьей лимитирующей аминокислотах.

С целью определения полноценности белка произвели расчет аминокислотного сора. Расчёт аминокислотного сора образцов верблюжьего молока в сравнении с «идеальным» белком, в качестве которого использовали эталон, предложенный ФАО/ВОЗ представлены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительный расчет аминокислотного сора белка верблюжьего молока

Незаменимые аминокислоты	Шкала ФАО/ВОЗ г/100 г белка	Верблюжье молоко Алматинской области		Верблюжье молоко Мангистауской области	
		г/100 г белка	аминокислотный скор, %	г/100 г белка	аминокислотный скор, %
Цистеин+ Метионин	3,5	5	142	7,2	205
Треонин	4,0	4,5	112,5	4,6	115
Лизин	5,5	10,1	184	9,7	176,3
Валин	5,0	7,5	150	8,1	162
Тирозин+Фенилаланин	6,0	6,6	110	6,9	115

Лейцин	7,0	10,9	155,3	11,5	164,2
Изолейцин	4,0	6,9	173	7,3	182,5
Триптофан	1,0	1,5	150	1,4	140

По результатам сравнительного расчета аминокислотного сора (табл.2), видно, что лимитирующие аминокислоты отсутствуют как в верблюьем молоке (*Camelus dromedarius*) Алматинской области, так и в верблюьем молоке гибридов Мангистауской области, что подтверждает высокую биологическую ценность обоих образцов.

Выводы. Таким образом, на основании экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Результаты сравнительных исследований показывают, что химический состав верблюьего молока гибридов Мангистауской области и верблюьего молока (*Camelus dromedarius*) Алматинской области несколько отличаются. Содержание сухих веществ в верблюьем молоке гибридов Мангистауской области на 7,8% больше, чем в верблюьем молоке (*Camelus dromedarius*) Алматинской области.

2. Результаты сравнительных анализов аминокислотного состава показывают, что в обоих образцах верблюьего молока содержатся все восемь незаменимых аминокислот. В верблюьем молоке гибридов Мангистауской области содержание незаменимых аминокислот на 4,6% выше по сравнению с верблюьим молоком (*Camelus dromedarius*) Алматинской области.

3. Расчет аминокислотного сора показывает, что лимитирующие аминокислоты отсутствуют как в верблюьем молоке (*Camelus dromedarius*) Алматинской области, так и в верблюьем молоке гибридов Мангистауской области, что подтверждает высокую биологическую ценность обоих образцов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпеня, М.М. Технология производства молока и молочных продуктов [Текст]: учеб. пособие для вузов / М.М. Карпеня, В.Н. Подрез, В.И. Шляхтунов. - Минск: Новое издание, 2015. - 410 с.
2. Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов [Текст] / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб: ГИОРД, 2010. - 336 с.
3. Нечаев, А.П. Пищевая химия [Текст] / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова. - 6-е изд., стер. - СПб: ГИОРД, 2015. - 672 с.
4. Кугенов, П.В. Аминокислотный состав суммарных белков молока некоторых видов животных [Текст] / П.В. Кугенов, М.Н. Медведева // Вопросы питания. - 1960. - № 6. - С.16-19.
5. Сеитов, З.С. Кумыс, Шубат [Текст] / З.С. Сеитов. - Алматы, 2005.- 286 с.
6. Сыман, К.Ж. Белки, аминокислоты верблюьего молока и сухой саумал [Текст]: монография / К.Ж. Сыман. - Алматы: Нур-Принт, 2018. - 106 с.
7. El-Agamy EI Camel milk. In: Handbook of milk of non-bovine Mammals. Park YW, Haenlein GF (Eds), Blackwell Publishing, Iowa, USA. 2006 pp. 297-344.
8. Mehaia M.A. Al Kahnal M.A., Studies on camel and goat milk proteins: nitrogen distribution and amino acid composition. Международный отчет о питании, 1995 no 52. pp 115-122
9. Zahar I.C. and Shaham, Is camel milk good for human health? / An article from Sci-Tech. World, DAWN group, 2004 pp 95-100.

10. S.M. Shamsia. Nutritional and therapeutic properties of camel and human milks / International Journal of Genetics and Molecular Biology 2009. Vol. 1 (2), pp. 52-58.
11. Урбисинов, Ж.К. Пищевая и биологическая ценность традиционно местных молочных и мясных продуктов [Текст]: дис... канд. биол. наук: 03.00.07. защищена 16.03.1992 / Урбисинов Жангали Кушербаевич. – Алма-Ата: КАП, 1992. Библиогр.: с- 85.
12. Аминокислоты в организме человека [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.skalpil.ru/>.

REFERENCES

1. Carpena M.M. Technology of production of milk and dairy products [in Russian] / M.M. Karpenya, V.N. Podrez, V.I. Shlyakhtunov. - Minsk: New edition, 2015.-410p.
2. Gorbatov K. Biochemistry of milk and dairy products [in Russian] / K.K. Gorbatova, P.I. Gun'kova - 4-e Izd., Rev. and DOP. - Saint Petersburg: SPb:GIORD, 2010. - 336 p.
3. Nechaev A.P. Food chemistry [in Russian] / A.P. Nechaev, S.E. Traubenberg, A.A. Kochetkova-6th ed., erased. - Saint Petersburg: Saint Petersburg: GIORD, 2015. - 672 p.
4. Kaganov, P.V. Amino acid composition of the total milk proteins of some species of animals [in Russian] / P.V. Koganov, M.N. Medvedev // the problems of supply. - 1960.- No. 6. - p. 16-19.
5. Seitov Z.S. Kumys, Shubat [in Russian] / Z.S. Seitov. Almaty, 2005.- 286 p.
6. Syman K.Zh. Proteins, amino acids of camel milk and dry saumal [in Russian]: monograph/ K.Zh. Syman-Almaty: Nur-Print, 2018. - 106 p.
7. El-Agamy El Camel milk. In: Handbook of milk of non-bovine Mammals. Park YW, Haenlein GF (Eds), Blackwell Publishing, Iowa, USA. 2006 pp. 297-344.
8. Mehaia M.A., Al Kahnal M.A., Studies on camel and goat milk proteins: nitrogen distribution and amino acid composition. International nutrition report, 1995 no 52. pp. 115-122
9. Zahar I.C. and Shaham, Is camel milk good for human health? / An article from Sci-Tech. World, DAWN group, 2004, pp 95-100.
10. S.M. Shamsia. Nutritional and therapeutic properties of camel and human milk International Journal of Genetics and Molecular Biology 2009. Vol. 1 (2), pp. 052-058
11. Urbisinov Zh.K. Food and biological value of traditionally local dairy and meat products [in Russian]: Dis. Cand. Biol. Sciences: 03.00.07.protected 16.03.1992 / Urbisinov Jangali Kuserbayevich. - Alma-ATA: CAP, 1992. Bibliography.: C-85.
12. Amino acids of all higher life [Electronic resource] Mode of access: https://www.skalpil.ru.

Материал поступил в редакцию 12.02.20.

А.Б. Есенова¹, Ф.Т. Диханбаева¹, Ж.Ж. Смаилова², Г.С. Жунусова³

¹Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Қазақ технология және бизнес университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан

³Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

ТҮЙЕ СҮТІНІҢ АМИНҚЫШҚЫЛДЫ ҚҰРАМЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

Жұмыста Алматы және Маңғыстау облыстарының фермерлік шаруашылықтарынан алынған түйе сүтінің физикалық-химиялық көрсеткіштері және аминқышқылды құрамы бойынша биологиялық құндылығына салыстырмалы талдау жасалған. Түйе

сүтінің аминқышқыл құрамын талдау спектрофотометриялық детектормен жоғары тиімді сұйық хроматография әдісімен жүргізілді. Аминқышқылдық құрамын зерттеу негізінде, түйе сүтінің ақуызды құрауышының биологиялық құндылығын есептеу жүргізілді. Бұл әдіс зерттелетін ақуыздағы алмастырылмайтын аминқышқылдарының құрамының эталондық ақуыздағы алмастырылмайтын аминқышқылдарының құрамына қатысты сәйкестігін бағалауға мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: түйе сүті, аминқышқылдық құрам бойынша биологиялық құндылығы, аминқышқылдық скор.

A. Yessenova¹, F. Dikhanbaeva¹, Zh. Smailova², G. Zhunusova³

¹Almaty technological University, Almaty, Kazakhstan

²Kazakh University of technology and business, Nur-Sultan, Kazakhstan

³Korkyt Ata Kyzylorda state University, Kyzylorda, Kazakhstan

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE AMINO ACID COMPOSITION OF CAMEL MILK

This paper presents a comparative analysis of the physical and chemical parameters and biological value of the amino acid composition of camel milk (*Camelus dromedarius*) of the Almaty region and camel milk hybrids¹ of the Mangistau region obtained from farms in these regions. The analysis of the amino acid composition of camel milk was carried out by high-performance liquid chromatography using a spectrophotometric detector. Based on studies of the amino acid composition, the biological value of the protein component of camel milk was calculated using the amino acid score method. This method allows us to evaluate the correspondence of the content of essential amino acids in the protein under study, relative to the content of essential amino acids in the reference protein.

Keywords: camel milk, biological value by amino acid composition, amino acid score.

УДК 631.36.23

Е. Спандияров¹, И.И. Бекбасаров¹, Е.И. Атепов²

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

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КУМЫСА ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

В статье описана принципиальная схема производства кумыса длительного хранения без добавления каких-либо консервантов. Показана последовательность технологических операций, обеспечивающая получение готового напитка высокого качества. Установлено, что при хранении в течение двух месяцев рост кислотного числа составил всего от 75,7 до 134,0°Т, и при этом другие основные показатели качества однодневного кумыса практически не изменились.

Ключевые слова: кобылье молоко, кумыс, кислотное число, брожение, закваска.

Как известно, кумыс получают путём сквашивания кобыльего молока молочнокислыми бактериями и дрожжами, которые синтезируют витамины

группы С и В, образуют алкоголь, обильно выделяют углекислоту, которая придаёт кумысу характер освежающего шипучего напитка.

Кумыс – продукт алкогольного и молочно-кислого брожения кобыльего молока под влиянием особой закваски при определенных условиях температурного режима и аэрации.

Кумыс производят по следующей распространенной технологии [1]. В начале брожения ежечасно, далее каждые 2-3 часа от 15 до 30 мин кобылье молоко с закваской механическим путем перемешивается. Товарное достоинство и лечебные свойства готового изделия в первую очередь зависят от интенсивности и продолжительности обработки на этом этапе.

В связи с аэрацией напитка возрастает интенсивность спиртового брожения. Брожение продолжается до кислотности 55-70°Т кумыса. С целью накопления продуктов брожения напитки разливают в стеклянные емкости с последующим их закупориванием, далее выдерживают 1-1,5 часа при температуре 18-20°С.

Недостатком данного метода является то, что готовый продукт нельзя хранить более 48 часов, происходит излишнее брожение, теряются пищевые достоинства кумыса.

Для устранения этих недостатков, разработан метод получения кумыса с высокой стойкостью при хранении без снижения показателей качества [2]. На рисунке приведена принципиальная схема подготовки кумыса, где показана последовательность технологических операций.

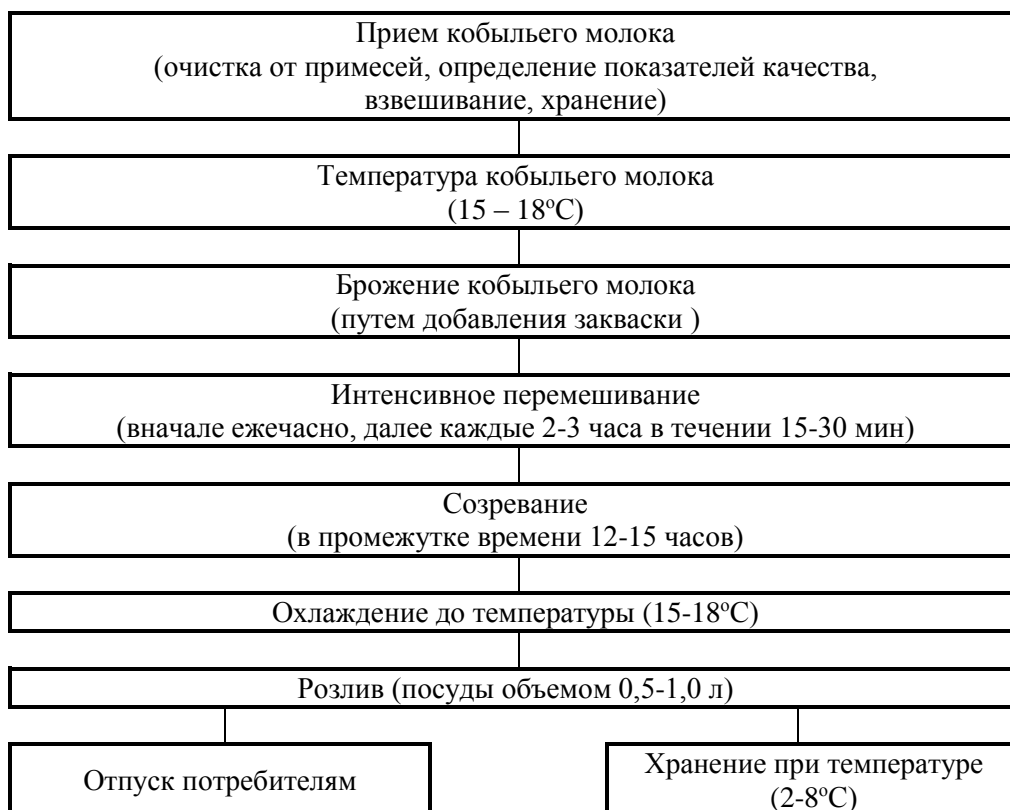


Рис. Принципиальная схема подготовки кумыса

При приеме кобыльего молока производятся очистка сырья от примесей, определение показателей качества, взвешивание, хранение.

Для устранения сгустков полуфабриката на следующем этапе температуру кобыльего молока доводят до 15-18°C. После этого путем добавления закваски в количестве 10-15% кобылье молоко подвергается дальнейшему брожению. В начале брожения ежечасно, далее каждые 2-3 часа от 15 до 30 мин кобылье молоко интенсивно перемешивается.

Созревание смеси для получения готового напитка происходит в промежутке времени 12-15 часов. Охлаждение до температуры (15-18°C) позволяет получить слабый кумыс без пены, что позволяет добиться высокой точности измерения объема и точности розлива в емкости объемом 0,5-1,0 л.

Полученный готовый напиток может отпускаться потребителям, либо направляется в холодильник для хранения при 2-8°C температуре.

Важнейшей составляющей качества продукции является соблюдение технологии транспортирования и хранения кисломолочных продуктов. Для производителей очень важно соблюдать все необходимые условия поддержания стабильного уровня качества кисломолочных напитков как на стадии хранения и транспортирования, так и во время реализации продукции потребителю.

Основным физико-химическим показателем, по которому можно наблюдать изменения химического состава кумыса при хранении, является кислотное число кумыса (в градусах Тернера).

Экспериментальные исследования проводились в лабораториях «Нано-инженерные методы исследований» Таразского государственного университета им. М.Х. Дулати и гигиены питания РКП «Жамбылский областной центр санитарно-эпидемиологической экспертизы» КГСЭН МЗ РК.

Определение кислотного числа, характеризующего качество кумыса при хранении, производили в соответствии с международным методом [3].

Установлено, что при хранении в течение двух месяцев рост кислотного числа составил всего от 75,7 до 134,0°Т, при этом другие основные показатели качества однодневного кумыса, которые приведены в таблице, практически не изменялись.

Таким образом, предлагаемая технология позволяет производить кумыс длительного хранения без добавления каких-либо консервантов.

Таблица

Основные показатели качества однодневного кумыса

Наименование показателей	Органолептическая оценка и показатели качества
Консистенция	Однородная, газированная, пенящаяся
Вкус и запах	Чистый, специфический для кумыса натуральный
Цвет	Молочно-белый
Массовая доля жира, % не менее	2,0
Массовая доля спирта (алкоголя), % не более	0,16
Плотность, г/см ³	1,030
Кислотное число, °Т	134,0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Твердохлеб, Г.В. Технология молока и молочных продуктов [Текст] / Г.В. Твердохлеб, З.Х. Диланян, Л.В. Чекулаева. - М.: Агропромиздат, 1991. - 463 с.
2. Спандияров, Е. Қымыз дайындау тәсілі [Мәтін] / Е. Спандияров, С.Д. Султанов / Қазақстан Республикасының инновациялық патенті №27574. ҚР өнертабыстар мемлекеттік тізілімінде тіркелді 17.10.2013.
3. Спандияров, Е. Изменение кислотного числа кумыса при хранении [Текст] / Е. Спандияров, К.Ш. Саржанова, Г.А. Жакибаева, Г.И. Айтымбетова // Материали на 8-а международна научна практична конференция «Научният потенциал на света». Том.15. Селско стопанство. География и геология. София «Бял ГРАД-БГ», 2012. - С.34-38.

Материал поступил в редакцию 13.02.20.

Е. Спандияров, И.И. Бекбасаров, Е.И. Атенов

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті. Тараз қ., Қазақстан

ҰЗАҚ САҚТАЛАТЫН ҚЫМЫЗ ӨНДІРУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ

Мақалада ешқандай консервант қосылмай жасалған ұзақ сақталатын қымыз өндірудің принципіалды схемасы сипатталған. Жоғарғы сапалы дайын сусын алуды қамтамасыз ететін технологиялық операциялардың тізбекті түрі көрсетілген. Екі айға созылған сақтау кезеңінде қышқылдық саны небәрі 75,7-ден 134,0⁰Т-ге дейін өсіп, ал жуас қымыздың басқа сапалық көрсеткіштері іс жүзінде өзгермегені анықталды.

Тірек сөздер: бие сүті, қымыз, қышқылдық саны, ашу, ашытқы.

Y. Spandiyarov, I.I. Bekbasarov, Y.I. Atenov

Taraz State University named M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

LONG-TERM STORAGE KUMYS PRODUCTION TECHNOLOGY DEVELOPMENT

The article describes a basic scheme for preparing the production of long-term storage kumys without adding any preservatives. It was showed technological operations, which provides a ready-made drink of high quality. It was found that when stored for two months, the increase in the acid number was only from 75.7 to 134.0⁰ T, and at the same time, other main indicators quality of one-day kumys practically did not change.

Keywords: mare's milk, kumys, acid number, fermentation, leaven.

ӨОЖ 612.392.84:636.3:637.256(045)

Г.Н. Жакупова¹, А.Х. Мулдашева²¹Техн. ғылымдары канд. доцент, ²ДокторантС.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Нұр-Сұлтан қ., ҚазақстанЭлектрондық пошта: ¹gulmira-zhak@mail.ru, ²aknurmuldasheva@gmail.com**ҚОЙ СҮТІНІҢ БИОХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ**

Мақалада Қазақстанның солтүстік және оңтүстік өңірлерінен алынған қой сүттерінің химиялық құрамы мен физикалық-химиялық көрсеткіштері зерттелген. Авторлар қой сүтінің химиялық құрамын сиыр сүтімен салыстыра отырып қарастырған. Қой сүтінің аминқышқыл құрамы сиыр сүтіне қарағанда 2-3 есе жоғары, ал валин сияқты аминқышқылдары 9 есе, фенилаланин 4 есе жоғары болатыны анықталған. Қой сүтінің тығыздығы сиыр сүтіне қарағанда жоғары екендігі дәлелденген. Зерттелетін сүттің органолептикалық және сақтау мерзімдері сипатталған.

Тірек сөздер: сүт, қой сүті, аминқышқылдар, қой шаруашылығы.

Дүние жүзінде өндірілетін қой сүті негізінен сүт өнімдерін өндіруде, әсіресе ірімшік өндірісінде қолданылады. Еуропалық Одақта қой әлемдегі малдың тек 8,4% құраса да, сүт өндірісі әлемдік нарықтың 27,1% құрайды [1].

Қой сүті жаңа сауылған күйінде де, сондай-ақ оны ашыған сүт өнімдерін, сонымен қатар жұмсақ және тұзды ірімшіктер өндіруде де құнды өнім болып табылады. Сондықтан қой сүтін өндіруге және оны халықтың тамақтануына пайдалануға әлемнің көптеген елдерінде көп көңіл бөлінеді.

Кеңес Одағы кезінде елімізде өсірілетін әртүрлі қой тұқымының сүт өнімділігін дамыту мақсатында бірқатар ғалымдар қой сүтінің құрамы мен қасиеттеріне зерттеулер жүргізген. Цигейлік, балбасс, мазех, қаракөл, тушиндік және т.б. қой тұқымдары жоғары сүт өнімділігіне ие болып сүтті бағытта қолданылған [2].

Қазақстанда басқа Еуропа елдеріндегі сияқты қой сүтінің экономикалық мәні мен ұзақ дәстүрі болмаса да (мысалы, Жерорта теңізі аймағында), соңғы жылдары ол Қазақстанда да маңызды орын ала бастады. Себебі қой сүті жергілікті тұрғындар үшін дәстүрлі тамақ өнімі болып табылады және де сиыр сүті өнімдеріне де тиімді балама бола алады.

Алайда, қазіргі уақытта Қазақстанда қой сүті өндірілмейді, ал дәстүрлі қой сүтінен жасалған құрт, ірімшік сияқты ұлттық өнімдерді дайындау технологиясы мүлдем жоғалып кеткен. Сонымен қатар, қой сүтінің химиялық, биохимиялық, физикалық қасиеттері туралы деректер жоқтың қасы. Сондықтан дәстүрлі рецептураларды жаңғырту мақсатында қой сүтінің қасиеттері мен құрамын терең зерттеу жаңа технологияны жасаумен қатар орынды болып табылады.

Әлемдік тәжірибеде сүт өнімдерінің барлық түрлерін, сондай-ақ балалар мен емдік тағам өнімдерін өндіру кезінде сиыр сүтін қой мен ешкі сүтіне ауыстыру үрдісі айқын байқалады, бұл қой мен ешкі сүтінің жоғары құнарлығымен, гипоаллергенді қасиеттерімен негізделеді [3].

Қазіргі уақытта Қазақстанда қой сүтін өнеркәсіптік қайта өңдеу жок, бұл сүттің қоректік қасиеттері мен оны өңдеудің заманауи технологиялары туралы қажетті ғылыми ақпараттың болмауымен түсіндіріледі.

Осы шикізат ресурстарын тиімді пайдалануға мүмкіндік беретін йогурттар, брынза және қой сүтінен алынған ірімшіктер өндірісінің өнеркәсіптік технологияларын әзірлеу қажет. Дәмі мен консистенциясы жұмсақ ірімшікке тән қысқа мерзімде жетілетін ірімшіктерді дайындау қазіргі уақытта перспективалы болып келеді. Мұндай ірімшіктер дәстүрлі, ұзақ уақыт бойы пісіп жетілетін ірімшіктерге қарағанда өте тиімді. Жұмсақ ірімшіктердің пісу жетілуі кезінде қолданылатын ас тұзы оның сақтау мерзімін арттыру үшін консервант ретінде емес, керісінше дәм толтырғыш ретінде пайдалануға мүмкіндік береді, бұл өнімдегі тұздың азаюына әкеледі. Мұның бәрі жұмсақ ірімшіктердің органолептикалық көрсеткіштеріне оң әсер етеді, сонымен қатар ас тұзының жоғары концентрациясы адам ағзасына қолайсыз әсер ететіні белгілі [4]. Айтылғандардың негізінде қой сүтін дәстүрлі емес йогурттар мен жұмсақ ірімшіктерді өндіру үшін шикізат ретінде пайдалану дайын өнімнің биологиялық және тағамдық құндылығын күшейтеді. Осылайша, қой сүтінен йогурттар мен ірімшіктерді өндіру технологиясын әзірлеу, кейіннен сарысуды тұтас сүттің алмастырғыштарын алуға қайта өңдеу сүт өндірісінде ерекше жаңалық болып табылады.

Қой сүтінен йогурттар мен жұмсақ ірімшіктерді өндірудің теориялық және практикалық негіздерін әзірлеуге Королев А.Н., Гранников Д.А., Диланян З.Х., Николаев А.М., Крашенинин П.Ф., Остроумов Л.А., Свириденко Ю.Я., Смирнова И.А., Уманский М.С., Рамазанов И.У., Раманаускас Р.И., Оноприйко А.В., Шергина И.А., Гаврилова Н.Б., Хамагаева И.С. және т.б. ресейлік ірі ғалымдар өз үлестерін қосты [5].

Жеке қой тұқымдарының деңгейінде қой сүтінің құрамы, коагуляция мен ірімшік өндіру арасындағы қарым-қатынасы толық анықталмаған және әдебиет көздерінде кейбір кезде қарама-қайшылықтар кездеседі. Бұл сондай-ақ қойлардың генетикалық көрсеткіштері мен ірімшік өндірісі белгілерінің корреляциясын бағалауда расталды [6-8].

Италияда қой сүтінің сапасына негізделген сүт тізбектерінің төлем жүйелері тек ақуыз бен майдың құрамын, сондай-ақ микробиологиялық көрсеткіштерді қамтиды, себебі бұл жағдайда коагуляция және ірімшік өндірісінің тиімділігі тұрғысынан сүттің сапасын бақылаудың жылдам әдісі жок [9]. Керісінше, бірнеше PDO ірімшігін өндіруге арналған сиыр сүтінің бағасы, яғни Parmigiano Reggiano және Trentingrana, сондай-ақ сүт төлем жүйелеріне қосу жолымен анықталады [10].

Сонымен қатар, күніне әрбір жеке қойдан алатын сүттің мөлшері төмен болуына байланысты, құрамы, ұйыту және ірімшік өндірісі бойынша жануарлардың тәуліктік жеке өзгергіштігін бағалау үшін қол жетімді сүт мөлшері шектеу болып табылады. Бұл фенотиптерді тікелей өлшеуге пайдалы балама Фурье-түрлендірумен (FTIRS) инфрақызыл спектроскопияны пайдалануға болады. Жақында Ferragina мен бірлескен авторлар lactodynamograph аспаптарымен өлшенген үю белгілерінің пулында FTIRS көрсеткіштерін қолданды, болжамдардың дәлдігі айнымалы, әсіресе сүтті желе түріне айналдырғаннан кейін өлшенген белгілер үшін төмен болғанын көрсетті; осылайша, оларды популяциялық деңгейде немесе сүтті зерттеу схемаларында қолданғанда сақ болу қажет [11].

Қазіргі уақытқа дейін қазақстандық қой тұқымдарынан алынған сүттің химиялық құрамы мен технологиялық қасиеттері туралы деректер жоқ. Шетелдік ғалымдардың ғылыми зерттеулерінде көрсетілгендей, қой сүтінде адам ағзасына қажетті барлық қоректік заттар оңай сінетін формада болуы тиіс. Қой сүті қышқыл сүт өнімдерін өндіруге, сондай-ақ брынза мен ірімшік өндіруге пайдаланылады. Бұл ретте қой сүтінің 1 кг ірімшігін өндіруге жұмсалатын шығыны сиыр сүтінен екі есе аз екені анықталды [12].

Бұл жұмыстың мақсаты Қазақстанда таралған қой тұқымдарының арасындағы айырмашылыққа ерекше назар аудара отырып, қой сүтінің физикалық-химиялық, биохимиялық сипаттамаларын зерттеу болды.

Тәжірибелік үлгілерді зертханалық зерттеу С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерін өндіру технологиясы» кафедрасының зертханасында (Нұр-Сұлтан, Қазақстан Республикасы) жүргізілді. Қой сүтінің тәжірибелік үлгілері «Табыс» шаруа қожалығының қойларынан алынды (Ақмола облысы, Қазақстан Республикасы).

Тәжірибелік үлгілер С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің сүтті қайта өңдеу жөніндегі эксперименталдық-өндірістік цехында (Нұр-Сұлтан, Қазақстан Республикасы) дайындалды.

Эксперименталды зерттеулерде келесі жабдықтар қолданылды:

- зертханалық термометр МЕМСТ 29224-91;
- «METTLER TOLEDO» рН-метрі;
- «АТАГО» рефрактометр;
- «DIGITALWATERBATH» су моншасы;
- АW маркалы электронды таразы;
- Metrohm AGCH-91-01V жинақталған титраторы;
- сүт өнімдерін талдауға арналған құрал «Лактан 1-4» № 11887;
- СЭШ 3 М кептіру шкафы.

Қой сүтін сипаттау үшін органолептикалық көрсеткіштерді анықтауға негізделген сипаттама әдісі қолданылды. Сонымен қатар физикалық-химиялық, биохимиялық көрсеткіштерді анықтау үшін жалпы қабылданған әдістемелер қолданылды. Жұмыста қолданылатын зерттеу әдістері: титрленген қышқылдықты анықтау үшін-титриметриялық әдіс (МЕМСТ 3624-92, 25555.0-82), ақуыздың массалық үлесін анықтау үшін-формальды титрлеу әдісі (МЕМСТ 25179-2014); құрғақ заттың массалық үлесі құрғату әдісі бойынша тұрақты массаға дейін анықталды (МЕМСТ 3626-73), сүт лактозасы рефрактометриялық тәсілмен анықталды (МЕМСТ Р 51259-99); бақылау және зерттелетін үлгідегі титрленген қышқылдығы МЕМСТ 3624-92 сәйкес анықталды; бақылау және зерттелетін үлгінің органолептикалық көрсеткіштер МЕМСТ Р ИСО 22935-1-2011 сәйкес анықталды; тығыздығы ареометриялық әдіспен, тығыздық шкаласы бар АМТ типті ареометрді қолдана отырып, сүт температурасын анықтауға арналған термометрмен (МЕМСТ Р 51259-99); 54758-2011); өнімнің майлылығы МЕМСТ 5867-90 бойынша анықталды.

Қазақтың қылшық жүнді қойларынан алынған сүт С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің зертханасында зерттелді.

Солтүстік Қазақстан қойының негізгі физикалық-химиялық көрсеткіштері анықталғаннан кейін сиыр сүтінің көрсеткіштерімен салыстырмалы сипаттама жүргізілді. Одан әрі қой сүтінің биохимиялық

құрамын толық зерттеу үшін қой сүтінің амин қышқылдық құрамына хроматографиялық талдау жүргізілді.

Қой сүті өзінің органолептикалық және биологиялық қасиеттері бойынша басқа үй жануарларының сүтінен ерекшеленеді, ол майлы және концентрацияланған. Қой сүтінің тағамдық құндылығы ақуыз бен майдың жоғары болуы есебінен сиыр сүтінен 1,5 есе жоғары. Қой сүті жұмсақ және сәл тәтті дәмі бар. Қой сүтінің түсі сұрғылт реңк беретін ақ түсті.

Қой сүтінің ақуызы ешкі немесе сиыр сүтінің ақуызына қарағанда аз аллергиялық қасиеттерге ие, сондықтан оны аллергиялық ауруларға бейім адамдарға қолдануға кеңес береді. Қой сүтін және оны қайта өңдеу өнімдерін пайдалану бірінші кезекте жүкті әйелдер мен балаларға, жасөспірімдерге, әр түрлі сүйек аурулармен ауырғаннан кейін иммунитетті нығайту және остеопороздың алдын алу үшін ұсынылады.

Эксперименталды зерттеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1

Тәжірибелі үлгідегі қой сүтінің химиялық құрамы

Көрсеткіштер	Сүттің химиялық құрамы, %
	Солтүстік Қазақстан облысының тәжірибелі үлгідегі қой сүті
Ақуыздар, г	3,30
Майлар, г	8,39
Лактоза, г	4,59
СОМО, г	9,56
Қышқылдылығы, °Т	22
Тығыздығы, кг/м ³	1030,15

Химиялық талдау деректеріне сай, сүт қой сүтіне қойылатын талаптарға сәйкес келеді, жағымды, бірнеше тәтті дәмі және тері булануының кейбір ерекше иісі бар деп айта аламыз. Бұл иістің күші қойдың күтіміне байланысты. 2-кестеде қой сүтінің органолептикалық бағалау көрсеткіштері келтірілген.

Кесте 2.

Қой сүтінің органолептикалық көрсеткіштерінің нәтижелері

Көрсеткіштер	Қой сүті
Сыртқы түрі мен консистенциясы	Мөлдір емес, біртекті сұйықтық, тұнбасы жоқ, ақуыз қабыршақтары жоқ, сәл тұтқыр
Түсі	Ақ, өте әлсіз крем реңкті, біртекті
Дәмі мен иісі	Иіссіз және айқын дәмсіз; дәмі сәл тәтті

Қой сүтінің химиялық құрамын тереңірек зерттеу мақсатында амин қышқылдық құрамына талдау жүргізілді. Хроматографиялық талдау нәтижелері сүттің амин қышқылдық құрамына алмастырылмайтын аминқышқылдары айтарлықтай мөлшерде кіретінін көрсетті.

Кестелік деректерді талдауда көрсеткендей, алмастырылмайтын амин қышқылдарының ең көп мөлшері қой сүтінде бар. Мысалы, метонин (2,91 г / 100г), треонин (5,37 г/100г) және фенилаланин (4,98 г/100г). Талдау деректері 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3

Қой сүтінің аминқышқылдық құрамы

Көрсеткіштердің атауы	Қой сүті, г/100г	Сиыр сүті, г/100г
Аспарагин	2,89	-
Глутамин	13,40	-
Серин	9,02	-
Глицин	2,57	0,03
Треонин	5,37	-
Валин	9,69	0,189
Метионин	2,91	0,022
Фенилаланин	4,98	0,136
Изолейцин	3,03	0,182
Лизин	3,30	0,218

Осылайша, Солтүстік Қазақстан өңірінде өсірілетін қойлар сүтінің жоғары құнарлы құндылығы бар, толыққанды азық-түлік технологияларын жасау үшін құнды шикізат болып табылады, сүт өнеркәсібін дамытудың басым және маңызды бағыты болып саналады және күн сайын тұтынылатын азық-түліктерді өндіре отырып қой сүтін өндеудің қазіргі заманғы технологиясын әзірлеу орынды болып табылады.

Қазақстандағы қой сүтінің нарығына келетін болсақ, сүттің құрамы мен құнарлылығын, сондай-ақ осы түрінің технологиялық қасиеттеріне әсер ететін параметрлерді жан-жақты білу жоғары сапалы сүт өнімдерін өндіру үшін үлкен маңызға ие. Қазақстанда қой сүтінің химиялық құрамы мен физикалық қасиеттері туралы тиісті деректердің болмауына байланысты қой сүтінің физикалық-химиялық, биохимиялық сипаттамалары талданып, жаңартылды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. FAO STAT. Statistical database of the food and agriculture organization of the United Nations./FAO STAT // Faostat .- 07.10.15.- P.140-145. <http://www.faostat.fao.org>
2. Иванов, М.Ф. Овцеводство [Текст] / М.Ф. Иванов // Полн. Собр. Соч.: В 7 т. М.: Колос, Т 4. -1964. - 779 с.
3. Stark B.A. Improving the quality of goat milk / B.A. Stark // Dairy Ind.Int.- 1988. - № 53.- P. 23–25.
4. Володько, М.М. Изучение физико-химических и микробиологических показателей молока-сырья овечьего [Текст] / М.М. Володько // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. - 2016. - №10. - С.158-163.
5. Мыркалыков, Б.С. Разработка методики технологического аудита производства сухого порошка из овечьего молока [Текст]: дисс... д-ра PhD: дата защиты: 2018/ Мыркалыков Бауржан Сейтжанович.- Алматы, 2017.- 176 с.
6. Bittante G., Cipolat-Gotet C., Pazzola M., Dettori M.L., Vacca G.M., & Cecchinato A. Genetic analysis of coagulation properties, curd firming modeling, milk yield, composition, and acidity in Sarda dairy sheep./ G. Bittante, C.Cipolat-Gotet, M.Pazzola, M.L.Dettori, G.M.Vacca, & A. Cecchinato // Journal of Dairy Science.- 2017.- № 100.- P. 385-394.
7. Manca M.G., Serdino J., Gaspa G., Urgoghe P., Ibba, I., Contu M., et al.. Derivation of multivariate indices of milk composition, coagulation properties, and individual

- cheese yield in dairy sheep / M.G.Manca, J.Serdino, G.Gaspa, P.Urgeghe, I.Ibba, , M.Contu, et al.. // Journal of Dairy Science.- 2016. -№ 99, - P. 4547-4557.
8. Othmane M.H., Carriedo J.A., de la Fuente Crespo L.F., & San Primitivo F. An individual laboratory cheese-making method for selection in dairy ewes./ M.H. Othmane, J.A. Carriedo, L.F.de la Fuente Crespo, & F. San Primitivo.// Small Ruminant Research. - 2002. -№45. - P. 67-73.
 9. Pirisi A., Lauret A., & Dubeuf J.P. Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality./ A.Pirisi, A.Lauret, & J.P.Dubeuf // Small Ruminant Research.- 2007.- № 68.- P. 167-178.
 10. Bittante, G. Modeling rennet coagulation time and curd firmness of milk./ G.Bittante, // Journal of Dairy Science.- 2011. -№ 94, - P. 5821-5832.
 11. Ferragina A., Cipolat-Gotet C., Cecchinato A., Pazzola M., Dettori M.L., Vacca G.M., et al. Prediction and repeatability of milk coagulation properties and curd-firming modeling parameters of ovine milk using Fourier-transform infrared spectroscopy and Bayesian models. / A.Ferragina , C.Cipolat-Gotet, A.Cecchinato, M.Pazzola, M.L.Dettori, G.M. Vacca// Journal of Dairy Science, - 2017. - №100.- P. 3526-3538.
 12. Muldasheva A.Kh., Toxanbayeva B.O, Ospanov A.B., Zhakupova G.N., Bostanova S.K. Study of the composition and properties of sheep milk in Northern Kazakhstan. / A.Kh.Muldasheva, B.O. Toxanbayeva, A.B. Ospanova, G.N. Zhakupova, S.K. Bostanova // Eurasian Journal of Biosciences.-2019 - Volume 13 Issue 2.- P. 1997-2000.

REFERENCES

1. FAOSTAT. Statistical database of the food and agriculture organization of the United Nations./FAOSTAT // Faostat .- 07.10.15.- P.140-145. <http://www.faostat.fao.org>
2. Ivanov M.F. Sheep breeding / M.F.Ivanov // complete works.- M.: Kolos, V.4. - 1964. - p. 779.
3. Stark B.A. Improving the quality of goat milk / B.A. Stark // Dairy Ind.Int.- 1988. - № 53.- P. 23–25.
4. Volodko M.M. Study of physical - chemical and microbiological parameters of sheep raw milk /M.M. Volodko // Current issues of processing meat and dairy raw materials. - 2016. - №10. - C. 158-163.
5. Myrkalykov B.C. Development of a methodology for technological audit of production of dry powder from sheep's milk: diss. For the degree Ph.D.: 2018. Date protected: 2018/ Myrkalykov Bayrzhан Seitzhanovich.- Almaty, 2017.- 176 p. – 0618PK00038.
6. Bittante G., Cipolat-Gotet C., Pazzola M., Dettori M.L., Vacca G.M., & Cecchinato A. Genetic analysis of coagulation properties, curd firming modeling, milk yield, composition, and acidity in Sarda dairy sheep./ G. Bittante, C.Cipolat-Gotet, M.Pazzola, M.L.Dettori, G.M.Vacca, & A. Cecchinato // Journal of Dairy Science.- 2017.- № 100.- P. 385-394.
7. Manca M.G., Serdino J., Gaspa G., Urgeghe P., Ibba, I., Contu M., et al.. Derivation of multivariate indices of milk composition, coagulation properties, and individual cheese yield in dairy sheep / M.G.Manca, J.Serdino, G.Gaspa, P.Urgeghe, I.Ibba, , M.Contu, et al.. // Journal of Dairy Science.- 2016. -№ 99, - P. 4547-4557.
8. Othmane M.H., Carriedo J.A., de la Fuente Crespo L.F., & San Primitivo F. An individual laboratory cheese-making method for selection in dairy ewes./ M.H. Othmane, J.A. Carriedo, L.F.de la Fuente Crespo, & F. San Primitivo.// Small Ruminant Research. - 2002. -№45. - P. 67-73.
9. Pirisi A., Lauret A., & Dubeuf J.P. Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality./ A.Pirisi, A.Lauret, & J.P.Dubeuf // Small Ruminant Research.- 2007.- № 68.- P. 167-178.

10. Bittante, G. Modeling rennet coagulation time and curd firmness of milk./ G.Bittante, // Journal of Dairy Science.- 2011. -№ 94, - P. 5821-5832.
11. Ferragina A., Cipolat-Gotet C., Cecchinato A., Pazzola M., Dettori M.L., Vacca G.M., et al. Prediction and repeatability of milk coagulation properties and curd-firming modeling parameters of ovine milk using Fourier-transform infrared spectroscopy and Bayesian models. / A.Ferragina , C.Cipolat-Gotet, A.Cecchinato, M.Pazzola, M.L.Dettori, G.M. Vacca// Journal of Dairy Science, - 2017. - №100.- P. 3526-3538.
12. Muldasheva A.Kh., Toxanbayeva B.O, Ospanov A.B., Zhakupova G.N., Bostanova S.K. Study of the composition and properties of sheep milk in Northern Kazakhstan. / A. Kh.Muldasheva, B.O. Toxanbayeva, A.B. Ospanova, G.N. Zhakupova, S.K. Bostanova// Eurasian Journal of Biosciences.- 2019 - Volume 13 Issue 2.- P. 1997-2000.

Материал редакцияға 30.01.20 түсті.

Г.Н. Жакупова, А.Х. Мулдашева

*Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина,
г. Нур-Султан, Казахстан*

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОВЕЧЬЕГО МОЛОКА

В работе представлены результаты исследования химического состава и физико-химических показателей молока овец Северного и Южного Казахстана. Химический состав овечьего молока рассмотрен в сравнении с коровьим молоком. Данные исследований показывают, что аминокислотный состав овечьего молока в 2-3 раза превышает состав коровьего, а такие аминокислоты как валин - в 9 раз, фенилаланин - в 4 раза. Исследуемое молоко обладает приятным внешним видом, однородной консистенцией и длительным сроком хранения.

Ключевые слова: молоко, овечье молоко, аминокислоты, овцеводство.

G.N. Zhakupova, A.H. Muldasheva

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan

STUDY OF BIOCHEMICAL COMPOSITION OF SHEEP MILK

The paper presents the results of a study of the chemical composition and physicochemical parameters of milk of sheep in Northern and Southern Kazakhstan. The chemical composition of sheep's milk is considered in comparison with cow's milk. Research data shows that the amino acid composition of sheep's milk is 2-3 times higher than that of cow's milk, while amino acids such as valine are 9 times higher and phenylalanine 4 times higher. The tested milk has a pleasant appearance, a uniform consistency and a long shelf life.

Keywords: milk, sheep milk, amino acids, sheep breeding.

УДК 65.63.03

Г.Н. Жакупова¹, А.Т. Сагандык², С.М. Томашинова³,
В.А. Серова³, Г.А. Нурбекова³

¹Канд. техн. наук, доцент, ²Докторант, ³Магистрант
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина,
г. Нур-Султан, Казахстан

Электронная почта: ¹gulmira-zhak@mail.ru, ²asema.bukeyeva@gmail.com,
³tomashinova96@mail.ru

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕЗОТХОДНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Представлены результаты анализа, которые были получены входе исследования влияния растительного компонента на изменение органолептических и физико-химических показателей творожных изделий и сывороточных напитков. Установлено, что сок ирги можно использовать как биологически активную добавку, которая повышает биологическую ценность и потребительские свойства продукта.

Ключевые слова: творог, ирга, молоко, творожная сыворотка, напитки.

Молочные продукты издавна считаются одними из самых востребованных продуктов питания в рационе человечества. Новинки в данной отрасли имеют ряд преимуществ и востребованность. Применение нетрадиционных методов в производстве молочных продуктов дают возможность к сбережению ресурсов.

Согласно современным представлениям науки о питании, творог как белковый продукт имеет большое значение для сбалансированного питания людей. В связи с этим вопрос о расширении ассортимента творога путем обогащения его различными наполнителями, обладающими комплексными вкусовыми, лечебно-диетическими и питательными свойствами, является актуальным. Одним из таких перспективных направлений расширения ассортимента является производство различных видов функциональных продуктов на молочной основе с добавлением растительных ингредиентов [1].

С течением обстоятельств и современного ритма жизни, факторы истощающие человеческий организм заметно возросли. В данном случае на помощь могут прийти добавки, содержащие большое количество питательных веществ, а также более гибкими и иммуно-повышающими действиями. БАДы являются ингредиентами немолочного происхождения, однако развитость нынешних технологии позволяют обогатить состав пищевых продуктов любыми методами.

Творог – превосходный белковый концентрат с большим количеством солей кальция и фосфора, без которых невозможно полноценное развитие костной системы. Эти же соли делают творог незаменимым продуктом для больных туберкулезом и страдающим анемией. В среднем содержание основных нутриентов в твороге составляет в 100 граммов продукта: белков - 9,0-18,0%, углеводов – 1,0-2,80% (плодово-ягодных видах творога достигает 12,5%), жиров – 0,60-18,0%, минеральных веществ – 1,0-1,20% [2].

Белок казеин является центральным, так как он вырабатывается при створаживании молока. В молоке он находится в связанном виде как соли

кальция (кезеинат), его свертывание происходит под действием протеолитических ферментов сычужного сока и молочнокислых бактерий. Его содержание от всех белков молока составляет – 78-87%. Температура разрыва узловых валентных связей казеина равняется 130°C, что указывает на его высокую термостойкость.

Казеин может заменить другие животные белки в питании людей, которые являются для них противопоказанными. Она понижает уровень холестерина в крови и предупреждает ожирение печени, которое может предстать в результате влияния на организм сильных токсинов и лекарственных препаратов. В твороге отсутствуют пурины, в отличие от мяса и рыбы, поэтому творог рекомендуют пожилым людям, у которых расстроен пуриновый обмен. Благодаря значительному содержанию белка, девять столовых ложек творога (300г) могут полностью покрыть суточную потребность человека в белке.

Творог не имеет ни тканевой, ни клеточной структуры. За счет этого он имеет преимущество перед такими источниками животного белка, как рыба, мясо и птица. Хлопья творога легко усваиваются и почти полностью перевариваются [3].

Творожные изделия, обогащенные злаковыми культурами и ягодами, улучшают деятельность желудочно-кишечного тракта, нормализуют перистальтику кишечника. А также регулирует функции нервной, пищеварительной, сердечно-сосудистой и мышечной системы [4].

При производстве творога образуется побочный продукт - творожная сыворотка. По данным исследований А.Г. Храмцова, А.Д. Лодыгина и Н.С. Донской установлено, что при переработке молока на творог и казеин в состав сыворотки практически полностью переходят водорастворимые витамины, частично - жирорастворимые, а также все незаменимые аминокислоты [5].

Проблема разумного использования молочной сыворотки существует во всех странах с высокой стадией развития молочной промышленности. В странах, характеризующийся современной технической базой (Франция, США, Швеция, Германия, Канада) молочная промышленность перерабатывает около 50-95% молочной сыворотки [6].

Отечественное производство перерабатывает около 20%. Остальная часть сливается в канализацию без обработки, тем самым нанося вред окружающей среде. Однако, по своему составу сыворотка является сырьём богатым аминокислотным и витаминным составом для производства продуктов на ее основе. Переработка сыворотки на сегодняшний день является актуальным решением, в ходе которого уменьшится выброс загрязняющих веществ в окружающую среду и повысится уровень предприятий молочной промышленности за счет безотходного производства.

Доцент Жакупова. Г.Н и др, провели исследование сывороточных напитков. Ими доказано целесообразность создания напитков с использованием сыворотки, как основного сырья и добавление растительных компонентов [7].

При производстве продуктов питания с повышенной биологической ценностью, в качестве обогащающих продуктов и биологически активных добавок, применяют овощные и плодовые наполнители которые являются источником пищевых волокон и витаминов [8,9]. В ходе исследования были

использованы плоды ирги, сочного растительного сырья северного Казахстана.

Ирга – род растений семейства розовые. Это листопадный кустарник или небольшое деревце с округлыми или овальными листьями, сверху темно-зелеными, снизу светло-зелеными, к осени становящимися темно-красными. Цветки мелкие белые или кремовые, без запаха, собраны в щитковидные кисти на концах побегов. Плоды – небольшие синевато-черные или красновато-фиолетовые ягоды с сизым налетом, сладкие на вкус [10].

Как и все ягоды синего цвета, ирга богата веществами с витаминной активностью, поэтому ее употребление полезно при ломкости сосудов, атеросклерозе, авитаминозах, сердечно-сосудистых и желудочно-кишечных заболеваниях. Ирга также полезна для предупреждения инфаркта миокарда и варикозного расширения вен.

Ягоды ирги содержат около 12% сахаров, органические кислоты не менее 1%, антоцианы, пектиновые вещества, флаванолы. На 100 г ягод приходится от 10 до 40 мг аскорбиновой кислоты. Фитостерины и кумарины также входящие в состав, понижают свертываемость крови [11].

Сейчас ирга распространена практически по всему миру. Известно 25 разновидностей ирги. Наибольшее количество видов ирги встречается в Северном Казахстане. Многие из них очень зимостойки, приспосабливается к окружающим условиям и легко дичает и растет.

Все виды ирги съедобны. Самые известные виды: ирга круглолистная, ирга гладкая, ирга побегоносная, ирга ольхолистная, ирга кроваво-красная, ирга средняя, ирга колосистая, ирга канадская [12,13].

Таким образом, вовлечение в пищевой оборот местного растительного сырья, в частности, плодов ирги, будет способствовать не только рациональному использованию природно-сырьевых ресурсов, но и наиболее полному удовлетворению потребностей населения в разнообразных и высококачественных продуктах питания.

Для характеристики творога и творожной сыворотки, как сырья, применялся описательный метод, основанный на определении органолептических показателей. Также наряду с этим были использованы общепринятые методики для определения физико-химических показателей.

Для подбора вкусовых компонентов, наиболее лучших по пищевой ценности и приемлемых по цене, был применен метод выбора компонентов в зависимости от их наличия и степени распространенности в рассматриваемой территории, а также состава и свойства. С помощью данного метода были выбраны широко распространенные в рассматриваемой территории вкусовые компоненты со сравнительно высокой пищевой ценностью.

В работе использовались следующие методы:

- титриметрический метод по ГОСТ 3624-92, ГОСТ 25555.0-82;
- потенциометрический метод по ГОСТ 26781-85;
- термометрический метод, термометр в оправе по ГОСТ 26654-85;
- рефрактометрический метод по ГОСТ 2856.2-90;
- органолептический метод по ГОСТ 34352-2017, ГОСТ 31453-2013.

Творог и опытные композиции творожных изделий и напитков на основе сыворотки с добавлением сока ирги были изготовлены в экспериментально производственном цехе по переработке молочной продукции Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина (Нур-Султан, Республика Казахстан). Исследование сырья и готовой

продукции было проведено в лаборатории кафедры технологии пищевых и перерабатывающих производств, технического факультета Казахского агротехнического университета им. С.Сейфулина (Нур-Султан, Казахстан).

Для исследования взято молоко жирностью 3,2%. Молоко исследовано в соответствии по ГОСТу (ГОСТ 31450-2013). Полученное молоко было сквашено закваской «viva». Закваска вводилась в дозе 5%. Для соответствия жирности творога ГОСТу (ГОСТ 31453-2013) в творог были добавлены сливки 20% жирности и жирность творога доведена до 5%. Сквашивание проводилось при температуре 28-32°C до кислотности сгустка 90-100°Т.

Входе исследований были определены органолептические характеристики и физико-химические показатели готового творога и творожной сыворотки, результаты которых приведены в таблицах 1,2,3,4.

Таблица 1

Органолептические показатели творога

Наименование показателя	Характеристика творога
Внешний вид и консистенция	Мягкая, мажущаяся или рассыпчатая с наличием или без ощутимых частиц молочного белка
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов
Цвет	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе

Таблица 2

Органолептические показатели творожной сыворотки

Наименование показателя	Характеристика молочной сыворотки
Внешний вид и консистенция	Однородная консистенция, допускается наличие осадка
Вкус и запах	Чистый кисловато-сладкий, со свойственным привкусом и запахом
Цвет	Желтый, с зеленоватым оттенком

Таблица 3

Физико-химические показатели творога

Творог	По ГОСТу 31453-2013	Опытный образец
Массовая доля жира, %	5	5
Кислотность, Т	не более 230	211
Массовая доля белка, %	не менее 16	15,5

Таблица 4

Физико-химические показатели творожной сыворотки

Сыворотка творожная		По ГОСТу 34352-2017	Опытный образец
Кислотность	°Т	не более 70	61
	pH	-	4,2
Массовая доля сухих веществ, %		не менее 5,0	5,8
Массовая доля белка, %		не менее 0,4	1,95
Массовая доля лактозы, %		не менее 3,5	3,7

Исследуемый творог и творожная сыворотка по органолептическим и физико-химическим показателям соответствовала требованиям стандартов ГОСТ 31453-2013 «Творог. Технические условия», ГОСТ 34352-2017 «Сыворотка молочная-сырье. Технические условия», что допускает их дальнейшее использование в качестве основного сырья.

Следующим этапом было исследование технологии приготовления творожного изделия и сывороточного напитка с соком ирги. Сок ирги получили посредством измельчения и отжатия ягод в соковыжималке, после чего его пастеризовали при температуре 80°C в течении 20 минут. Затем расчетное количество сока вносилось в творог и творожную сыворотку. В готовом продукте исследовали влияние растительного компонента на изменение органолептических и физико-химических показателей. Результаты исследований приведены в таблицах 5,6.

Таблица 5

Органолептические показатели готовых продуктов

Продукты	Показатели		
	Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет
Творожное изделие с соком ирги	Мягкая, немного мажущиеся	Чистый, чувствуется вкус ирги, сладковатый	Розовый
Сывороточный напиток с соком ирги	Жидкая, однородная консистенция, допускается выпадение осадка	Чистый, приятный, сладковатый с выраженным вкусом и запахом сока ирги	Бордовый

Таблица 6

Физико-химические показатели готовых продуктов

Продукты	Показатели				
	Кислотность		Влажность	Массовая доля белка, %	Массовая доля сахарозы, %
	pH	°T			
Творожное изделие с соком ирги	4,7	175	67	14,5	-
Сывороточный напиток с соком ирги	4,4	40	-	2,8	8,8

На основании теоретических и экспериментальных исследований были разработаны оптимальные способы повышения качества традиционного творога, позволяющий повысить его биологическую ценность и увеличить количество творога из единицы сырья.

Экспериментальные исследования показывают, что биологическую ценность продукта за счет включения в структуру творога и творожной сыворотки биологически активного компонента, такого как сок ирги, является целесообразным и требует более глубоких анализов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бузоверов, С.Ю. Повышение качественных характеристик творога путем обогащения его пищевыми волокнами [Текст] / С.Ю. Бузоверов, Е.Р. Панкрушина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015.– №7(129). – С.41-45.
2. Нуржанова, А. Технология молока и молочных продуктов [Текст]: учебник / А.Нуржанова; Реком. МОН РК для орг.техн. и проф.образов.– Астана: Фолиант, 2010. – 216 с.
3. Кольяшкин, М.А. Лечебное питание: домашний справочник [Текст] / М.А. Кольяшкин, Н.Н. Полушкина // Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 254 с.
4. Zhakupova G.N., Tomashinova S.M., Sagandyk A.T., Sataeva Zh.I., Nurbekova G.A The study of the effects of Nonconventional raw materials in technology of cottage cheese products //“The Europe and the Turkic World: Science, Engineering and Technology”: thes. sci. conf., Istanbul, Turkey, 1-3 May 2019./ Materials of the IV International Scientific-Practical Conference.-Istanbul, 2019.- V.1 p. 259-262.
5. Храмов, А.Г. Сыросточные белки молока как объект биологической обработки [Текст] / А.Г. Храмов, А.Д. Лодыгин, Н.С. Донской // Вестник СевКавГТУ. - 2007. - № 2. - С.11-16.
6. Laurens-Haffingh, A. Yogurt as probiotic carrier food / A. Lourens- Haffingh, B. Viljoen // International dairy journal. – 2001. - № 11. – P. 79.
7. Жакупова, Г.Н. Технология производства молочной продукции на основе применения фитосырья [Текст] / Г.Н. Жакупова, А.Т. Сагандык, А.Х. Мулдашева, В.А. Ивкина // Научный журнал «Интернаука». - 2019.- №12(94). – С. 47-49.
8. Ганина, В.И. Перспективы использования дикорастущего сырья в производстве функциональных пищевых добавок [Текст] / В.И. Ганина // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2006.- № 10. - С.9-14.
9. Голуб, О.В. Применение творожной сыворотки при производстве нового желеобразованного продукта [Текст] / О.В. Голуб // Проблемы и перспективы здорового питания: Сборник научных работ. Кемерово.- 2000.- С. 79-80.
10. Спиречев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов микроэлементами: современные медико-биологические аспекты [Текст] / В.Б. Спиречев, Л.Н. Шатнюк // Пищевая промышленность.- 2000.- №7.- С. 54-59.
11. Ручьева, О.И. Целебные ягоды [Текст] / О.И.Ручьева. – М., 2007. – 36 с.
12. Апсалямов, Н. Тенденции развития пищевой промышленности в Республике Казахстан [Текст] / Н.Апсалямов // Транзитная экономика. –2018. – № 5 (44). – С. 248-253.
13. Гаммерман, А.Ф. Дикорастущие лекарственные растения СССР [Текст] / А.Ф. Гаммерман, И.И. Гром. – М.: Медицина, 1976. – 288 с.

REFERENCES

1. Buzoverov C.Ju., Pankrushina E.R. Improving the quality characteristics of cottage cheese by enriching it with dietary fibers [in Russian] / C.Ju.Buzoverov, E.R. Pankrushina // Herald of the Altai state agrarian University. - 2015.- №7. - P. 45.
2. Nurzhanova A. Technology of milk and dairy products: tutorial [in Russian] / A.Nurzhanova; Recom. by MES of RK for techn.org. and prof. study.– Astana: Foliant, 2010. - 216 p.
3. Kolyshkin M.A. Clinical nutrition: home guidebook [in Russian] / M.A. Kolyshkin, N.N. Polusnkina // Rostov-on-don: Fenix,2009. – 254 p.
4. Zhakupova G.N., Tomashinova S.M., Sagandyk A.T., Sataeva Zh.I., Nurbekova G.A The study of the effects of Nonconventional raw materials in technology of cottage cheese products //“The Europe and the Turkic World: Science, Engineering and Technology”: thes. sci. conf., Istanbul, Turkey, 1-3 May 2019./ Materials of the IV International Scientific-Practical Conference.-Istanbul, 2019.- V.1 p. 259-262.
5. Khramcov A.G., Lodygin A.D., Donskoi N.S. Whey proteins of milk as an object of biological processing [in Russian] / A.G.Khramcov, A.D.Lodygin, N.S. Donskoi // Herald of NorthCaucasusNTU. - 2007. - № 2. - P. 11.

6. Laurens-Haffingh, A. Yogurt as probiotic carrier food / A. Lourens- Haffingh, B. Viljoen // International dairy journal. – 2001. - № 11. – P. 79.
7. Zhakupova G.N., Sagandyk A.T., Muldasheva A.Kh., Ivkina V.A. Technology of dairy production by using vegetative raw materials [in Russian] / G.N.Zhakupova, A.T.Sagandyk, A.Kh.Muldasheva, V.A.Ivkina // Scientific journal «Internauka». - 2019.- №12(94). – P. 47-49.
8. Ganina V.I. Prospects for using wild-growing raw materials in the production of functional food additives [in Russian] / V.I. Ganina // Storage and processing of agricultural raw materials. - 2006.- № 10. - P. 14.
9. Golyb O.V. The use of curd whey in the production of a new gelled product [in Russian] / O.V.Golyb // Problems and prospects of healthy nutrition: Collection of scientific papers. Kemerovo.- 2000.- P. 79-80.
10. Spirechev V.B., Shatnyk L.N. Fortification of food products with micronutrients: modern medical and biological aspects [in Russian] / V.B.Spirechev, L.N. Shatnyk // Food industry.- 2000.- №7.- P. 54-59.
11. Rucheveva O.I. Ручьева О.И. Medicinal berries [in Russian] / Rucheveva O.I. - Moscow.-2007. – P. 36.
12. Apsaljamov N. Trends in the development of the food industry in the Republic of Kazakhstan [in Russian] / N.Apsaljamov // Transit economy. -2018. -№ 5 (44). - P.248-250.
13. Gammerman A.F., Grom I.I. Wild medicinal plants of the USSR [in Russian] / A.F.Gammerman, I.I. Grom. – M.: Medicine,1976. – 288 p.

Материал поступил в редакцию 30.01.20.

Г.Н. Жакупова, А.Т. Сағандық, С.М. Томашинова, В.А. Серова, Г.А. Нурбекова

*Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы*

СҮТ ӨНІМДЕРІН ҚАЛДЫКСЫЗ ҚАЙТА ӨНДЕУДІҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Мақалада сүзбе өнімдері мен сарысудан дайындалған сусындардың органолептикалық және физикалық-химиялық көрсеткіштерінің өзгеруіне өсімдік компоненттерінің әсерін зерттеу негізінде алынған зерттеу қорытындылары көрсетілген. Ырғай шырынын өнімнің биологиялық құндылығы мен тұтынушылық қасиеттерін арттыратын биологиялық белсенді қоспа ретінде қолдануға болатындығы айқындалған.

Тірек сөздер: сүзбе, ырғай, сүт, сүзбе сарысуы, шырындар.

G.N. Zhakupova, A.T. Sagandyk, S.M. Tomashinova, V.A. Serova, G.A. Nurbekova

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

WASTE FREE INNOVATIVE TECHNOLOGY OF PROCESSING DAIRY PRODUCTS

There are presented the results of the analysis, that were obtained and investigated the impact of the plant component on the changes of organoleptic and physico-chemical parameters of cottage cheese products and whey drinks. It is established that shadberry juice can be used as a biologically active additive, which increases the biological value and consumer properties of the product.

Keywords: cottage cheese, shadberry, milk, cottage cheese whey, drinks.

УДК 664.66

С.Е. Ибраимова¹, Р.У. Уажанова², М.Р. Мардар³¹PhD докторант, ²Д-р техн. наук, и.о., профессора, ³Д-р техн. наук, профессор^{1,2}Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан³Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, УкраинаЭлектронная почта: canek21@mail.ru**МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ
ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

В статье представлены результаты маркетинговых исследований рынка хлебобулочных изделий и выявлены основные потребительские предпочтения жителей г. Алматы при выборе хлеба. Выявлено отношение потребителей к хлебу с добавлением натуральных добавок.

Ключевые слова: маркетинговые исследования, хлеб, можжевельник, анализ рынка, потребители.

В настоящее время проблема качества хлеба актуальна. Обусловлено это тем, что хлеб и хлебобулочные изделия являются основным продуктом питания человека, потребляемым ежедневно. За всю жизнь человек съедает в общей сложности 15 тонн хлеба, причем основная его часть потребляется не отдельно, а совместно с другими продуктами питания, то есть хлеб выступает как необходимая добавка почти к любой пище. При потреблении хлеба в организм человека поступают необходимые питательные вещества: белки, жиры, углеводы, клетчатка, витамины, минеральные компоненты и другие биологически активные вещества (БАВ) [1].

На сегодняшний день производители предлагают широкий ассортимент хлебобулочных изделий, который с каждым годом расширяется и дополняется. Потребителю предлагают продукцию различной формы, размера и цены, с включением обогащающих добавок и других факторов. В связи с вышесказанным, целью наших исследований является проведение маркетинговых исследований потребительских предпочтений при выборе хлеба и хлебобулочных изделий.

Маркетинговые исследования были проведены в ноябре и декабре 2019 года. В опросе принимали участие 100 респондентов – жители г. Алматы, возраста от 18 до 68 лет, среди которых 73% женщин и 27% мужчин, различного социального положения и достатка. Опрос проводили открытым методом и методом анкетирования по репрезентативной выборке.

В Казахстане хлеб является продуктом питания, который употребляют ежедневно (рис.1). Так, исследования потребительских предпочтений показали, что 54% респондентов покупает хлеб каждый день, 20% опрошенных – через день, 12% – три раза в неделю, 9% респондентов покупают хлеб два раза в неделю, 5% людей не покупают хлеб (опрошенные отмечали, что они пекут хлеб дома).

При маркетинговом исследовании было установлено, что 70% потребителей выбирают хлеб на основе пшеничной муки, 15% – на основе ржаной муки, 10% – ржано-пшеничной муки, остальные 5% потребителей

покупают хлеба на основе кукурузной или гречневой муки. В дальнейшем полученные результаты были использованы нами при разработке рецептуры новых видов хлеба.

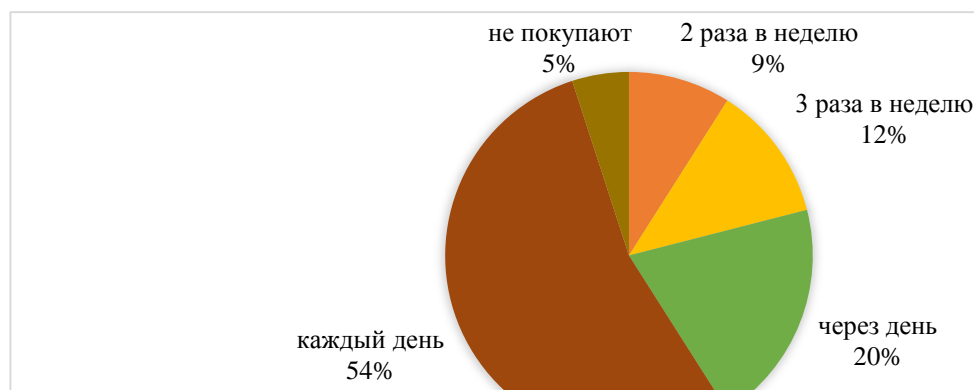


Рис. 1. Частота покупки хлеба и хлебобулочных изделий потребителями, %

Для определения, где в перспективе целесообразно будет реализовывать новый вид разрабатываемого хлеба, проведено исследование, которое показало, что 56% опрошенных приобретают хлеб в супермаркетах, специализированных магазинах. Остальные 44% предпочитают покупать хлеб в магазинах рядом с домом.

В ходе исследования выявлены основные факторы, влияющие на выбор потребителя при покупке хлеба. Самым важным критерием для 25% потребителей является свежесть. 18% респондентов отдают предпочтение при выборе хлеба – производителю. 16% обращают внимание на срок хранения и 16% – на внешний вид продукта. Состав изделия имеет значение для 13% респондентов, а пищевая ценность значима для 12% респондентов. Данные представлены на рис. 2.

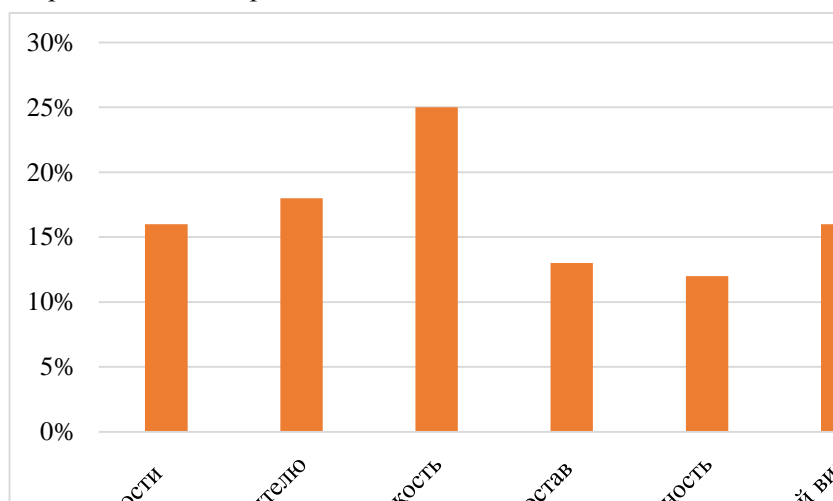


Рис. 2. Факторы, влияющие на выбор потребителей при покупке хлеба и хлебобулочных изделий

На вопрос: «Как Вы оцениваете качества хлеба, который реализуются в торговых сетях г. Алматы?», 69% респондентов ответили, что довольны качеством, 27% не удовлетворены качеством хлеба, и 4% опрошенных,

считают, что качество реализуемого хлеба зависит от фирмы-производителя (рис.3). При опросе потребители отмечали, что хотели бы видеть на прилавках магазинов хлеб улучшенного качества.

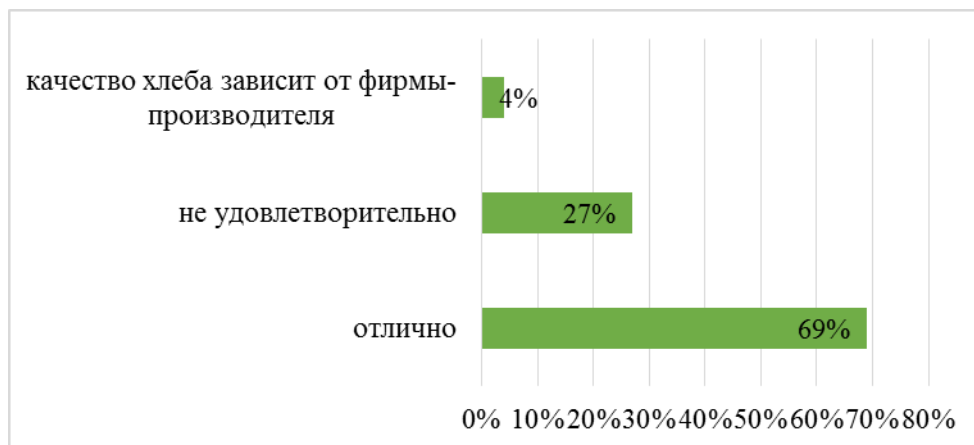


Рис. 3. Оценка качества хлеба потребителями, %

В ходе исследования выявлено, что в торговых сетях (по мнению 80% респондентов) хлеб функционального назначения представлен в недостаточном количестве. 20% респондентов в возрасте старше 50 лет отмечают, что национальный хлеб недостаточно представлен на прилавках магазинов г. Алматы.

88% опрошенных, как женщин, так и мужчин в возрасте от 25 до 49 лет считают целесообразным разрабатывать и выпускать новый хлеб функционального назначения на основе натуральных компонентов. 12% респондентов затруднились с ответом на данный вопрос. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности разработки нового вида хлеба функционального назначения и то, что он будет востребован на потребительском рынке Казахстана.

Один из основных принципов концепции здорового питания заключается в том, что продукты не только должны восполнять потребности человеческого организма в пищевых веществах и энергии, но и удовлетворять безопасность продукции. Все больше внимания уделяется разработке продуктов функционального назначения. Исследования в данном направлении продолжаются, поэтому список ингредиентов функционального назначения постоянно расширяется [2]. С целью повышения микробиологической, токсичной безопасности, улучшения пищевой ценности и органолептических показателей хлебобулочных изделий нами предложено использовать в их составе плоды можжевельника.

Можжевельник обыкновенный – вечнозелёный хвойный кустарник семейства кипарисовых или деревце с ветвистым стволом. Растение имеет игольчатые листья и ягдодовидные шишки с 1-3 семенами, чёрно-синие, часто с сизым налётом, созревают на второй год. Шишкоплоды можжевельника обыкновенного содержат до 2% эфирного масла, в состав которого входят пинен, кадинен, терпинеол, дипентен, борнеол, изоборнеол, цедрол и ряд органических кислот (яблочную, муравьиную, уксусную). Благодаря этим и другим соединениям плоды можжевельника обладают

противовоспалительными, диуретическими и бактерицидными свойствами [3]. В плодах можжевельника содержатся до 40% сахаров, около 9,5% смол, красящее вещество, жирное масло. Содержание общей золы в плодах не превышает 5%. В медицине шишкоплоды используют для приготовления мочегонных сборов [4]. Плоды можжевельника активно используются в лечении заболеваний печени, поджелудочной железы, органов дыхания, расстройства желудочно-кишечного тракта, болезни мочевыделительной системы и воспалительных процессов [4].

В связи с этим представляло интерес узнать, как потребитель отнесется к хлебу с включением натуральных добавок. Результаты опроса потребителей о добавках, какие они хотели бы видеть в новом хлебе функционального назначения, представлены на рисунке 4. 35% потребителей (большинство женщин в возрасте от 25 до 49 лет) хотели бы видеть новый хлеб с включением можжевельника. 25% респондентов предпочитают в качестве добавки отруби, 16% хотели бы видеть хлеб с включением БАВ, 7% с добавлением пастернака, 6% с добавлением зверобоя, 11% респондентов назвали другие виды добавок.

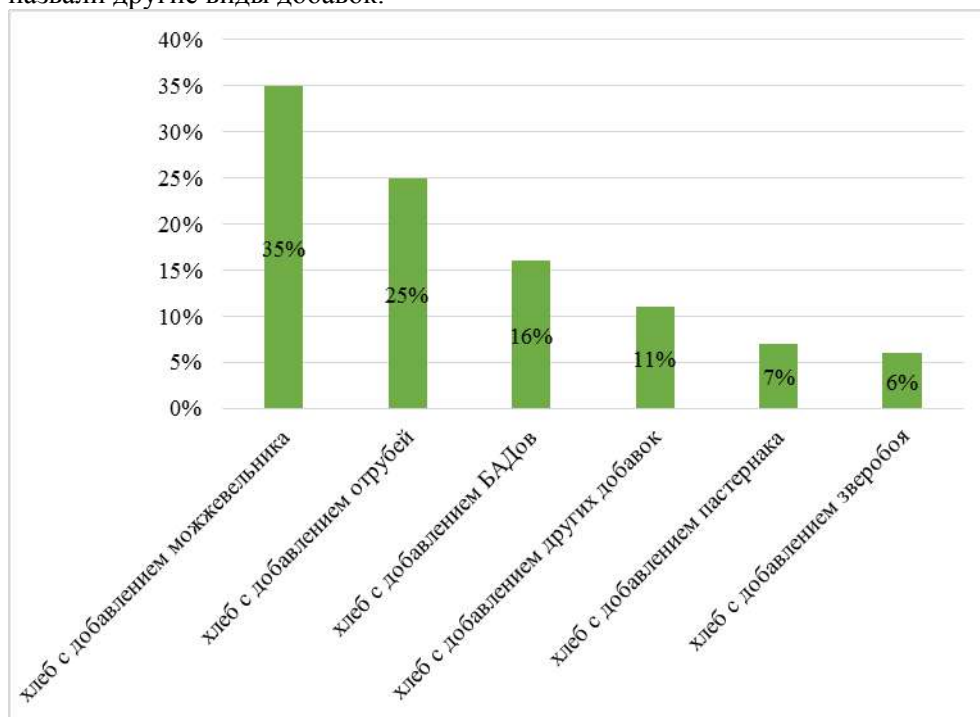


Рис. 4. Результаты опроса потребителей относительно добавок, которые они хотели бы видеть в новом виде хлеба

Таким образом, в настоящее время потребитель хлеба, хлебобулочных изделий стремится покупать высококачественные изделия широкого ассортимента, не затрачивая усилия на поиск мест покупки, приобретает их в непосредственной близости, обращает внимания на безопасность, срок хранения хлеба и хлебобулочной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нилова, Л.П. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров [Текст]: учебник / Л.П. Нилова. - 2-е изд. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 448 с.
2. Варивода, А.А. Технология функциональных продуктов [Текст]: учебное пособие / А.А. Варивода, Г.П. Овчарова. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2013. – 60 с.
3. Аспера. Каталог. Эфирные масла. Можжевельник обыкновенный [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.asperainfo.ru/about/>.
4. Гольдберг, Э.Д. Фитохимия и фармакологические свойства [Текст] / Э.Д. Гольдберг, А.И. Дыгай, В.И. Литвиненко. – Томск: Изд.-во ТУ, 1994. – 224 с.

REFERENCES

1. Commodity science and expertise of grain products [in Russian]: Textbook / L.P. Nilov. - 2nd ed. - M.: INFRA-M, 2011. - 448 p.
2. Varivoda A.A., Ovcharova G.P. Technology of functional products [in Russian]: Tutorial. - Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2013. - 60 p.
3. Aspera. Catalog. Essential oils. Juniper Common [Electronic Resource] - Access Mode: <http://www.asperainfo.ru/about/>
4. Goldberg, E.D. Phytochemistry and Pharmacological Properties [in Russian] / E.D. Goldberg, A.I. Dygai, V.I. Litvinenko. - Tomsk: Published by TU, 1994. - 224 p.

Материал поступил в редакцию 14.01.20.

С.Е. Ибраимова¹, Р.У. Уажанова¹, М.Р. Мардар²

¹Алматы технологиялық университеті, Алматы қ, Қазақстан

²Одесса тағамдар технологиясының ұлттық академиясы, Одесса қ, Украина

НАН-ТОҚАШ ӨНІМДЕРІН ТАҢДАУДА ТҰТЫНУШЫЛЫҚ АРТЫҚШЫЛЫҚТЫ МАРКЕТИНГТІК ЗЕРТТЕУ

Мақалада Алматы қаласы тұрғындарының нан таңдау кезінде негізгі тұтынушылық талғамдары анықталды және нан-тоқаш өнімдерінің нарығын маркетингтік зерттеу нәтижелері көрсетілді. Табиғи қоспалар қосылған нанға тұтынушылардың ұстанымы анықталды.

Тірек сөздер: маркетингтік зерттеу, нан, арша, нарықтық талдау, тұтынушылар.

S.E. Ibraimova¹, R.U. Uazhanova¹, M.R. Mardar²

¹Almaty technological University, Almaty, Kazakhstan

²Odessa national Academy of food technologies, Odessa, Ukraine

MARKETING RESEARCH OF CONSUMER PREFERENCES WHEN CHOOSING BAKERY PRODUCTS

The article presents the results of marketing research on the market of bakery products and identifies the main consumer preferences of residents of Almaty when choosing bread. Revealed the attitude of consumers to bread with the addition of natural additives.

Keywords: marketing research, bread, juniper, market analysis, consumers.

ЭОЖ 664.6/.7

Р.Т. Қауымбаев¹, М.Ш. Шардарбек², Н.А. Кембаев³, Ә. Уәлихан⁴

¹PhD дә-р, ²Техн. ғылымдары канд., доцент, ³Аға оқытушы, ⁴Студент
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

САУДА ЖЕЛІЛЕРІНДЕ САТЫЛАТЫН ӘРТҮРЛІ МАКАРОН ӨНІМДЕРІНІҢ САПАСЫНА САЛЫСТЫРМАЛЫ БАҒАЛАУ ЖҮРГІЗУ

Жұмыста Тараз қаласының бөлшек сауда желілерінде сатылатын әртүрлі отандық өндірушілердің макарон өнімдерінің сапаларына тауарлық тұрғыдан жан-жақты талдау жүргізілді. Нәтижесінде органолептикалық және физикалық-химиялық жолдармен макарон өнімдерінің сапалық көрсеткіштері анықталды.

Тірек сөздер: макарон өнімдері, стандарт, сапа, дәрумен, сұрып, органилептикалық көрсеткіш, тағамдық және энергетикалық құндылық, ұзын вермишель, спагетти.

Макарон өнімдері - арнайы тартылған бидай ұнынан түтікше, таспа жіптері және әртүрлі фигуралар түрінде жасалған және 13% ылғалдылыққа дейін кептірілген өнімдер [1]. Олар жақсы сақталады, тасымалданады, олардан тамақ дайындау жылдам және қарапайым, сондай-ақ жоғары құнарлы құндылықпен және жақсы сіңімділігімен сипатталады.

Макарон өнімдері өте танымал және ыңғайлы азық-түлік және кез-келген отбасының рационына кіреді. Олар салыстырмалы азық-түлік құндылығына ие, бағасы бойынша қол жетімді, тез және оңай дайындалады, құрғақ күйінде қасиеттерін өзгертпей ұзақ сақталады, етпен, ірімшікпен, жұмыртқамен, көкөністермен, әртүрлі тұздықтар мен дәмдеуіштермен тамаша үйлеседі. Тұтынушылар арасында макарон өнімдері үнемі жоғары сұранысқа ие [2].

Макарон өнімдері ең көп таралған азық-түлік – нан өнімімен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие. Макарон өнімдері сақтау кезінде нан сияқты көгеріп кетпейді және кептірілген нанмен салыстырғанда гигроскопиялығы төмен, жақсы тасымалданады, дәмдік және қоректік қасиеттерінің нашарлауынсыз сақталады (бір жылға дейін және одан да көп). Макарон өнімдері тағамдық құндылығы бойынша бидай нанынан асып түседі, өйткені оларды құрамында ақуыз заттары бар бидай ұнынан дайындайды. Оларда 9-13% ақуыз, 75-79% сіңірілетін көмірсулар, 0,9% майлар, 0,6% минералды заттар және В1, В2, РР және басқа да дәрумендер бар. Макарон өнімдерінің калориялығы 360 ккал/100 г құрайды. Адам ағзасында макарон өнімдерінің ақуыздары 85%-ға, көмірсулар 98%-ға және майлар 95%-ға дейін сіңіріледі. Олардан тағамды тез дайындауға болады, себебі пісіру ұзақтығы 5-15 мин [3].

Кейбір елдерде қолданылатын шикізатқа байланысты макарон өнімдерін санаттау стандарттары қабылданған, мысалы, біздің елімізде стандарт арқылы А, Б, В топтарына (бидай сұрыптарына байланысты) және жоғары, бірінші және екінші сұрыпты (ұн сұрыптарына байланысты) бөлінеді:

- А тобы: жоғары, бірінші және екінші сұрыпты қатты бидай ұнынан дайындалған макарон өнімдері;

- Б тобы: жоғары және бірінші сұрыпты жұмсақ шыны тәрізді бидай ұнынан дайындалған макарон өнімдері;

- В тобы: жоғары және бірінші сұрыпты бидай ұнынан дайындалған макарон өнімдері.

Бидайдың қатты сұрыптарында жұмсақ сұрыптарына қарағанда, балауыз мөлшері көп, ал крахмал мөлшері аз. Олардан жасалған макарон өнімдері неғұрлым төмен гликемиялық индекске ие.

Кейбір елдерде (мысалы, Италияда) ел ішінде сатуға арналған макарон өнімдерін тек қатты бидай сұрыптарынан (Қазақстандағы А тобына ұқсас) дайындауға рұқсат етіледі, алайда экспортқа бидайдың әртүрлі сұрыптарынан дайындалуы мүмкін.

Дайындау тәсілдері бойынша жаңа піскен, әдетте жұмыртқа араластырылған және құрғақ өнімдер болып бөлінеді.

Дайын болу дәрежесі бойынша макарон өнімдері олардың түрі мен жергілікті дәстүрлеріне байланысты әртүрлі болуы мүмкін. Италияда *al dente* («тіске арналған») деңгейіне дейін дайындау стандартты болып табылады, яғни бұйымның ең ортасы аздап пісірілмеген және қатты болып қалады. Кейбір елдерде, соның ішінде біздің елімізде осындай тәсілмен дайындалған өнімдер пісірілмеген болып саналады.

Макарон өнімдерінің ең көп тараған тобы – тұтастай бүтін (спагетти) немесе түтікше (макарондар) өнімдер, яғни ұзындықтары 15 см кем емес, өте кішкентай, әдетте бұйымның диаметрі 1-2 мм (немесе оның қабырғаларының қалыңдығы, егер түтік тәрізді болса).

Италияда макарон өнімдерінің көптеген түрлерінің аттары олардың формалары мен өлшемдеріне сай аталады.

Макарон өнімінің атауының соңы өнімнің өлшеміне қатысты болады, яғни: *oni* – үлкен, *ette* немесе *etti* – кішкентай, *ini* - өте кішкентай.

Егер кеден одағында тамақ өнімдерінің (соның ішінде макарон өнімдері) жекелеген түрлеріне техникалық регламенттерде арнайы талаптар көрсетілмесе, онда өнім құрамына кіретін компоненттер оны өндіру кезінде салмақтық үлесінің кему тәртібімен көрсетіледі. Осы компоненттердің алдында тікелей «құрам» деген жазу орналастырылуы тиіс.

Макарон өнімдерін таңбалау кезінде мынадай мәліметтер қамтылуы тиіс: өнімнің атауы; өнімнің құрамы; өнімнің саны; өнімді дайындау күні; өнімнің жарамдылық мерзімі; өнімді дайындаушының атауы және орналасқан жері, сондай-ақ Кеден одағының КО ТР 022/2011 «Азық-түлік өнімдері және оларды таңбалау» Техникалық регламентінде белгіленген жағдайларда, дайындаушы уәкілеттік берген тұлғаның атауы және орналасқан жері, импорттаушы ұйымның атауы және орналасқан жері; өнімді пайдалану, оның ішінде дайындау жөніндегі ұсынымдар немесе шектеулер; КО ТР 022/2011 «Азық-түлік өнімдері оны таңбалау» 4,9-бөлігінің ережелерін ескере отырып, өнімнің тағамдық құндылығының көрсеткіштері; өнімде гендік түрлендірілген организмдерді (ГМО) колдана отырып алынған компоненттердің болуы туралы мәліметтер; Кеден одағына мүше мемлекеттердің нарығындағы өнім айналымының бірыңғай белгісі [4].

Бірқатар елдерде макарон өнімдерінің тағамдық құндылығы стандартталған, мысалы, Қазақстан Республикасында белгіленген: 100 г дайындалмаған (шикі) макарон өнімдерінде 10,4 г-нан 11,8 г-ға дейін ақуыз (соялық өнімдерде -14,3 г), 1,1 г-нан 1,8 г-ға дейін майлар (сүтті өнімдерде -

2,9 г), 64,5 г-нан 71,5 г-ға дейін көмірсулар болуы тиіс, энергетикалық құндылықтары - 327-344 ккал шамасында [5].

Пайдалану үшін пісіріліп, дайындалған макарон өнімдерінде (85 г - бұл бір адамға арналған порция) шамамен келесі заттар болуы керек:

Көрсеткіштер	Тәрелкедегі макарон	Күндік норма
Килокалория	297	2000
Ақуыздар	10,2 г	75 г
Майлар	1,3 г	67 г
Қаныққан майлар	0,3 г	22 г
Көмірсулар	61,4 г	275 г
Қант	0,9 г	30 г
Диеталық талшық	2,5 г	30 г
Натрий	2 мг	< 2,4 мг

Бұл жұмыстың мақсаты Тараз қаласының бөлшек сауда желілерінде сатылатын әртүрлі отандық өндірушілердің макарон өнімдерінің сапаларын тауарлық тұрғыдан жан-жақты талдау болып табылады.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер анықталды, яғни:

- бөлшек сауда желісінде сатылатын әртүрлі отандық өндірушілердің макарон өнімдерінің сапасын анықтау;

- отандық макарон өнімдерінің сапасына салыстырмалы бағалау жүргізу;

- зерттелетін отандық макарон өнімдерінің тауарлық бағасын негіздеу.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Жұмыста арнайы зерттеу объектілері ретінде, келесі атауларға ие, Қазақстан Республикасында кеңінен қолданыста бар, отандық макарон өндіруші кәсіпорындардың шығаратын макарон өнімдерінің төмендегідей түрлерінің ішінен 3 түрлі үлгілері таңдап алынды, яғни:

1) «Ұзын вермишель», дайындаушы кәсіпорын «БК Рола-Ян» ЖШС, Жамбыл облысы, Байзақ ауданы, Қызыл жұлдыз ауылы;

2) «Сұлтан» макарону, өндіруші кәсіпорын «Сұлтан элеватор-диірменді-макарон кешені» АҚ, Петропавл қаласы;

3) «Кэмми» макарону, әзірлеуші-кәсіпорын «Кэмми Group» ЖШС, Павлодар қаласы.

Аталған макарон өнімдері үлгілерінің сапаларына сараптамалық бағалау жүргізу М.Х.Дулати атындағы ТарМУ-нің «Стандартау және метрология» кафедрасының оқу зертханасында орындалды.

Макарон өнімдерінің сапасын органолептикалық жолмен бағалау кезінде мынадай сапалық көрсеткіштер анықталды, яғни Қазақстанда шығарылған макарон өнімдерінің түрлері-түстері, беттерінің жай-күйі, пішіндері, дәмі мен иісі, пісіруден кейінгі макарон өнімдерінің жай-күйі.

Физикалық-химиялық көрсеткіштері бойынша бұйымдардың ылғалдылығы мен қышқылдығы; пісіру суына өткен құрғақ зат; қайнатылған бұйымдар формасының сақталуы; металл магнитті қоспа; астық қорының қаншалықты зиянкестерімен залалдануы мен ластануы анықталды.

Зерттеу нәтижелері. Макарон өнімдерін органолептикалық зерттеу негізінде алынған нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1

Өнімдер сапасының органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштер аттары	Сипаттамасы мен нормасы			
	МЕМСТ 31743-2012 бойынша нормасы	Нақты макарон бұйымдарында		
		«Ұзын вермишель»	«Сұлтан»	«Кэмми»
Түсі	Ұн сұрыбына сәйкес. Өнім түсі қосымша шикізатты пайдалану кезінде шикізат түріне байланысты өзгереді.	Ашық-сары	Ашық-янтарлы	Янтарлы
Бегі	Тегіс. Кедір-бұдыр болуына да рұқсат.	Тегіс	Тегіс	Тегіс
Сынуы	Шынытәріздес	Шынытәріздес	Шынытәріздес	Шынытәріздес
Формасы	Өнімнің типіне сәйкес	Жіптәріздес	Жіптәріздес	Фигуралы
Дәмі	Осы бұйымға тән, бөтен дәмі жоқ	Өзіне тән, бөтен дәмсіз	Өзіне тән, бөтен дәмсіз	Өзіне тән, бөтен дәмсіз
Иісі	Өзіне тән, бөтен иіссіз	Өзіне тән, бөтен иіссіз	Өзіне тән, бөтен иіссіз	Өзіне тән, бөтен иіссіз
Қайнатқаннан кейінгі күйі	Дайын болғанға дейін қайнату кезінде өзара бір-біріне жабысып қалмаулары тиіс	Жабысып қалмайды	Жабысып қалмайды	Жабысып қалмайды

Жоғарыдағы кестеден (1-кесте) көрініп тұрғандай, сыналған өнімдерден органолептикалық сапа көрсеткіштері бойынша ауытқулар анықталған жоқ. Барлық үлгілердің дәмдері мен иістері өздеріне тән, бөтен дәмдері және иістері жоқ. Үлгілердің беттері - тегіс, түстері шыны тәріздес, ал формалары өнімдерге сәйкес, яғни жіп тәріздес немесе фигуралы. Қайнатып пісіргеннен кейін өнімдер жабысып қалмайды.

Кесте 2

Физикалық-химиялық сапа көрсеткіштері

Көрсеткіштер аттары	Сипаттамасы мен нормасы			
	МЕМСТ 31743-2012 бойынша нормасы	Нақты макарон бұйымдарында		
		«Ұзын вермишель»	«Сұлтан»	«Кэмми»
Өнімнің ылғалдылығы, %, артық емес	13	8,9	9,5	9,0
Өнімнің қышқылдығы, град, артық емес	4	2,0	2,5	2,1
Қайнаған суға өткен құрғақ зат, %, артық емес	6,0	4,0	4,7	5,5
Піскен өнім формасының сақталуы, %, артық емес	100	100	100	100
Металлмагнитті қоспалар, %, артық емес	3,0	жоқ	жоқ	жоқ
Астықтың зиянкестермен залалдануы және ластануы	жіберілмеді	жоқ	жоқ	жоқ

2-кестеден көрініп тұрғандай, үлгілердегі барлық физикалық-химиялық көрсеткіштер қалыпты жағдайда тұрғанын байқауға болады. Келтірілген үлгілердің ылғалдылығы 8,9-ден 9,8%-ға дейін, ал қышқылдығы 2,0-ден 2,5-ға дейін. Қайнатылып пісірілген өнімдер формаларының барлық үлгілерінде сақталуы 100-ге тең, металл магниттік қоспа, астық қорының зиянкестерімен залалдануы және ластануы бекітілген нормаға сәйкес келеді.

Қорытынды. Осылайша, зерттеулерді қорытындылай келе, мынадай нәтижелерге қол жеткізілді, яғни сапаларының органолептикалық және физикалық-химиялық көрсеткіштері бойынша, таңбалану толықтығы мен қаптамаларының сапалары бойынша сынаққа түскен жоғары сұрыпты макарон өнімдері, А тобындағы: «БК Рола-Ян» ЖШС (Жамбыл облысы, Байзақ ауданы, Қызыл жұлдыз ауылы) кәсіпорынының «Ұзын вермишель» өнімі, «Сұлтан элеватор-диірменді-макарон кешені» АҚ (Петропавл қаласы) макарон фабрикасының «Сұлтан» өнімі және «Кэмми Group» ЖШС (Павлодар қаласы) кәсіпорынының «Кэмми» фигуралы өнімі МЕМСТ 31743-2012, КО ТР 022/2011 және КО ТР 005/2011 құжаттарының талаптарына сәйкес келеді.

«БК Рола-Ян» ЖШС (Жамбыл облысы, Байзақ ауданы, Қызыл жұлдыз ауылы) кәсіпорынының «Ұзын вермишель» өнімі басқаларымен салыстырғанда неғұрлым тартымды сыртқы түрімен, түсімен, дәмімен және иісімен, сондай-ақ пісірілген бұйымдардың пішінін сақтауымен және физикалық-химиялық көрсеткіштері бойынша анағұрлым жоғары қасиеттерімен ерекшеленді, яғни ылғалдылығы – 8,9%; қышқылдығы – 2,0; қайнатып-пісіру суына өткен құрғақ зат басқа зерттеу нысандарымен салыстырғанда 4,0%.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. ГОСТ 31743-2012. Изделия макаронные. Общие технические условия [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 2013. – 8 с.
2. Кондрашова, Е.А. Товароведение продовольственных товаров [Текст] / Е.А.Кондрашова. - Москва: Альфа-М, 2007. – 300 с.
3. Нилова, Л.П. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров [Текст] / Л.П.Нилова. - Санкт-Петербург: ГИОРД, 2007. – 416 с.
4. Кеден одағының техникалық регламенті КО ТР 022/2011 «Азық-түлік өнімдері және оларды таңбалау» [Электронный ресурс]. – Қол жетімділік режимі: <http://www.tsouz.ru/db/markirovka/techreglam.pdf>.
5. ГОСТ 51865-2002. Изделия макаронные. Общие технические условия [Текст] / [?].

REFERENCES

1. GOST 31743-2012. Pasta products. General specifications [in Russian]. - Moscow: publishing house of standards, 2013. – 8 p.
2. Kondrashova, E. A. commodity science of food products [in Russian] / E.A. Kondrashova. - Moscow: Alfa-M, 2007. – 300 p.
3. Nilova, L. p. commodity science and expertise of grain products [in Russian] / L.P. Nilova. - Saint Petersburg: GIORД, 2007. – 416 p.
4. Caden odaini technical reglament TO TR 022/2011 "Food products in part of its marking" [Electronic resource]: – Mode of access: <http://www.tsouz.ru/db/markirovka/techreglam.pdf>.
5. GOST 51865-2002. Pasta products. General specifications [in Russian] / [?].

Материал редакцияға 03.02.20 түсті.

Р.Т. Кауымбаев, М.Ш. Шардарбек, Н.А. Кембаев, А. Уалихан

Таразский государственный университет им.М. Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАЗЛИЧНЫХ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В ТОРГОВЫХ СЕТЯХ ГОРОДА ТАРАЗ

В работе представлены результаты анализа качества макаронных изделий различных отечественных производителей, реализуемых в розничных сетях г. Тараз. В результате сравнительной оценки выявлены качественные сведения макаронных изделий по их органолептическим и физико-химическим показателям. Полученные на анализ макаронные изделия соответствуют требованиям ГОСТ 31743-2012, ТР ТС 022/2011 и ТР ТС 005/2011 и могут быть распространяются без ограничений.

Ключевые слова: макаронные изделия, стандарт, качество, витамин, сорт, органолептический показатель, пищевая и энергетическая ценность, длинная вермишель, спагетти.

R.T. Kauymbaev, M.Sh. Shardarbek, N.A. Kembaev, A. Ualikhan

Taraz state University named of M.H.Dulati, Taraz, Kazakhstan

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF VARIOUS MACARONI PRODUCTS SOLD IN TARAZ CITY RETAIL CHAINS

The paper provides a detailed analysis of the quality of pasta from various domestic manufacturers sold in retail chains in Taraz. As a result, the qualitative indicators of macaroni products were identified by organoleptic and physical-chemical methods. The macaroni products obtained for analysis meet the requirements of GOST 31743-2012, TR CU 022/2011 and TR CU 005/2011 and can be sent to retail chains without restrictions.

Keywords: macaroni products, standard, quality, vitamin, variety, organic therapeutic index, food and energy value, long vermicelli, spaghetti.

ӘОЖ 664.5

А.Н. Серикбаева¹, Б.Т. Тнымбаева², М.Р. Мардар³

¹PhD докторант, ²Техн. ғылымдары канд., ³Техн. ғылымдары д-ры., профессор

^{1,2}Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан,

³Одесса тағамдар технологиясының ұлттық академиясы, Одесса қ., Украина

Электрондық пошта: ¹ayana-sn@mail.ru

ӨНГЕН ЖАСЫЛ ҚАРАҚҰМЫҚ НЕГІЗІНДЕГІ ДӘМДІК ДӘМДЕУІШТІ ДЕГУСТАЦИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ

Мақалада өнген жасыл қарақұмық негізіндегі дәмдік дәмдеуіштің зерттелетін үлгілерін дегустациялық бағалау нәтижелері келтірілген. Жүргізілген талдау нәтижелері бойынша зерттелетін үлгілердің сапасын органолептикалық бағалау профилограммасы құрылды.

Тірек сөздер: дегустация, балдық баға, органолептикалық бағалау, дәмдік дәмдеуіш, өнген дәндер, жасыл қарақұмық.

Халықты жоғарғы сапалы өнімдермен қамтамасыз етуде тамақ-концентрат өнеркәсібі маңызды рөл атқарады.

Дәмдеуіштер - дайын тағамдарға: салаттар мен бірінші тамақтардан десерттерге дейін арналған көптеген рецепттердің міндетті компоненті. Дәмдеуіштер - бұл күшті татымды хош иіске ие және көбінесе өткір, күйдіргіш дәмі бар өсімдіктерден жасалатын өнімдер. Олар тағамның дәмін жақсартады және оның сіңуіне ықпал етеді, өйткені олар көптеген ферментативті процестердің катализаторы болып табылады және тұтастай зат алмасуды белсендіреді. Дәмдеуіштер ағзадан токсиндерді шығарып, ағзаның қорғаныс функцияларын арттыруда маңызды рөл атқарады. Соңғысы олардың компоненттік құрамына байланысты бактерицидтік және антиоксиданттық қасиеттерін көрсететіндігімен түсіндіріледі [1].

Тағамдық құндылығы жоғары дәмдеуіштердің ассортиментін кеңейту үшін, өнген жасыл қарақұмық негізіндегі дәмдеуіштердің жаңа түрі дайындалды. Жасыл қарақұмық құрамында дәрумендер, минералды элементтер, ақуыздар, маңызды амин қышқылдары теңгерімді түрде кездеседі, құрамында фитостеролдар, көмірсулар (талшықтар мөлшері жоғары), сонымен қатар ағзаның толыққанды жұмыс істеуі үшін қажетті пуриндер бар. Өнген дәндердің тағы бір маңызды мәні - бұл антиоксиданттық қасиеттер. Жасыл қарақұмық қандағы холестерин деңгейіне жауап береді, қан тамырларын тазартуға көмектеседі, ағзадан токсиндерді шығарады және қан ұйығыштарының пайда болу қаупін азайтады. Сонымен қатар, темірдің жоғары концентрациясы қандағы гемоглобиннің көбеюіне ықпал етеді [2,3].

Жаңа өнімді жасау кезінде органолептикалық сапаны бағалау маңызды болып келеді. Бұл сыртқы түрі, дәмі, иісі, түсі және құрылымы сияқты өнімдердің органолептикалық сипаттамалары тұтынушы үшін өте маңызды болып табылады, себебі тез, ешқандай физикалық және химиялық зерттеулерсіз өнім сапасы туралы жалпы түсінік береді. Дәл осы көрсеткіштер тұтынушыға психологиялық әсер етеді, нәтижесінде ол соған сүйене отырып өз таңдауын жасайды [4].

Алдымен органолептикалық бағалау жүргізу үшін дәмдеуіштердің жаңа түрлерінің сапасын органолептикалық бағалаудың баллдық шкаласын әзірледік (1-кесте).

Әзірленген баллдық шкала негізінде Одесса тағамдар технологияларының ұлттық академиясында (Украина) дегустациялық комиссия мүшелері өнген жасыл қарақұмық негізіндегі дәмдік дәмдеуіштің жаңа түріне дегустация жүргізді. Дәмдеуіш Алматы технологиялық университетінің «Тағам өнімдерінің қауіпсіздігі және сапасы» кафедрасының зертханалық жағдайында жасалған. Жаңа дәмдік дәмдеуіштерді әзірлеу кезінде негізгі компонент ретінде «Богатырь» сұрыпының өнген жасыл қарақұмық дәні пайдаланылды. Дәмдеуішке, сонымен қатар кептірілген көкөністер (сәбіз, асқабақ, сарымсақ), кептірілген шөптер (балдыркөк, насыбайгүл, орегано, аскөк), дәмдеуіштер (имбир, куркума, карри, паприка, кориандр) кірді.

Кесте 1

Өнген жасыл қарақұмық негізіндегі дәмдік дәмдеуіштердің
органолептикалық көрсеткіштерінің 5-баллдық шкаласы

Бал- дық баға	Коэф- фи- циент	Көрсеткіш
Сыртқы түрі		
5	0,15	Шашыраңқы, біртекті, ұнтақ тәрізді, бөгде қоспаларсыз
4		Шашыраңқы, кішкене біртексіздеу, ұнтақ тәрізді, бөгде қоспаларсыз
3		Шашыраңқы, кішкене біртексіздеу, кішкене түйіндердің болуы, бөгде қоспаларсыз
2		Шашыраңқы емес, біртексіз, түйіндердің болуы, бөгде қоспалардың болуы
1		Шашыраңқы емес, біртексіз, жабысқақ, бөгде қоспалардың болуы
Түсі		
5	0,15	Ашық қызғылт-сарыдан қою қызғылт-сарыға дейін
4		Қызғылт-сарыдан қою қызғылт-сарыға дейін
3		Қою қызғылт-сарыдан ашық қоңырға дейін
2		Ашық қоңырдан қою қоңырға дейін
1		Қою қоңыр, кара дақтардың болуы
Дәмі		
5	0,3	Дәмі татымды қоспаның рецептуралық құрамына тән. Әлсіз тәтті/ әлсіз татымды/ әлсіз күйдіргіш/әлсіз күкіртті/ сергіткіш, әлсіз ағашты, көк шөпті, әлсіз өткір, әлсіз ауыз қуыратын, әлсіз ащылау, үйлесімді, флейвор, бөгде дәмсіз
4		Тәттілеу және әлсіз күйдіргіш, бөгде дәмсіз, жеңіл қышқыл дәм сезіледі, ағашты, ащылау
3		Әлсіз күйдіргіш, бөгде дәмсіз, ауыз қуыратын, өткір, күкіртті, қышқылды, тәтті дәмнің сезілуі
2		Ашып кеткен және күйдіргіш, бөгде дәм сезіледі, жағымсыз, ащы.
1		Ашып кеткен, қышқыл, жағымсыз бөгде дәмнің болуы
Хош иісі		
5	0,2	Хош иісі татымдақтарғы, көк шөптерге тән, бөгде иіссіз, татымды, әлсіз тәтті, сергіткіш, әлсіз ағашты, көк шөпті, әлсіз өткір, әлсіз ауыз қуыратын, әлсіз ащылау, үйлесімді, флейвор.
4		Хош иісі тәттілеу, татымды, жеңіл қышқыл иіс сезіледі, бөгде иіссіз, ауыз қуыратын, өткірлеу, ащылау
3		Хош иісі қышқылдау. Бөгде иістің болуы, ащылау, өткір
2		Хош иісі татымдықтарға тән емес, бөгде иістің болуы
1		Хош иісі татымдықтарға тән емес, жағымсыз, бөгде иістің болуы

Дегустацияға дәмдеуіштің төрт үлгісі ұсынылды:

- №1 үлгі: 20% өнген жасыл қарақұмық қосылған;
- №2 үлгі: 30% өнген жасыл қарақұмық қосылған;
- №3 үлгі: 40% өнген жасыл қарақұмық қосылған;
- №4 үлгі: 50% өнген жасыл қарақұмық қосылған.

Өнген жасыл қарақұмық негізінде дәмдік дәмдеуіштер дегустациясын ГОСТ 28875-90 «Дәмдеуіштер. Органолептикалық көрсеткіштерді анықтау үшін қабылдау және талдау әдістері» бойынша жүргізілді. Әдіс органолептикалық көрсеткіштерін анықтау үшін сыртқы түрін (формасы, түсі), иісін, дәмдеуіштердің дәмін бағалаудан тұрады.

Дегустациялық комиссияның нәтижелері 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2

Дегустациялау нәтижелері

Үлгілер	Орташа бағалау, баллдары				
	Сыртқы түрі	Түсі	Хош иісі	Дәмі	Барлығы
Үлгі №1	4,6±0,69	4,3±0,65	4,5±0,90	4,5±1,35	18
Үлгі №2	4,6±0,69	4,8±0,72	4,8±0,96	4,8±1,44	19
Үлгі №3	4,3±0,65	4,1±0,61	4,5±0,90	4,1±1,23	17,6
Үлгі №4	4,1±0,61	4,0±0,60	4,6±0,92	4,1±1,23	17,1

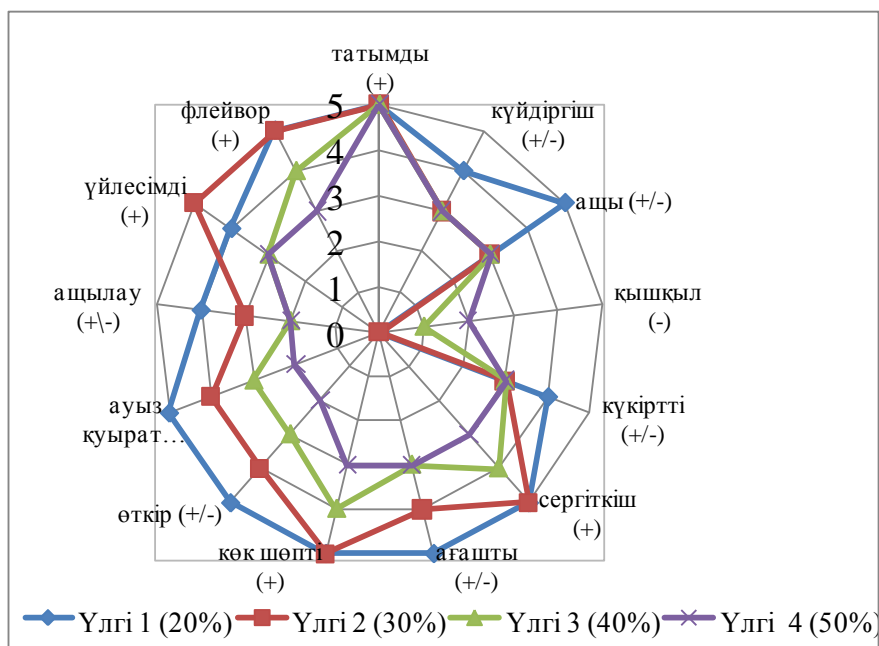
Дегустация жүргізу кезінде сарапшылар барлық үлгілердің шашылмалы, біртекті ұнтақ тәрізді екенін атап өтті. Айырмашылығы үлгілердің түсінде байқалды, атап айтқанда, №1 үлгі басқа үлгілерге қарағанда сарғыш түске ие болды. Бұл дәмдеуіште кептірілген сәбіз бен асқабақтың болуымен байланысты. 50% қарақұмық қосылған үлгісі (№4 үлгі) басқа үлгілерге қарағанда ашық реңкке ие, дәмі сәл тәтті, хош иісі өткір, күйдіргіш емес. Дегустация кезінде №1 сынаманың дәмі тәтті, хош иісі ащы, кориандрдың иісі көбірек сезілетіні айтылды. №2 үлгіде ашық-қызғылт сары түсті, дәмі сәл тәтті және аздап күйдіргіш, хош иісі ащы, көк иістер сезілді. №3 үлгі №2 үлгісімен салыстырғанда ашық реңкпен ерекшеленді, дәмі тәтті, күйдіргіш емес, куркуманың ащы иісі сезіледі.

Нәтижесінде, дегустациялық комиссияның мүшелері органолептикалық көрсеткіштері бойынша ең жақсы деп сипатталған №2 үлгіні таңдады.

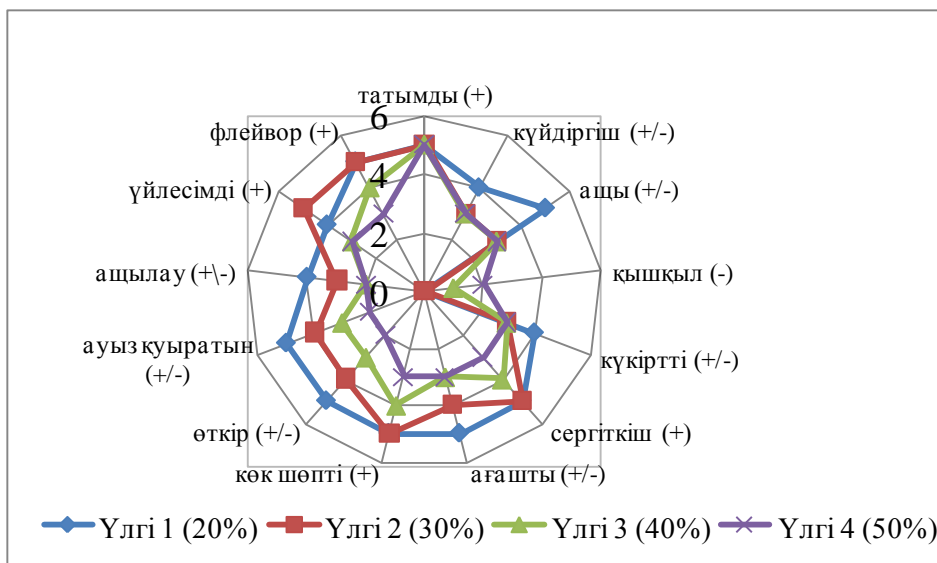
Талдау нәтижелері бойынша сыналған үлгілердің сапасын органолептикалық бағалау профилі жасалды. 1-суретте зерттелетін үлгілердің дәмдік сапасын бағалау көрсетілген. Дәмдік дескрипторлар - татымды (+), күйдіргіш (-), тәтті (-), ащы (-), қышқыл (-), күкіртті (+/-), сергітетін (+), ағашты (+/-), көк шөпті (+), өткір (+/-), ауыз қуыратын (+/-), ащылау (+ \ -) үйлесімді (+), флейвор (+).

Зерттелетін үлгілердің дәмдік сапасын бағалаудың профилограммасында көрініп тұрғандай (1-сурет), 20% өнген жасыл қарақұмықпен қосылған үлгі дәміне қарағанда 30% өнген жасыл қарақұмық қосылған үлгінің дәмі үйлесімді, татымды, сергіткіш және шөптердің дәмі сезіледі, сәл ауыз қуыратын, өткір және ащы дәмі бар, 40% және 50% жасыл қарақұмық қосылған үлгілер жеткілікті үйлесімді емес қышқыл дәм сезіледі.

2-суретте зерттелген үлгілердің хош иісінің сапасын бағалау нәтижелері келтірілген. Хош иіс дескрипторлары - татымды (+), күйдіргіш (-), тәтті (-), ащы (-), қышқыл (-), күкіртті (+/-), сергітетін (+), ағашты (+/-), көк шөпті (+), өткір (+/-), ауыз қуыратын (+/-), ащылау (+ \ -) үйлесімді (+), флейвор (+).



Сурет 1. Зерттелетін үлгілердің дәмдік сапасын бағалау

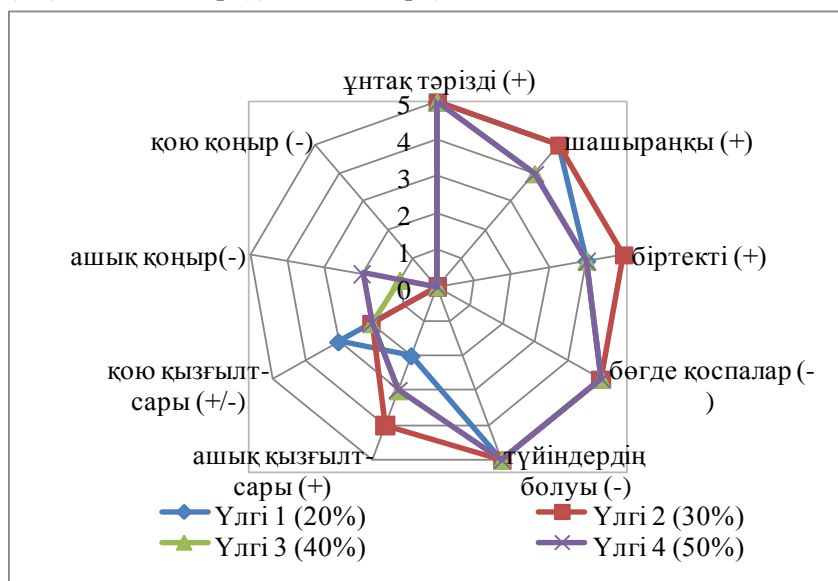


Сурет 2. Зерттелетін үлгілердің хош иісінің сапасын бағалау

Өнген жасыл қарақұмық негізінде жасалған дәмдеуіш үлгілерін хош иісі бойынша бағалау үшін 2-суретте көрсетілгендей профилограмма құрылды. Нәтижелер, 20% өнген жасыл қарақұмық қосылған үлгіге қарағанда, 30% өнген жасыл қарақұмық қосылған үлгінің хош иісі үйлесімді, ащы, сергіткіш, сәл ауыз қуыратын, өткір және ащы екенін көрсетеді, 40% және 50% қосылған үлгілер жеткілікті үйлесімді емес және қышқыл иісімен ерекшеленді.

3-суретте зерттелетін үлгілердің сыртқы түрінің және түсінің сапасын бағалау профилограммасы тұрғызылған. Сыртқы түрі мен түсінің

дескрипторлары – ұнтақ тәрізді (+), шашыраңқы (+), біртекті (+), бөгде қоспалар (-), түйіндердің болуы (-), ашық қызғылт-сары (+), қою қызғылт-сары (+/-), ашық қоңыр (-), қою қоңыр (-).



Сурет 3. Зерттелетін үлгілердің сыртқы түрі мен түсінің сапасын бағалау

Профилограммада (3-сурет) зерттелген үлгілердің сыртқы түрінің және түсінің нәтижелері көрсетілген. 30% өнген жасыл қарақұмық қосылған үлгінің түсі басқа үлгілерге қарағанда ашық қызғылт-сарыдан қою қызғылт-сарыға дейінгі реңке ие, барлық үлгілер шашыраңқы, ұнтақ тәрізді және біртекті екенін көрсетеді.

Осылайша, қорыта келгенде, органолептикалық сипаттамаларын жақсарту және дайын өнімдердің тағамдық құндылығын арттыру үшін, дәмдік дәмдеуіштердің құрамына өнген жасыл қарақұмықтың қосылуы сенсорлық талдаумен расталады. Бұл өнімдер үйлесімді, ащы, сергіткіш, сәл ауыз қуыратын, сәл өткір және ащы дәмімен, хош иісімен, жағымды түсімен, шашыраңқы және біртекті түрімен сипатталды. Дегустациялық бағалау нәтижелері бойынша 30% өнген жасыл қарақұмық қосылған үлгі ең жақсы балл жинады, бұл «өте жақсы» сапа категориясына сәйкес келеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Похлебкин, В.В. Специи и приправы [Текст] / В.В. Похлебкин. - М.: Центрполиграф, 2007. – 141 с.
2. Нилова, Д. Лечебная сила живых проростков [Текст] / Д. Нилова. - СПб.: ИК «Крылов», 2010. – 144 с.
3. Витавская, А.В. Живой пищей в XXI век [Текст] / А.В. Витавская, В.М. Ильницкий. – Алматы, 1998. – 100 с.
4. Мардар, М.Р. Сенсорний аналіз екструдованих продуктів, збагачених м'ясними компонентами [Текст] / М.Р. Мардар // Харчова наука і технологія. – 2012. – № 2 (19). – С. 57-60.

REFERENCES

1. Pohlebkın V.V. Spices and seasonings [in Russian]. - M.: Centrpoligraf, 2007. - 141 p.

2. Nilov D. Therapeutic force of living seedlings [in Russian]. - SPb.: IC "Krylov," 2010. - 144 p.
3. Vitavskaya A.V., Pnicksi V.M. Living Food XXI century [in Russian]. - Almaty, 1998. - 100 p.
4. Mardar M.R. Sensorny analiz ekstrudovanih produktiv, zbagachenikh m'yasny components [in Ukrainian] / Masculine Mardar//Harchova science i tehnologiya. - 2012. - No. 2 (19). - Page 57-60.

Материал редакцияга 14.01.20 түсті.

А.Н. Серикбаева¹, Б.Т. Тнымбаева¹, М.Р. Мардар²

¹*Алматынський технологічний університет, г. Алматы, Казахстан,*

³*Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина*

ДЕГУСТАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ВКУСОВЫХ ПРИПРАВ НА ОСНОВЕ ПРОРОЩЕННОЙ ЗЕЛЕННОЙ ГРЕЧКИ

В статье приведены результаты дегустационной оценки исследуемых образцов вкусовых приправ на основе пророщенной зеленой гречки. По результатам проведенного анализа построена профилограмма органолептической оценки качества исследуемых образцов.

Ключевые слова: дегустация, баловая оценка, органолептическая оценка, вкусовая приправа, пророщенные зерна, зеленая гречка.

A.N. Serikbaeva¹, B.T. Tynmbaeva¹, M.R. Mardar²

¹*Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,*

²*Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine*

TASTING EVALUATION OF TASTE CONDITIONS BASED ON FORGED GREEN BUCKWHEAT

This article presents the results of a tasting assessment of the studied samples of flavoring seasoned on the basis of sprouted green buckwheat. Based on the results of the analysis, a profilogram of the organoleptic quality assessment of the studied samples was constructed.

Keywords: tasting, ball evaluation, organoleptic evaluation, flavoring, sprouted grains, green buckwheat.

УДК 664.5

А.Н. Серикбаева¹, Б.Т. Тнымбаева², М.Р. Мардар³*¹PhD докторант, ²Канд. техн. наук, ³Д-р техн. наук, профессор**¹Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан,**³Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина**Электронная почта: ¹ayana-sn@mail.ru*

МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ МОТИВАЦИЙ И ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ВКУСОВЫХ ПРИПРАВ

В статье приведены результаты маркетинговых исследований потребительских предпочтений при выборе вкусовых приправ. Установлены виды наиболее предпочитаемых вкусовых приправ, а также мотивация потребителя при их покупке.

Ключевые слова: маркетинговые исследования, потребители, вкусовая приправа, пророщенные зерна, зеленая гречка.

С позиции современного маркетинга, для того чтобы действовать на рынке более эффективно, производителю необходимо «создать своего потребителя», знать его предпочтения в выборе товаров и лучше приспособляться к его требованиям. С этой целью нами было проведено исследование потребительских мотиваций и предпочтений при выборе вкусовых приправ.

Целью исследования является изучение процесса принятия решения о покупке, реакции на покупку, факторов, определяющих поведение потенциальных потребителей.

Для разработки и внедрения продукции нового вида важно знать предпочтения населения относительно данного товара, в частности приправ, специй, пряностей, уровень потребления которых в Казахстане достаточно высок. Анализ рынка вкусовых приправ, пряностей и специй, а также маркетинговые исследования вносят существенный вклад в развитие производства данной продукции.

Пряности и приправы – обязательный компонент большинства рецептов готовых блюд: от салатов и первых блюд до десертов. Пряности и приправы являются продуктами растительного происхождения, которые обладают сильным пряным ароматом и часто резким, жгучим вкусом. Они улучшают вкусовые достоинства пищи и способствуют ее усвоению, так как являются катализаторами многих ферментативных процессов и активизируют обмен веществ в целом. Пряностям принадлежит важная роль в выведении из организма шлаков и повышении защитных функций организма. Последнее объясняется тем, что они проявляют бактерицидные и антиоксидантные свойства благодаря своему компонентному составу [1].

В декабре 2019 года в городе Алматы с участием около 150 людей проводились маркетинговое исследование потребительских мотиваций и предпочтений при выборе вкусовых приправ.

В результате проведенных исследований выявлено, что большинство респондентов покупают вкусовые приправы несколько раз в неделю и

покупают их в основном в супермаркетах (30% мужчин и 60% женщин) 22% – один раз в месяц, 33% – раз в три месяца, 35% – от случая к случаю (рис.1). Учитывая также, что более 20% опрошенных используют данную продукцию ежедневно, можно говорить о значительной роли вкусовых приправ среди граждан Казахстана и о востребованности данного продукта. Также было выявлено, что приправы в большей степени покупают люди в возрасте от 25 до 49 лет (женщины домохозяйки и работающие мужчины). Около 10% респондентов не используют и не покупают приправы.

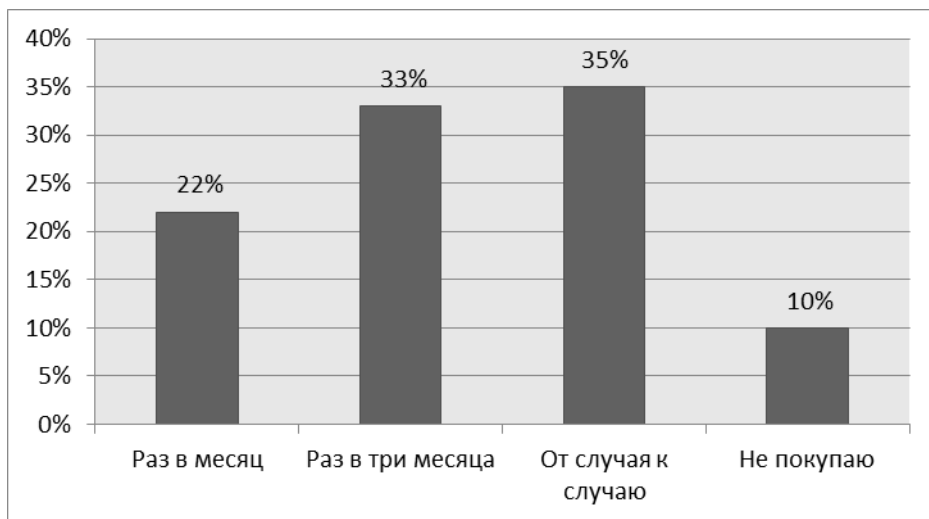


Рис. 1. Результаты опроса респондентов о частоте покупки вкусовых приправ

На вопрос: «Какие вкусовые приправы Вы покупаете?» 29% мужчин и женщин выбрали универсальную приправу, 38% мужчин и женщин покупают приправы для первых блюд, 23% для вторых блюд, 10% покупают однокомпонентные виды приправ (рис.2).

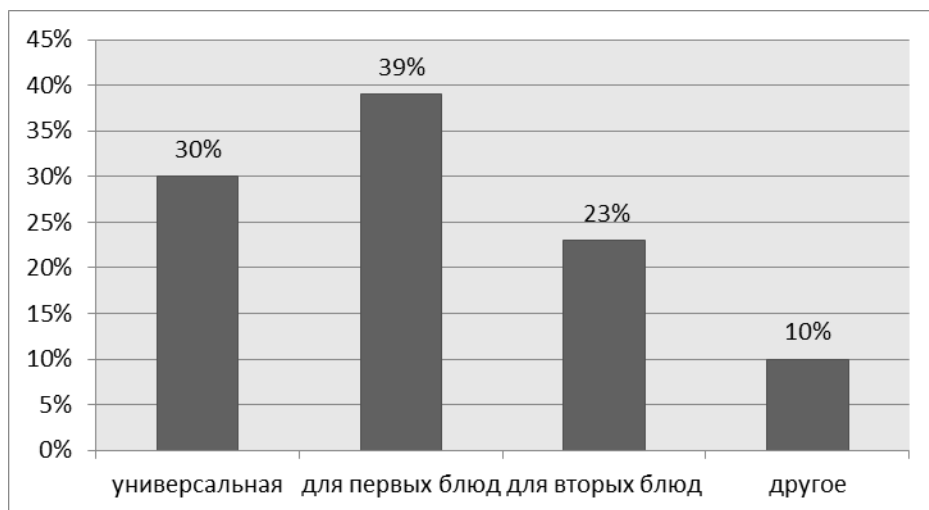


Рис. 2. Результаты предпочтения в выборе вкусовых приправ

При проведении маркетинговых исследований было выявлено, что 32% респондентов при покупке вкусовых приправ обращают внимание на состав компонентов, 20% на срок хранения, 12% на массу упаковки, 10% на торговую марку и производителя, 10% на пищевую ценность, 8% на цену, 8% на вид упаковки (рис.3).

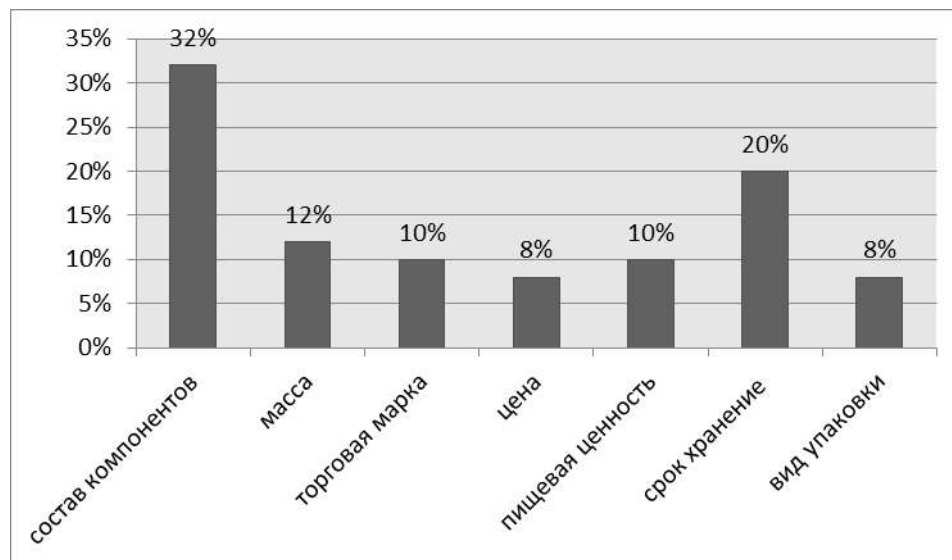


Рис. 3. Результаты опроса на вопрос «На что при покупке вкусовых приправ Вы обращаете внимание?»

При выборе вкусовых приправ 75% людей отдают предпочтение отечественному производителю, 25% выбрали приправы зарубежного производителя. 100% респондентов хотят покупать вкусовые приправы на основе натуральных компонентов и они считают целесообразным выпускать приправы из натуральных компонентов повышенной пищевой ценностью. Это говорит о перспективности разработки и выведения на рынок новых видов приправ на основе натуральных компонентов.

Важность компонентного состава приправ отметили 42% мужчин и 58% женщин. Среди них внимательны к этому показателю женщины в возрасте от 25-49, а также старше 50 лет как мужчины так и женщины.

В современном мире все большее значение приобретают продукты на основе натуральных компонентов с повышенными пищевыми ценностями. При их производстве особое внимание должно уделяться продукции массового потребления.

В результате проведенного маркетингового исследования выяснилось, что основными причинами низкого спроса на приправы с точки зрения потребителей являются: неудовлетворительное качество и небезопасные пищевые добавки, входящие в состав приправ.

Мнения потребителей о наиболее значимых показателях при покупке приправ представлены на рисунке 3. Таким образом, наиболее значимыми критериями для покупателей являются компонентный состав, срок хранения и масса.

Также большинство потребителей (70%) считают необходимым производство приправ на основе натуральных компонентов с повышенной

пищевой ценностью. Негативно к этому вопросу относятся лишь 4% респондентов.

Анализируя полученные данные, установили, что основным мотивом является консерватизм покупательского спроса, на втором месте – уровень доходов.

В настоящее время потребитель вкусовых приправ стремится покупать высококачественные и безопасные продукты широкого ассортимента, не затрачивая усилия на поиск мест покупки, приобретает их в непосредственной близости, не обращая внимания на производителя.

Исходя из всего вышеописанного, на кафедре «Безопасность и качество пищевых продуктов» ведутся разработки вкусовых приправ повышенной пищевой ценности на основе натуральных компонентов. В качестве основного компонента авторами выбраны пророщенные семена зеленой гречки сорта «Богатырь». Использование пророщенной зеленой гречки позволит получить продукт с повышенной пищевой ценностью, оказывающий положительное влияние на физиологические функции организма человека. Это обусловлено тем, что зеленая гречка отличается сбалансированным составом витаминов, минеральных элементов, белков, незаменимых аминокислот, содержит фитостеролы, углеводы (характеризуется высоким содержанием клетчатки), а также пурины, необходимые для полноценного функционирования организма [2]. Еще одной немаловажной ценностью пророщенной крупы является ее антиоксидантные свойства. Зеленая гречка отвечает за уровень холестерина в крови, способствует очищению кровеносных сосудов, выводит шлаки и токсины из организма, снижает риск возникновения тромбов. Также за счет высокой концентрации железа способствует повышению показателя гемоглобина в крови [3,4].

Таким образом, проведенные маркетинговые исследования потребительских мотиваций и предпочтений при выборе вкусовых приправ позволили сделать вывод о том, что потребители вкусовых приправ обращают внимание в основном на состав компонентов, массу и срок хранения, и большинство потребителей считают необходимым производство вкусовых приправ на основе натуральных компонентов с повышенной пищевой ценностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Похлебкин, В.В. Специи и приправы [Текст] / В.В. Похлебкин. - М.: Центрполиграф, 2007. – 141 с.
2. Каталог допущенных к использованию сортов и гибридов сельскохозяйственных культур селекций РГП НПЦ ЗР [Текст]. – Алматы, 2004. – 96 с.
3. Витавская, А.В. Живой пищей в XXI век [Текст] / А.В. Витавская, В.М. Ильницкий. – Алматы, 1998. – 100 с.
4. Нилова, Д. Лечебная сила живых проростков [Текст] / Д. Нилова. - СПб.: ИК «Крылов», 2010. – 144 с.

REFERENCES

1. Pohlebkin V.V. Spices and seasonings [in Russian]. - M.: Centrpoligaf, 2007. - 141. p.
2. Catalogue of approved varieties and hybrids of selection crops RGE NPC ZP [in Russian]. - Almalıybak, 2004. - 96 p.

3. Vitavskaya A.V., Ilnicki V.M. Living Food XXI century [in Russian]. - Almaty, 1998. - 100 p.
4. Nilova D. Therapeutic force of living seedlings [in Russian]. - SPb.: IC "Krylov," 2010. - 144 p.

Материал поступил в редакцию 14.01.20.

А.Н. Серикбаева¹, Б.Т. Тнымбаева¹, М.Р.Мардар²

¹Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан,

²Одесса тағамдар технологиясының ұлттық академиясы, Одесса, Украина

ДӘМДІК ДӘМДЕУШТЕРДІ ТАҢДАУ КЕЗІНДЕГІ ТҰТЫНУШЫЛЫҚ ЫНТАЛАНДЫРУЛАРЫ МЕН ТАЛҒАМДАРЫН МАРКЕТИНГТІК ЗЕРТТЕУ

Мақалада дәмдөк дәмдеуштерді таңдау кезіндегі тұтынушылардың талғамдарын маркетингтік зерттеулер нәтижелері ұсынылған. Ең жақсы көретін дәмдеуштердің түрлері, сондай-ақ оларды сатып алу кезіндегі ынтасы келтірілген.

Тірек сөздер: маркетингтік зерттеулер, тұтынушылар, дәмдік дәмдеуштер, өнген дәндер, жасыл қарақұмық.

A.N. Serikbaeva¹, B.T. Tynmbaeva¹, M.R. Mardar²

¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,

²Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine

MARKETING RESEARCHES OF CONSUMER MOTIVATIONS AND PREFERENCES WHEN SELECTING TASTE OF TASTE

This article presents the results of marketing research on consumer preferences when choosing flavorings. The types of the most preferred flavoring seasonings are established, as well as the motivation for their purchase.

Keywords: marketing research, consumers, flavoring, sprouted grains, green buckwheat.

ӘОЖ 338.1:334.7

Д.Б. Шалгинбаев¹, Р.У. Уажанова², Л.В. Антипова³

¹Докторант, ²Техн. ғылымдары д-ры, ³Техн. ғылымдары д-ры

^{1,2}Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

³Воронеж мемлекеттік инженерлік технологиялар университеті,
Воронеж қ., Ресей Федерациясы

Электрондық пошта: ¹Dauletdau@mail.ru,

²Raushan_u67@mail.ru, ³Antipova.L@yandex.ru

ЗАМАНАУИ ЕСЕҢГІРЕТУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП АЛЫНҒАН ҚҰС ЕТІНІҢ СЕНСОРЛЫҚ ЖӘНЕ ТҮСІ ЖАҒЫНАН АЛҒАНДАҒЫ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

Мақалада дәстүрлі есеңгірету әдісінің (электр тоғын пайдалана отырып) және

газбен есеңгірету көмегімен алынған құс еті үлгілерінің түсі және хош иісі жағынан алғандағы сипаттамаларына жүргізілген зерттеулер нәтижелері ұсынылған. Түсі және хош иісі жағынан алғандағы сипаттамаларын зерттеудің заманауи әдістері сойылғаннан кейін құс етінде жүретін процестер жайлы, есеңгірету әдісінің еттің түсі және иісі жағынан алғандағы сипаттамаларына әсері жайлы дәлме-дәл мәліметтерге қол жеткізуге мүмкіндік береді. Үлгілердегі құс еті түсінің қарқындылығы (ашық/кошкыл) жағынан аздап қана, зерттеу әдісінің қателігі шегінде ғана ерекшеленеді. Ет сынағасының бетіндегі газ фазасына жасалған зерттеулер де ет сапасында айтарлықтай айырмашылықтың жоқтығын көрсетті. Есеңгірету әдісінің еттің сапалық көрсеткіштеріне тигізетін әсерін салыстыру екі әдістің де тиімді екендігін және сапасы жақсы етті өндіруге ықпал ететінін дәлелдейді.

Тірек сөздер: құс еті, есеңгірету, түсін өлшеу сипаттамалары, хош иістілік сипаттамалары.

Құсты есеңгірету – еттің түсі, иісі сияқты сапалық көрсеткіштерінің қалыптасуына елеулі үлес қосатын, құстарды сою технологиясындағы бірінші және негізгі кезеңдердің бірі. Құсты есеңгіретудің ең жиі қолданылатын және кең таралған әдісі - өткен ғасырдың басында жасалған, электр тоғын пайдалану жолымен есеңгірету әдісі сапалық тұрғыда ескірген және оның бірқатар елеулі кемшіліктері де бар, бұл құстарды есеңгіретудің әлдеқайда пәрменді және ақылға қонымды әдістерін іздестіруге түрткі болады, мысал ретінде, газды ортада есеңгірету әдісін алуға болады. Құсты ақылға қонымды түрде есеңгіретудегі жаңа технологияларды қолдану әлемдік өндірушілердің айтарлықтай пайда табуына мүмкіндік жасайды. Инновациялық шешімдер құсты сою процесіндегі көптеген технологиялық мәселелерді – құстың асып қою желісіне автоматты берілуін және есеңгірету процесінің өзін жеңілдетуге және оңтайландыруға мүмкіндік береді. Еуропалық өндірушілердің басым бөлігі өндіріске заманауи технологиялық шешімдерді енгізе отырып, жоғары сапалы ет өнімдерін алады. Инновациялық шешімдерді бірінші болып қолданатын өндірушілер өз кәсіпорындарын жетілдіру есебінен жақсы пайда табады. Батыс Еуропаның ірі құс өңдеу кәсіпорындарының көп бөлігі құсты газды есеңгірету жүйесін сәтті қолдануда [1,2].

Қазақстанның құс етін өндірушілерінің де осы технологияға деген қызығушылығы артуда. Бұл технологияның ерекшеліктері жайлы және оның алынатын еттің қасиеттері мен сапалық көрсеткіштеріне тигізетін әсері туралы мәліметтердің аздығына байланысты ғылыми зерттеулер тұрғысынан қызығушылық тудырады. Әлемдік беталыс модификацияланған атмосфера ортасында есеңгіретудің екі баламалы типін ұсынады, олар: аргонды қоса отырып, инертті экологиялық қауіпсіз азотпен (атмосферамыздың құрамдас бөліктерінің бірі) бір сатылы есеңгірету және көмірқышқылды газбен екі сатылы есеңгірету [3]. Қазақстандық құс өңдеу өнеркәсібі үшін құстарды көмірқышқылды газбен есеңгірету әдісі әлдеқайда қолайлы болуы мүмкін. Ол 2 кезеңде жүзеге асырылады. Бірінші кезеңде CO₂ газ қоспасы мөлшерінің 30%-ын, ал екінші кезеңде – 70%-ын құрайды. Толығымен алғанда екі сатылы процеске 2,5 минутқа жуық уақыт кетеді, бір құсқа есептегенде CO₂ шығыны шамамен - 10-12 г болады [4]. «Воронеж мемлекеттік инженерлік технологиялар университеті» ЖБ ФМББМ (Воронеж қ., Ресей Федерациясы), сондай-ақ Ресей мен Қазақстандағы ірі құс етін өндірушілермен

ынтымақтастық аясында зерттеулер жүргізіліп, құсты дәстүрлі есеңгірету әдістерімен салыстырғанда бақылауға келетін газды ортада есеңгірету тиімдірек болатындығы жөнінде деректер жиналуда. Құс етінің сапалық көрсеткіштерін салыстыру үшін әртүрлі есеңгірету әдістері: электрлі және газды есеңгірету жағдайында сойылған құс етімен бірқатар тәжірибелер жүргізілді.

Жұмыстың мақсаты - әртүрлі есеңгірету әдістерінің еттің иісі мен түсі сияқты сипаттамаларына тигізетін әсерін зерттеу.

Зерттеу әдістері. Нысандардың түсі жағынан алғандағы сипаттамаларын анықтау RGB жүйесінде жасалды. RGB жүйесі – түс жағынан алғандағы сипаттамасының ресми қабылданған әдістерінің бірі. Жүйе негізіне үш компонентті теория алынған, оған сәйкес негізгі үш түсті (қызыл-R, жасыл-G және көк-B) сәйкес келетін қатынаста араластыру арқылы қалған барлық спектрлік түстерді, сондай-ақ ахроматикалық ақ түсті алады. Қызыл түс 700 нм, жасыл – 546,1 нм, көк – 435,8 нм сәйкес келеді.

RGB-модельде әрбір түс компонентінің мәні 0-ден 255 шартты бірлікке дейінгі шкала бойынша өлшенеді.

Нысандарды TrueColor түсті режимде сканерледік, оның оптикалық ажыратымдылығы 300 dpi, өлшемі кем дегенде 500×500 pix. Нәтижелерді стандарттап, түстің берілуі қателігін болдырмас үшін сканерлеуді спектралды шкала мен жарқындылық шкаласы салынған ақ парақтың қатысуымен жүргіздік (ақтың теңгерімін автоматты түрде анықтау үшін). Беті қатты, жағылмайтын болып келетін үлгілерді тікелей сканердің әйнегіне, беті жабысқақ үлгілерді зерттеген кезде, оларды алдын ала жұқа әйнекке орналастырдық.

Сандық бейнені тегін ImageJ 1.46 бағдарламасының көмегімен өңдедік. Нәтиже ретінде әрбір түс компоненті үшін орташа арифметикалық мәнді, сондай-ақ бояуының қарқындылығын қабылдадық.

Иісті зерттеу «Воронеж мемлекеттік инженерлік технологиялар университеті» ЖБ ФМББМ ғылыми-зерттеу зертханасында «электрондық мұрын» әдістемесін пайдалана отырып, «МАГ-8» деп аталатын иіс анализаторында (5а-сурет) жүргізілді, ол «Front-linemovement» сынаманы беру режимінде (жабық кеңістіктегі консенсор маңы кеңістігіне иістің бетпепет берілуі) және үлгі үстінен тепе-тең газды фазаны инжекторлық енгізу арқылы жасалды.

Өлшеу массиві ретінде 8 сенсордан тұратын жиынтық қолданылды, ол электродтарында әртүрлі сипаттағы полимерлі сорбенттері бар, негізгі тербеліс жиілігі 10,0 МГц болатын ОАВ-типті пьезокварцты резонаторлар негізінде жасалған [5]. Оңай ұшатын органикалық қосылыстардың (спирттер, альдегидтер, кетондар, аминдер және т.б.) әртүрлі кластарына жоғары сезімталды сенсорлар таңдап алынды [6]: сенсор 1 – Поливинилпирролидон, ПВП; сенсор 2 – Ара желімі (прополис), ПК; сенсор 3 – Дициклогексан-18-Краун-6, ДЦГ18К6; сенсор 4 – Бромкрезолды жасыл, БКЗ; сенсор 5 – Полиэтиленгликольсукцинат ПЭГск; сенсор 6 – Полиэтиленгликоль ПЭГ-2000; сенсор 7 – Твин-40, Tween; сенсор 8 – Триоктилфосфиноксид, ТОФО.

Негізгі нәтижелер. Зерттелетін үлгілер бояуының сандық сипаттамаларын бейнелерді RGB түсті режимде компьютерлік өңдеуді қолданатын HPScanJet 3570C планшеттік сканерін пайдалана отырып, сканерметрлік әдіспен анықтадық.

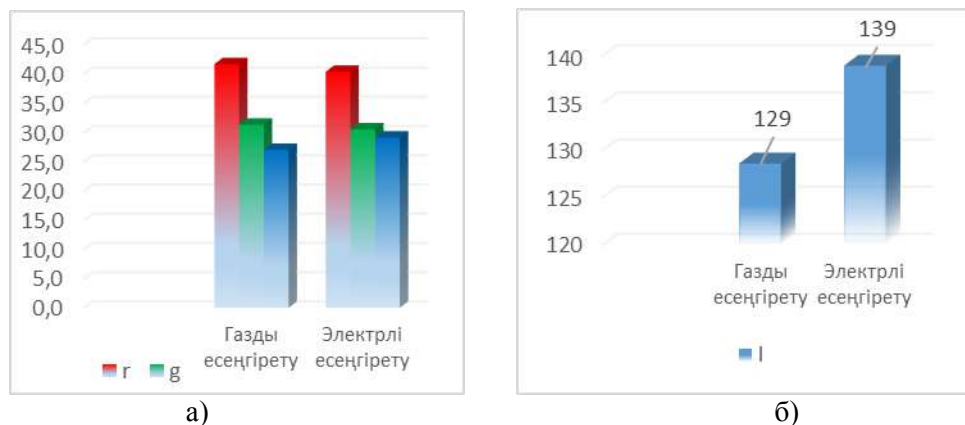
Келесідей есеңгірету әдістерін қолдану арқылы өндірілген құс еті үлгілерінің сапасы салыстырылды: Газды есеңгірету (1); Электрлі есеңгірету (2). Ет құс ұшасының 2 бөлігінен: а – санынан және б – төсінен алынды.

3-суретте берілген үлгілердің түсін өлшеу сипаттамаларына жүргізілген талдау, зерттеліп отырған барлық үлгіде сан еттің бояуы бірдей болғандығын көрсетті. Түсті кескіндері (3-сурет) ұқсас, барлық үлгілерде бояудың қызыл компонентінің түсі басым болған. Үлгідегі еттер бояуының қарқындылығы жағынан алғанда (ашық/қошқыл) аздап қана, зерттеу әдісі қателігінің шегінде ғана ерекшеленеді.



Сурет 3. Құс еті (сан еті) бояуының түсін өлшеу сипаттамалары

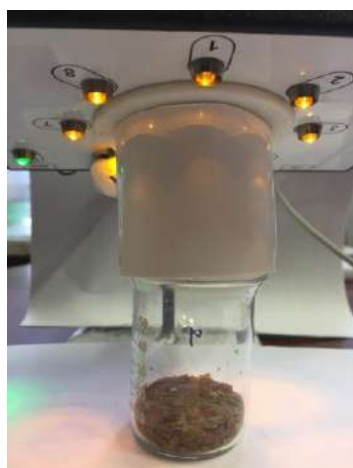
Төс еті үшін (4-сурет) түстің қызыл компоненті үлесінің түсі аздап қана азаятындығы байқалады, ет сұрлана түседі, бұл ретте 2-үлгі үшін – 11%-ға азаяды. 1-үлгідегі төс ет те, сан да түсінің қарқындылығын сақтап қалды.



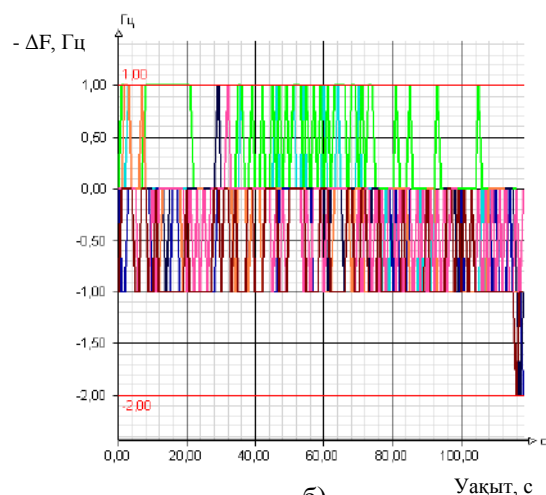
Сурет 4. Құс еті (төс еті) бояуының түсін өлшеу сипаттамалары

Сенсорлық сипаттамаларды зерттеуді келесідей жолмен жүргіздік. Бөлме температурасындағы, салмағы 10,0 г болатын ұсынылған үлгілердің сынамаларын сынама іріктегіштерге орналастырып, тығыздап жабтық та, сынама бетіндегі тепе-тең газды фаза қанығуы үшін кем дегенде 20 мин бөлме температурасында (20 ± 1 °C) ұстадық.

Талданып отырған сынамалар үшін типтік жиілік хронограммалары 5,б-суретте ұсынылған.



а)



б)

Сурет 5. «МАГ-8» газдар анализаторында будың бетпе-бет берілуі режимінде иісті өлшеуге арналған жұмыс орны (а) және детектрлеу ұяшығында жүктеусіз сенсорлардың жиілік хронограммалары (б)

Талданып отырған сынамалардың иісіндегі айырмашылықты бағалауға арналған критерийлер ретінде мыналар таңдап алынды:

Сапалық сипаттамалар: 1) жауаптардың осьтері бойынша таралу сипаты бар «визуалды іздер» пішіні РФФ-тегі қосылыстар жиынтығымен анықталады;

2) Қоспадағы жекелеген қосылыстар кластарын тану үшін сәйкестендіру параметрлері A_{ij} қолданылған, олар сенсорлардың талданатын сынамалардағы сигналдары бойынша есептелді [5].



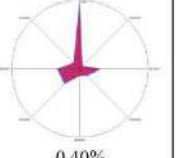

Сандық сипаттамалар: 1) S_{Σ} , Гц.с – толық «визуалды іздің» жиынтық ауданы – иістің жалпы қарқындылығын бағалайды, оңай ұшатын заттардың, соның ішінде судың концентрациясына пропорционал;

2) әлдеқайда белсенді немесе сорбенттердің спецификалық пленкасы болатын сенсорлардың максималды сигналдары ΔF_{\max} , Гц – нормалау әдісімен РФФ-тегі органикалық қосылыстардың жекелеген кластарының мөлшерін бағалауға арналған.

Сенсорлардың жауаптары және «MAG Soft» анализаторының бағдарламасында тіркеліп алынды, өңделді және салыстырылды.

Зерттеу нәтижелерін түйіндеу: «Пьезоэлектронды мұрын» жүйесінің бастапқы аналитикалық ақпараты – оны жүктей отырып, өлшеу уақыты ішіндегі барлық сенсорлардың шұғыл жауаптары (максималды/минималды) болып табылады.

Сенсорлар жауаптарының «визуалды іздерінің» фигураларының пішініне қарай сынамалар бетіндегі тепе-тең газды фазаның химиялық құрамындағы айырмашылықтар анықталды (6-сурет). Ось бойынша көрсетілгені: шеңберлі ось бойынша – массивтегі сенсорлардың нөмірі, тігінен - өлшеу уақыты ішіндегі сенсорлардың максималды жауаптары (ΔF_{\max} , Гц). Кинетикалық «визуалды іздер» - шеңберлі ось бойынша – сигналдарды тіркеудің таңдамалы уақыты, тігінен - сенсорлардың ағымдағы жауаптары.

Сынамалар	Инжекторлы енгізу РГФ		Будың бетпе-бет берілуі	
	Сенсорсіз № 8 ТОФО		Сенсорсіз № 1 ПВП	
Сынама 1 (көк) және 2 (оранж)				
	Аудандардың салыстырмалы айырмашылығы: 4,0%	Аудандардың салыстырмалы айырмашылығы : 14,1%	0,40%	21,23%

Сурет 6. Сынамалар бетіндегі РГФ-гі сенсорлардың максималды сигналдарының «визуалды іздері»

Мүмкін болатын 26 есептік параметрлерден оңай ұшатын қосылыстардың сапалық құрамындағы айырмашылықтарды анықтау мақсатында ең көп ерекшеленетін 15 параметр тандап алынды.

Сапалық құрамының көрсеткіштері жағынан 1-ші және 2-сынамалар ұқсас болып келеді. 1-ші және 2-сынамалар арасындағы сапалық және сандық құрамы жағынан айырмашылықтар 2-ден 10% - ға дейін болады. Бұл әртүрлі әдіспен есеңгіретіліп сойылған құс етінен бөлінетін, оңай ұшатын қосылыстардың қатты өзгеріп кететіндігі жайлы айтуға мүмкіндік бермейді.

Буды бетпе-бет енгізген кезде 1-ші және 2-сынамалар арасындағы айырмашылық 6% - дан аспайды.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеулер газды есеңгірету құс етінің түсі мен иісі сияқты сапалық көрсеткіштеріне кері әсер етпейтіндігін көрсетті. Зерттелген үлгілер іс-жүзінде бірдей, бұл құсты сойған кезде жоғары сапалы өнімді алу мақсатында газды есеңгіретуді пайдаланған тиімді екенін дәлелдейді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. McKeegan, EF, McIntyre, J., Demmers, TGM, Wathes, CM, Jones, RB. Behavioural responses of broiler chickens during acute exposure to gaseous stimulation. *Applied Animal Behaviour Science*, 2006, no.99, pp. 271-286.
2. Семикопенко, Н.И. Преимущества инновационного способа оглушения птицы в контролируемой газовой среде [Текст] / Н.И. Семикопенко, Л.В. Антипова // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение. - Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014. - С.16-22.
3. Яковлева, Н.Д. Конкурентоспособность мировых технологий и качество продукции [Текст] / Н.Д. Яковлева // Птица и птицепродукты. – 2010. - № 1. - С.54-55.
4. Noen, T., Lankhaar, J. Controlled atmosphere stunning of poultry. *Poultry Science*, 1998, no. 78, pp.287-289.
5. Кучменко, Т.А. Инновационные решения в аналитическом контроле [Текст]: учеб. пособие / Т.А. Кучменко / Воронеж. гос. технол. акад., Воронеж: ООО «СенТех», 2009. - 252 с.
6. Кучменко, Т.А. Контроль качества и безопасности пищевых продуктов, сырья [Текст]: лабораторный практикум: учеб. пособие / Т.А. Кучменко, Р.П. Лисицкая, П.Т. Суханов, Ю.А. Асанова, Л.А. Харитоновна / Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж: ООО «СенТех»: 2010. – 116 с.

REFERENCES

1. McKeegan, EF, McIntyre, J., Demmers, TGM, Wathes, CM, Jones, RB. Behavioural responses of broiler chickens during acute exposure to gaseous stimulation. *Applied Animal Behaviour Science*, 2006, no.99, pp. 271-286.
2. Semikopenko, N.Y. Advantages of an innovative method of stun birds in a controlled gas environment [in Russian] / N.Y. Semikopenko, L. V. Antipova // *Food security: scientific, personnel and information support*. - Voronezh state University of engineering technologies. 2014. - Pp. 16-22.
3. Yakovleva N.D. Competitiveness of world technologies and product quality [in Russian] / N. D. Yakovleva // *Poultry and poultry products*. - 2010. - No. 1, pp. 54-55.
4. Hoen, T., Lankhaar, J. Controlled atmosphere stunning of poultry. *Poultry Science*, 1998, no. 78, pp.287-289.
5. Kuchmenko, T. A. Innovative solutions in analytical control [in Russian]: studies. manual / T.A. Kuchmenko/ Voronezh. state technol. Acad., Sentech LLC. - Voronezh: 2009. - 252 p.
6. Kuchmenko, T.A. Quality Control and safety of food products, raw materials [in Russian]: laboratory practice: studies. manual / T. A. Kuchmenko, R.P. Lisitskaya, P.T. Sukhanov, Yu.A. Asanova, L.A. Kharitonova / Voronezh. state technol. Acad., Sentech LLC. - Voronezh: 2010. - 116 p.

Материал редакцияга 13.01.20 түсті.

Д.Б. Шалгинбаев¹, Р.У. Уажанова¹, Л.В. Антипова²

¹*Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан*

²*Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Российская Федерация*

ИЗУЧЕНИЕ ЦВЕТОВЫХ И СЕНСОРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЯСА ПТИЦЫ, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОГЛУШЕНИЯ

В статье представлены исследования цветовых и ароматических характеристик образцов мяса птицы, полученных с помощью традиционного способа оглушения (с использованием электрического тока) и газового оглушения. Современные методы исследования цветовых и ароматических характеристик позволяют получить адекватные сведения о процессах, происходящих в мясе птицы после уоя и о влиянии способов оглушения на цветовые характеристики и запах мяса. Мясо образцов по интенсивности окраски (светлое/темное) различается незначительно, в пределах погрешности метода исследования. Изучение газовой фазы над пробами мяса также не показало существенных различий в качестве мяса. Сравнение влияния способов оглушения на качественные показатели мяса доказывает, что оба способа эффективны и способствуют выработке мяса отличного качества.

Ключевые слова: мясо птицы, оглушение, цветометрические характеристики, ароматические характеристики.

D.B. Shalginbayev¹, R.U. Uazhanova¹, L.V. Antipova²

¹*Almaty technological university, Almaty, Kazakhstan*

²*Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russian Federation*

STUDY OF COLOR AND SENSORY CHARACTERISTICS OF POULTRY MEAT OBTAINED USING MODERN STUN TECHNOLOGY

The article presents studies of color and aromatic characteristics of poultry meat samples obtained by the traditional method of stunning (using electric current) and gas stunning. Modern methods of research of color and aromatic characteristics allow to receive adequate data on the processes occurring in poultry meat after slaughter and on influence of methods of stunning on color characteristics and a smell of meat. Meat samples on the intensity of color (light/dark) varies slightly, within the error of the research method. The study of the gas phase over meat samples also showed no significant differences in meat quality. Comparison of the impact of methods of stunning on the quality of meat proves that both methods are effective and contribute to the production of meat of excellent quality.

Keywords: poultry meat, stunning, colorimetric characteristics, aromatic characteristics.

УДК 616:574 – 636.2

К.Ж. Амирханов¹, З.С. Апсаликова², А.М. Байкадамова²

¹Д-р техн. наук, профессор, ²PhD докторант

Государственный университет имени Шакарима города Семей, г. Семей, Казахстан

Электронная почта: ¹Aspirant57@mail.ru, ²zingatinovazs@mail.ru,

³asemgul93@yandex.ru

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В МЯСЕ ОВЕЦ, ВЫРАЩЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ПОДВЕРГАВШИХСЯ ДЛИТЕЛЬНОМУ РАДИАЦИОННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

В статье представлены результаты гигиенической оценки по содержанию тяжелых металлов в мясном сырье овец породы казахская курдючная грубошерстная, выращенных на территориях, подвергавшихся длительному радиационному воздействию, в результате деятельности Семипалатинского испытательного полигона. Приводится краткая характеристика токсичных элементов и влияние их а организм человека и животных.

Ключевые слова: мясное сырье, тяжелые металлы, ПДК, пищевые продукты, концентрация.

Питание является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье и долголетие населения. Особое значение в рационе питания различных слоев населения имеют мясо и мясопродукты, так как они являются основным источником полноценных белков, а также ряда витаминов и минеральных веществ, необходимых для поддержания биологических процессов в организме человека.

Однако помимо полезных для организма нутриентов мясо и мясная продукция могут являться источником большого числа потенциально опасных и токсичных веществ химической и биологической природы (ксенобиотиков). Среди загрязнителей окружающей среды выделяются токсичные элементы, которые представляют опасность. Термин «тяжелые металлы» связан с высокой относительной атомной массой. Такие тяжелые металлы как свинец, кадмий, ртуть, мышьяк являются высокотоксичными и

составляют весьма обширную группу опасных веществ, которые накапливаются в почве, растительности, а далее по пищевой цепи переходят в организм человека и животных [1]. В результате накопления в окружающей среде тяжелые металлы представляют серьезную опасность с точки зрения их биологической активности и токсических свойств, даже при низких концентрациях проявляют свои токсикологические свойства. При попадании в организм человека свинец поражает нервную и кровеносную системы, а также почки. Попадая в клетки, свинец (как и многие др. тяжелые металлы) дезактивирует ферменты, где реакция идет по сульфгидрильным группам белковых составляющих ферментов с образованием $-S-Pb-S-$. Свинец замедляет познавательное и интеллектуальное развитие детей, увеличивает кровяное давление и вызывает сердечно-сосудистые болезни взрослых. Изменения нервной системы проявляются в головной боли, головокружении, повышенной утомляемости, раздражительности, в нарушениях сна, ухудшении памяти, мышечной гипотонии, потливости.

Свинец может заменять кальций в костях, становясь постоянным источником отравления. Органические соединения свинца еще более токсичны. Высокоэффективным связующим для попавшего в организм свинца оказался пектин, содержащийся в кожуре апельсинов.

Попадая в организм кадмий, проявляет сильное токсическое действие на почки, отмечаются также мутагенные и канцерогенные эффекты [2].

Ртуть является высокотоксичным элементом и ядом кумулятивного действия. Концентрация ртути в мясных продуктах снижается при длительной варке. Мышьяк также является ядом, в чистом виде и в больших концентрациях. При длительном, регулярном отравлении мышьяком в небольших дозах появляется изменение пигментации кожи, чрезмерное утолщение рогового слоя кожи (на ладонях, на подошвах ног), после 5 лет отравления мышьяком неминуем рак кожи [3].

Тяжелые металлы и их соединения оказывают вредное воздействие на организм человека, способны накапливаться в тканях, вызывая ряд заболеваний. Но многие тяжелые металлы, такие как железо, медь, цинк, молибден, участвуют в биологических процессах и в определенных количествах являются необходимыми для функционирования растений, животных и человека микроэлементами [4]. Например, медь является важнейшим микроэлементом, необходимым организму для целого ряда функций. По рекомендациям ВОЗ суточная потребность в меди для взрослого человека составляет 1,5 мг. Цинк также необходим организму для нормального функционирования и хорошего самочувствия. Недостаток данного элемента может привести к нарушениям работы репродуктивной системы, к аллергическим реакциям, и к сбоям в работе нервной системы.

Тяжелые металлы окружают нас повсюду, и присутствуют в воде, воздухе, почве, растительности вовлекаются в пищевые цепи и, следовательно, оказываются и в продуктах питания человека [5].

Источниками загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами являются техногенное воздействие человека на природу, бытовые отходы, выбросы промышленных предприятий и последствия деятельности бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона (СИЯП), длительное облучение малыми дозами радиации.

Основной целью данной работы является исследование безопасности мясного сырья, полученного на территориях, которые длительное время подвергались радиационному воздействию.

Для решения поставленной цели проведено исследование свежего мяса овец породы казахская курдючная грубошерстная, выращенных на территориях, пострадавших в результате деятельности бывшего СИАП, на количественное содержание в мясе таких токсичных элементов, как свинец, кадмий мышьяк и ртуть.

Сбор проб свежего мяса проводилось на зимовках Сарапан, Шынырау, Березка, Заветы Ильича, Бекежан 1, Бекежан 2, Жарык, Усен и Обалы, что находятся вблизи Атомного озера, на территории Абайского района Восточно-Казахстанской области. Территория исследования относится к зоне максимального радиационного риска.

Определение токсичных элементов в мясе проводилось в ИЛ Семейского регионального филиала РГП на ПХВ «Республиканская региональная лаборатория» Комитета ветеринарного контроля и надзора МСХ РК. Лаборатория аккредитована в ТОО «НЦА».

Содержание токсичных металлов (Pb, Cd, As, Hg) определяли инверсионным вольтамперометрическим методом на вольтамперометрическом анализаторе ТА 07 «Галап» для токсических элементов.

Содержание таких химических элементов, как медь, цинк, молибден, ванадий определяли в лаборатории НИИ радиационной медицины и экологии Медицинского университета города Семей. Исследования проводились методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на установке высокого разрешения фирмы THERMO, что позволило исключить интерференции, за счет использования среднего и высокого разрешения, чувствительность которых достаточна, для определения малых содержаний большинства элементов в пробах, практически на пороге определения. Полнота вскрытия образцов обеспечивалась автоклавной установкой MARS 6, той же фирмы. Полученные результаты исследования мяса овец породы казахская курдючная грубошерстная, выращенных на территориях, подвергавшихся длительному радиационному воздействию, на содержание токсичных элементов в мясе представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание токсичных элементов в пробах мяса Абайского района, мг/кг

Зимовки	Шифр проб	Содержание элементов, при их нормативном значении, не более					
		Pb	Cd	As	Hg	Cu	Zn
		0,5	0,05	0,1	0,03	5,0	20
Сарапан	00814	0,43	0,0324	0,0695	0,0015	2,34	10,4
Березка	00815	0,256	0,0308	0,0755	0,017	3,48	15,2
Бекежан 2	00816	0,204	0,0247	0,0715	0,017	2,21	25,8
Шынырау	00817	0,193	0,0283	0,062	0,0125	3,26	17,7
Завет Ильича	00818	0,356	0,0336	0,075	0,008	2,24	13,5
Бекежан 1	00819	0,384	0,0243	0,069	0,0058	3,71	8,9
Обалы	00820	0,457	0,0341	0,0585	0,018	1,23	11,1
Усен	00821	0,155	0,0285	0,0535	0,021	2,78	17,5
Жарык	00822	0,143	0,0334	0,0615	0,016	1,69	28,6

На рисунке 1 наглядно показано, во всех исследуемых образцах мяса содержание токсичных элементов Pb, Cd, As и Hg находятся ниже нормативно установленных значений.

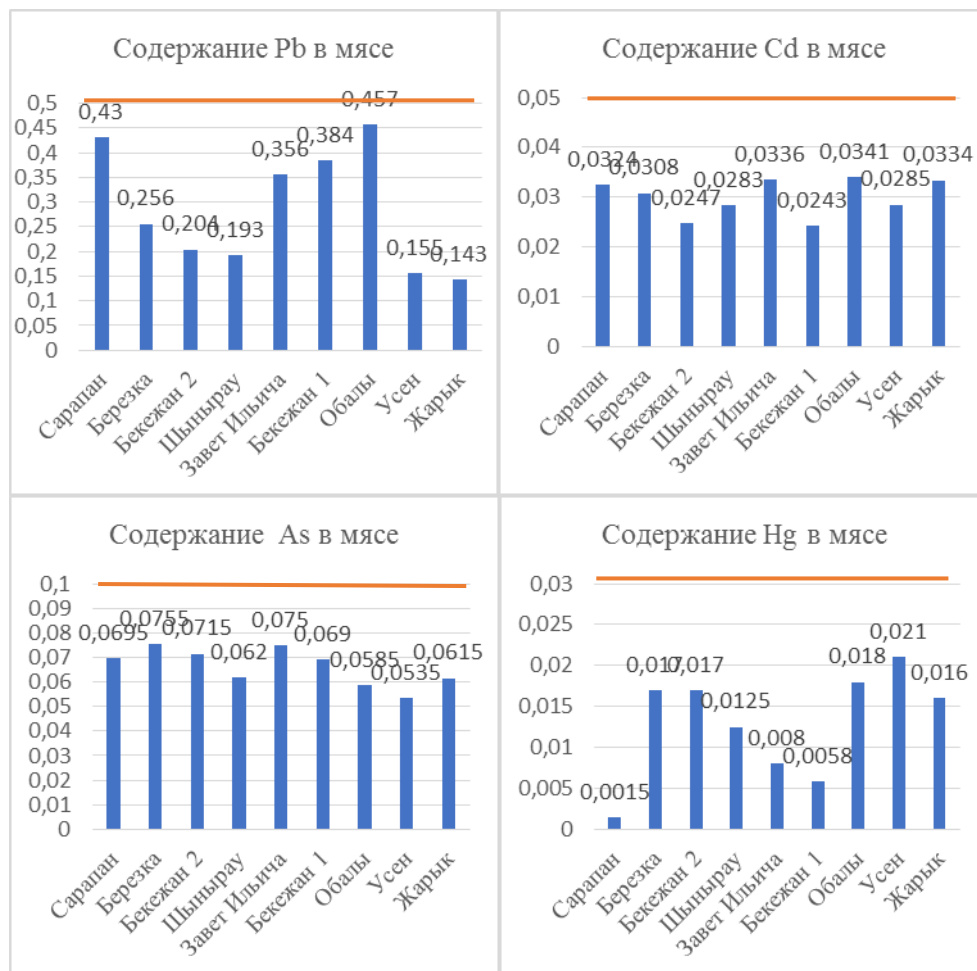


Рис. 1. Содержание токсичных элементов в мясном сырье овец, выращенных на зимовках Абайского района

Максимальное значение свинца Pb по Абайскому району 0,457 мг/кг, наблюдается на зимовке Обалы, что не превышает нормативных значений по содержанию свинца в мясных продуктах. Минимальное содержание 0,143 мг/кг в точке Жарык. Среднее значение 0,286 мг/кг, что не превышает нормативно установленных значений для содержания свинца в мясе 0,5 мг/кг.

Содержание Cd в образцах мяса, исследуемых зимовок не превышает нормативно установленных значений, а максимальное значение зарегистрировано в пробе с зимовки Обалы и составляет 0,0341 мг/кг, минимальное – в точке Бекежан 1 и составляет 0,0243 мг/кг, среднее значение по району 0,03 мг/кг при нормативном значении не более 0,05 мг/кг.

Минимальное значение мышьяка As 0,0535 мг/кг зарегистрировано в пробе с зимовки Усен, среднее значение по району 0,0662 мг/кг,

максимальное значение наблюдается на зимовке Березка и составляет 0,0755 мг/кг, что ниже нормативно установленных значений не более 0,1 мг/кг.

Минимальное значение содержания Hg в исследуемых образцах мяса составляет 0,0015 мг/кг, проба с зимовки Сарапан, среднее значение по району 0,0129 мг/кг, а максимальное значение наблюдается в пробе мяса с точки Усен и составляет 0,021 мг/кг, что не превышает нормативных значений по содержанию Hg в мясных продуктах.

Так, СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» отменил нормы таких токсичных элементов в мясе как медь и цинк [4].

Таким образом, в мясном сырье овец породы казахская курдючная грубошерстная, выращенных на территориях, подвергавшихся длительному радиационному воздействию, присутствуют токсичные элементы как свинец, кадмий, мышьяк и ртуть, но их содержание ниже нормируемых значений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амирбеков, Ш.А. Современная радиэкологическая обстановка на территориях, прилегающих к Семипалатинскому испытательному ядерному полигону [Текст]: монография / Ш.А. Амирбеков, С.Т. Дюсембаев, К.Ж. Амирханов, А.К. Какимов, Ж.С. Есимбеков. – Алматы, 2013. - 358 с.
2. Сатиева, Б.Г. Изучение агроэкологического мониторинга тяжелых металлов [Текст]: аналитический обзор / Б.Г. Сатиева, К.С. Жарыкбасова, Д.С. Акулова. – Семипалатинск: Семипалатинский НЦТИ, 2002. – 58 с.
3. Антипова, Л.В. Оценка экологической чистоты мясных продуктов [Текст] / Л.В. Антипова, Н.А. Соскова // Мясная индустрия. - 2000. - №4. – С.38-41.
4. Сульдина, Т.И. Содержание тяжелых металлов в продуктах питания и их влияние на организм [Текст] / Т.И. Сульдина // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. – 2016. – № 1. – С. 136-140.
5. Панин, М.С. Формы соединений тяжелых металлов в почвах средней полосы Восточного Казахстана [Текст] / М.С. Панин. – Семипалатинск: Семей, 1999. – 329 с.

REFERENCES

1. Amirbekov Sh.A., Dyusembayev S.T., Amirkhanov K.Zh., Kakimov A.K., Yesimbekov Zh.S. Modern radioecological situation in the territories adjacent to the Semipalatinsk nuclear test site [in Russian]. Almaty, 2013.358 p.
2. Satieva B.G., Zharykbasova K.S., Akulova D.S. Study of agroecological monitoring of heavy metals [in Russian]. Semipalatinsk. 2002.58 p.
3. Antipova L.V., Soskova N.A. Assessment of environmental cleanliness of meat products [in Russian]. 2000, No.4, pp. 38-41.
4. Sul'dina T.I. The content of heavy metals in food and their effect on the body [in Russian] / Good nutrition, nutritional supplements and biostimulants, 2016, No.1. pp.136-140.
5. Panin M.S. Forms of heavy metal compounds in soils of the middle zone of East Kazakhstan [in Russian]. Semey. Semipalatinsk.1999.329.

Материал поступил в редакцию 24.01.20.

К.Ж. Амирханов, З.С. Апсаликова, А.М. Байкадамова

*Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университеті,
Семей, Қазақстан Республикасы*

ҰЗАҚ МЕРЗІМДІ РАДИАЦИЯНЫҢ ӘСЕРІНЕ ҰШЫРАҒАН ТЕРРИТОРИЯЛАРДА ӨСІРІЛЕТІН ҚОЙ ЕТІНДЕГІ АУЫР МЕТАЛДАР МӨЛШЕРІ

Мақалада Семей полигонының қызметі нәтижесінде ұзақ радиациялық әсерге ұшыраған жерлерде өсірілетін, қазақтың майлы құйрық тұқымды қойларының ет шикізаттарындағы ауыр металдардың құрамын гигиеналық бағалау нәтижелері келтірілген. Уытты элементтер мен олардың адам мен жануарлар ағзаларына әсері туралы қысқаша сипаттама берілген.

Тірек сөздер: ет шикізаты, ауыр металдар, ШПК, тамақ өнімдері, концентрация.

K.Zh. Amirkhanov, Z.S. Apsalikova, A.M. Baykadamova

Shakarim State University of Semey, Semey, Kazakhstan

CONTENT OF HEAVY METALS IN MEAT OF SHEEP, OBTAINED ON THE TERRITORIES AFFECTED BY RADIATION EXPOSURE

This article presents the results of a hygienic assessment of the content of heavy metals in meat of sheep of the Kazakh fat tail breed, grown in areas exposed to prolonged radiation exposure, as a result of the activities of the Semipalatinsk test site. A brief description of toxic elements and their influence on the human and animal organism is given.

Keywords: meat raw materials, heavy metals, MAC, food products, concentration.

ӨОЖ 65.59.31

М.К. Сыдыкова¹, Г.Н. Нұрымхан²

*¹Докторант, ²Техн. ғылымдары канд., қауымдастырылған профессоры
Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университеті,
Семей қ., Қазақстан*

Электрондық пошта: ¹Sydykova001@mail.ru, ²gulnu-n@mail.ru

ТАРТЫЛҒЫН ЕТТЕГІ СҮТҚЫШҚЫЛДЫ БАКТЕРИЯЛАРДЫҢ БИОХИМИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Жұмыста жүргізілген зерттеулер негізінде жасалған талдау нәтижелері сүт қышқылды бактериялардың үш штаммдық культурасы концентратын енгізу тартылған етті тұздау кезінде биохимиялық процестерді жеделдететіні және осылайша қажетті функционалды және технологиялық қасиеттерді қамтамасыз ететіндігі көрсетілген. Сонымен қатар, сүт қышқылды бактериялардың тұздалған кезде тартылған етте жақсы дамитыны және биохимиялық белсенділігі жоғары екендігі талданды.

Тірек сөздер: сүтқышқылды бактериялар, тартылған ет, натрий нитриті, ет өндірісі.

Микроағзалардың тіршілік әрекеті мен белсенділігі қоршаған ортаның жағдайымен үздіксіз байланысты. Микроағзалардың дамуына сыртқы факторлардың әсері олардың биологиялық ерекшеліктеріне сонымен қатар әсер етуші фактордың пайдалы және кері әсер ететін сипаттамаларына байланысты.

Ет және ет өнімдері - бұл микроағзалардың дамуы үшін тамаша қоректену ортасы болып табылады. Бірақ, бірқатар ет өнімдерін өндіру процесінде қосылған немесе түзілген компоненттер оның ішінде, натрий нитриті, тұз және т.б. микроағзалардың тіршілік әрекетін тежеуі мүмкін [1].

Шұжық өндірісінде микроағзалардың пайдалы штамдарын таңдау кезіндегі басты шарттардың бірі – олардың тұзға, нитритке төзімділігі болып табылады. Осыған байланысты сүтқышқылды бактериялардың натрий хлориді мен натрий нитритінің әртүрлі шоғырлану коэффициентіне қатынасы зерттелді. Зерттеу нәтижелері 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1

Сүтқышқылды бактериялардың тұздың
әртүрлі шоғырлану мөлшеріне төзімділігі

Тұздың шоғырлануы, %	Сүтқышқылды бактериялардың үш штамдық культурасының шоғырлануы
	Өмірге қабілетті жасушалардың саны КҚБ (колония қалыптастырушы бірлігі) 1 г ішінде
2	$2 \cdot 10^{11}$
3	$5 \cdot 10^{11}$
4	$7 \cdot 10^9$
5	$1 \cdot 10^8$

Кестеде келтірілген мәліметтерден сүтқышқылды бактериялардың тұздың жоғары шоғырлану мөлшерінде де белсенді дамидынын көруге болады.

Айта кету керек, 2,5% ас тұзының технологиялық мөлшерін енгізген кезде өмірге қабілетті жасушалардың саны 1 г өнімде 10^{11} КҚБ құрайды.

Нитриттің ет өнімдерін өндірудегі рөлі нитрозопигменттер түзумен ғана шектелмейді. Сонымен қатар, ол дәм мен хош иісін қалыптастыру процесіне қатысады, липидтерге антиоксидантты әсер етеді және жағымсыз микрофлораның өсуіне және токсиндердің түзілуіне белгілі ингибиторлық әсер етеді [2,3]. Нитриттің қолданылатын дозалары ет өнімдерінде энтеробактериялардың дамуын жақсы тежейді. Осыған байланысты натрий нитритінің әртүрлі мөлшерлерінің сүтқышқылды бактериялар биомассасының шығуына әсері зерттелді.

Тәжірибелік зерттеулердің нәтижелері 2-кестеде келтірілген, сол бойынша нитрит мөлшерінің 100 г үшін 7,5-тен 2 мг-ға дейін төмендеген кезде оптикалық тығыздықтың мәні төмендейтіні көрсетілген.

100 г құрамындағы нитриттің 10 мг дозасы сүтқышқылды бактериялар биомассасының өсу қарқынын біршама тежейді, бұл оптикалық тығыздықтың төмендеуімен расталады.

Сүтқышқылды бактерияларының өміршең жасушаларының саны енгізілген нитрит дозасының мөлшеріне кері пропорционал болып келеді.

Кесте 2

Сүтқышқылды бактериялардың натрий нитритіне тұрақтылығы

Үлгінің аты	Натрий нитритінің мөлшері, 100 г/мг	Оптикалық тығыздық, Д	Сүтқышқылды бактериялар жасушаларының саны
бақылау	натрий нитриті қосылмаған	1,72±0,065	3*10 ¹¹
Үлгі 1	10	1,62±0,032	
Үлгі 2	7,5	1,86±0,048	7*10 ¹⁰
Үлгі 3	5	1,77±0,024	
Үлгі 4	4	1,77±0,036	15*10 ¹⁰
Үлгі 5	3	1,63±0,076	35*10 ¹⁰
Үлгі 6	2	1,22±0,06	6*10 ¹¹

Алынғын деректерді талдау кезінде натрий нитриті мөлшерінің көбеюімен биомасса түзілу белсенділігі біршама төмендейтініне көзіміз жетті.

Жоғарыда айтылғандарды қорытындылай келе, пайдаланылған сүтқышқылды бактерияларының концентраты натрий хлориді мен натрий нитритінің технологиялық мөлшерлеріне өте төзімді деуге болады.

Алайда, сүтқышқылды бактерияларының биохимиялық белсенділігін зерттеу кезінде сүтқышқылды бактериялардың тартылған ет қасиеттеріне әсерін ескерусіз қалдыруға болмайды.

Тәжірибелік зерттеулер барысында тұздау процесінде сүт қышқылды бактерияларының концентратын қолданып тартылған еттің функционалды және технологиялық қасиеттері зерттелді.

Тартылған еттің суды ұстау қасиетінің өзгеруі (БҰҚ) шұжыққа арналған ет құрылымын қалыптастырудағы маңызды көрсеткіш болып табылады.

1-суреттен көрінетініндей, сүтқышқылды бактерияларын қолдана отырып прототипте БҰҚ-нің қарқынды төмендеуі байқалады.

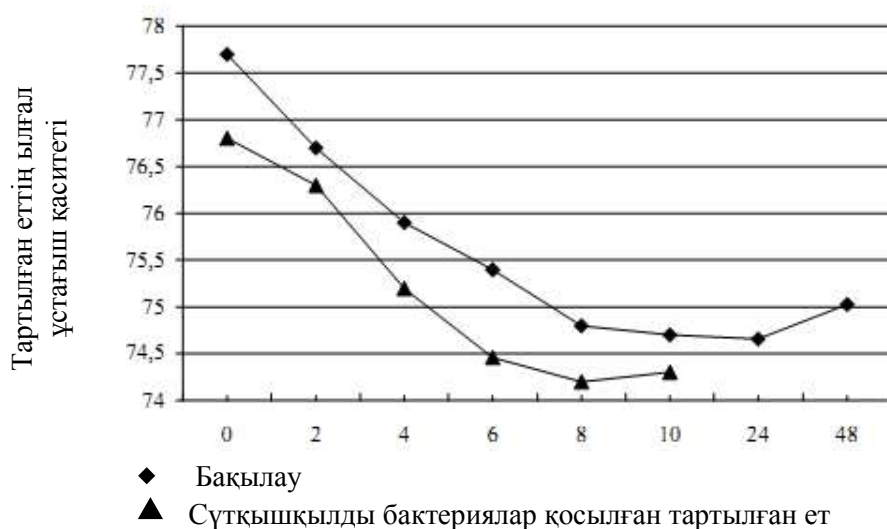
Бұл әсер тез гликолиз бен бактериялық зат алмасудың қышқыл өнімдерінің жинақталуымен байланысты, олар рН мәнін төмендетеді, оны ақуыз заттардың изоэлектрлік нүктесіне жақындатады, бұл ақуыздардың құрылымдық өзгеруіне (коагуляция мен тығыздау) әкеп соғады.

Сонымен қатар, актомиозин кешенінің пайда болуы нәтижесінде гидрофильді орталықтар санының азаюы байқалады. Мұның бәрі 8 сағат ішінде БҰҚ-тің төмендеуіне әкеледі, ал бақылау үлгісінде БҰҚ-нің мәні баяу төмендейді, өйткені ақуыздық заттардың изоэлектрлік нүктесіне тек 24 сағат ішінде жетеді.

БҰҚ-тың көрсеткіштерінің арасында және бұлшықет талшықтарының ақуыздары құрылымындағы өзгерістері мен жылулық өңдеу кезінде салмақ жоғалту арасында байланыс бар екендігі белгілі.

Термоөңдеу кезіндегі массаның төмендеу динамикасы 2-суретте көрсетілген. Барлық үлгілерде ең аз шығын нөлдік нүктеде байқалады.

Масса жоғалтудың минималды мәні ақуыз молекулаларының бетінде ылғалды ұстап тұруға қабілетті гидрофильді орталықтардың көп болуына байланысты.



Сурет 1. Ылғалды ұстағыш қасиетінің өзгеруі

Кейіннен барлық үлгілерде жаппай жоғалудың өсуі байқалады. Сүтқышқылды бактерияларының концентратын қолданатын сынамада шығындар бакылау сынамаларына ұқсас мәндерге 24 сағатта, тұздықта 8 сағатта жетеді.



Сурет 2. Жылумен өндеу кезіндегі массаның өзгеруі

Термоөндеу кезінде массаның жоғалуы протеолитикалық ферменттердің бұлшықет тініне әсер етуімен, сонымен қатар микроағзалармен байланысты.

Сүтқышқылды бактериялары концентратын қолдана отырып, эксперименттік үлгідегі масса жоғалтуының жоғары мәні рН-тың қышқыл шамалары аймағына ауысуымен байланысты, бұл ақуыз молекулалары бетіндегі гидрофильді орталықтар санының азаюына әсер етеді.

Микроағзалардың протеолитикалық ферменттерінің, еттің өз ферменттерінің, натрий хлоридінің иондарының әрекеті актомиозин

кешенінің бөлінуі мен релаксациясына әкеледі, нәтижесінде гидрофильді орталықтар саны артады, демек, БҰҚ ұлғаяды, нәтижесінде термиялық өңдеу кезінде салмақтың азаюына әкеледі.

Жүргізілген зерттеулер негізінде сүтқышкылды бактерияларының үш штамдық культурасы концентратын енгізу тартылған етті тұздау кезінде биохимиялық процестерді жеделдетеді және осылайша қажетті функционалды және технологиялық қасиеттерді береді деген қорытынды жасауға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Павловский, П.Е. Биохимия мяса [Текст] / П.Е.Павловский, В.В. Пальмин; под ред. члена-корреспондента АН СССР А.М. Кузина – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищ. промышленность, 1975. – 259 с.
2. Лясковская, Ю.Н. Влияние нитритов на качество мясных продуктов [Текст]: обзор. информ. / Ю.Н. Лясковская, В.М. Горбатов, Г.Л. Солнцева, Р.И. Хламова. - М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1984. - 35 с.
3. Шрайбман, Г.Н. Спектрофотометрические методики определения пероксинитрита и нитрита / Г.Н. Шрайбман, Е.П. Дягилева, А.В. Скибина // Вестник Кемеровского государственного университета: журнал теоретических и прикладных исследований. - 2011. - №1(45). - С. 200-206.

REFERENCE

1. Pavlovsky, P.E. Biochemistry of meat [in Russian] / P.E. Pavlovsky, V.V. Palmin; under the editorship of Corresponding Member of the Academy of Sciences of the USSR A.M. Cousin - 3rd ed., Revised. and add. - M.: Food. industry, 1975. - p. 258-259.
2. Lyaskovskaya Yu.N. The effect of nitrite on the quality of meat products [in Russian]: review. inform. / Yu.N. Lyaskovskaya, V.M. Gorbatov, G.L. Solntseva, R.I. Khlamova - M.: TsNIITEImyasomolprom, 1984. - 35 p.
3. Shraibman G.N. Spectrophotometric methods for the determination of peroxy nitrite and nitrite [in Russian] / G.N. Shraibman, E.P. Diaghilev, A.V. Skibina // Bulletin of Kemerovo State University: Journal of Theoretical and Applied Research. - 2011. - N 1 (45). - p. 200-206.

Материал редакцияға 14.02.20 түсті.

М.К. Сыдыкова, Г.Н. Нұрымхан

Государственный университет им. Шакарима, г. Семей, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ В МЯСНОМ ФАРШЕ

Представлены результаты анализа на основании проведенных исследований, что внесение концентрата трехштаммовой культуры молочнокислых бактерий ускоряет биохимические процессы при посоле мясного фарша и тем самым обеспечивает необходимые функционально-технологические свойства. Также проанализировано, что молочнокислые бактерии хорошо развиваются в мясном фарше при посоле и обладают высокой биохимической активностью.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, мясной фарш, нитрит натрия, мясная промышленность.

M.K. Sydykova, G.N. Nurimhan

Shakarim State University, Semey, Kazakhstan

RESEARCH OF BIOCHEMICAL ACTIVITY OF LACTIC ACID BACTERIA IN CHOPPED MEAT

The results of the analysis based on the conducted studies are presented that the introduction of a concentrate of a three-strain culture of lactic acid bacteria accelerates biochemical processes during salting of minced meat and thereby provides the necessary functional and technological properties. It was also analyzed that lactic acid bacteria develop well in minced meat during salting and have high biochemical activity.

Keywords: lactic acid bacteria, minced meat, sodium nitrite, meat industry.

ӘОЖ 636. 085. 549.67

С.Т. Жиенбаева¹, Н.Б. Батырбаева², Д.К. Дүйсембаев³

*¹Техн. ғылымдары д-ры, қауымдасқан профессор, ²PhD докторы, ³Докторант
Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан
Электрондық пошта: ¹sauleturgan@mail.ru*

СЫРА ҚАЙНАТУ ӨНДІРІСІНІҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚҰРАМА ЖЕМ ӨНДІРІСІНДЕ ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІГІ

Мақалада сыра қайнату өндірісінің жанама өнімдерін құрама жем өндірісінде пайдалану мүмкіндігі қарастырылған. Алматы қаласында орналасқан ірі сыра қайнату кәсіпорындарынан алынған сыра бытырасының үлгілерінің химиялық құрамы анықталды. Сыра бытырасының химиялық құрамын бидай және арпа дәндерінің көрсеткіштерімен салыстыра отырып, сыра бытырасын құрама жем өндірісінде, ауылшаруашылығы жануарларының рационындағы дәнді дақылдарды алмастыруда қолданудың тәжірибелік маңыздылығы анықталды.

Тірек сөздер: сыра қайнату өндірісінің жанама өнімдері, сыра бытырасы, құрама жем, тағамдық құндылық.

Кіріспе. Еліміздің ауылшаруашылығы саласында мал шаруашылығының алатын орны ерекше. Ал өз кезегінде мал шаруашылығы өнімдерін оларға арналған жем-шөпке кететін шығындарды азайта отырып өндіру қазіргі уақытта өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Мал шаруашылығын белсенді жүргізу кезінде орасан зор мөлшерде қымбат құрама жем және ақуыздық концентраттар шығындалады. Алынатын өнімнің өзіндік құнының жартысынан астамы жем-шөпке, соның ішінде құрама жемдерге кетеді. Сондықтан мал шаруашылығын өзіндік құны төмен және жоғары сапалы құрама жеммен қамтамасыз ету мәселесін шешу жолдары қарастырылуда.

Өлемнің көптеген елдеріндегі сияқты, біздің елімізде де өзіндік құны төмен, дәнді дақылдар сапалық және сандық жағынан толық алмастырылған құрама жем өндіру жолдары ізделуде. Статистикалық мәліметтерге сүйенсек, елімізде өндірілетін құрама жемге кететін шикізаттардың 70-80% дәнді

дақылдар екен, ал бұл көрсеткіш Ресейде - 68%, Голландия мен Германияда – 31-41%, АҚШ пен Францияда – 20-23% құрайды [1].

Аталған мәселені шешуде және құрама жем өндірісінің шикізат қорын айтарлықтай ұлғайтуда, сыра қайнату өндірісінің жанама өнімдерін пайдалану, оларды пайдалану мен қайта өңдеу тиімділігін арттыру маңызды болып табылады.

Қазіргі уақытта сыра қайнату өндірісінде, сонымен қатар көптеген тамақ өнімдерін өндіру кәсіпорындарында технологиялық қалдықтар, қайталама шикізат көздерін пайдаға жарату мәселесі айтарлықтай уақыт өтсе де, әлі күнге дейін толық шешімін таба алмай келе жатыр. Көптеген Еуропалық елдер мен АҚШ-та өндірістік кәсіпорындарға айыппұл салу арқылы өндірістік қалдықтарды қайта пайдалану, басқа өндірістік мақсаттарда пайдалану немесе қауіпсіз сақтау жолдарын қарастыруға міндеттейді. Сыра қайнату өндірісі үшін ең үлкен мәселе – сыра бытырасын кәдеге жарату болып табылады. Себебі сыра бытырасының сақталу мерзімі қалыпты жағдайда 24 сағат қана, ал одан кейін микроағзалардың көптігі мен белсенділігі себепті бұзыла бастайды.

Сыра қайнату өндірісінде түзілетін сыра бытырасының мөлшеріне көптеген факторлар – пайдаланылатын дәнді дақылдардың сапасы мен ассортименті, қолданылатын технологиялар мен жабдықтардың түрі және т.б. әсер етеді. 1 тонна сыра өндіру кезінде 0,32 тонна сыра бытырасы түзіледі, яғни кәсіпорын шығаратын сыра массасына 32% сыра бытырасы келеді [2].

Сыра бытырасының орташа ылғалдылығы 75% және қалыпты қоршаған ортада 24 сағатқа дейін ғана сақталады. Оның химиялық құрамы келесідей болады: су - 75%; құрғақ заттар - 75%; соның ішінде, ақуыздар – 5,3-7,1%; клетчаткалар – 3,5-4,0%; майлар – 1,5-1,8%; азотты емес экстрактілі заттар – 8,7-11,6%, күл – 0,5-0,7%. Сыра бытырасының сіңімділігі жоғары және оның құрамы жануарлардың асқорыту жүйесіне жақсы әсер етеді. Сондықтан сыра бытырасын тағамдық құндылығы жоғары жемге жатқызады және оның тағамдық құндылығы 0,17-0,23 жемдік бірлікке тең болады. Сыра бытырасының ақуызының құрамында барлық алмастырылмайтын аминқышқылдары кездеседі. Қазіргі уақытта сыра бытырасын қолданудың көптеген жолдары қалыптасқан, соның ішінде нан-тоқаш бұйымдарын өндіруде тағамдық қоспа ретінде, сыра бытырасынан ауылшаруашылығы тыңайтқыштарын өндіруде, спирт өндірісінде шикізат ретінде пайдалану және т.б. Сонымен қатар, сыра бытырасын жануарларға арналған жем алу мақсатында пайдаланудың көптеген жолдары белгілі, дегенмен тәжірибеде ол әдістер айтарлықтай энергия шығындарын қажет етеді және экономикалық жағынан тиімді бола бермейді [3].

Құрама жемнің құны өсті, ал сапасы төмендеді. Бұл жағдай өндірілетін құрама жемнің сапасына кері әсерін тигізіп, құрама жемнің қымбатқа түсуіне әкелді. Бұл әртүрлі шаруашылықтардағы мал мен құстың азаю қарқынымен салыстырғанда мал азығы өндірісінің төмендеу қарқынының едәуір артуымен түсіндіріледі.

Алайда жемдік дәнді-дақылдардың құны төмендегенімен ақуызды және энергетикалық жемдік азықтар, микроэлементтер, дәрумендер өндірілетін құрама жемнің құны қымбаттауда [4].

АгроИнфо Қазақстан ақпараттық агенттігінің мәлімдемесі бойынша [5] қазіргі кезде мал шаруашылығы мен құс шаруашылығының құрама жемге

деген қажеттілігі жылына 5 млн.тоннаны құрайды. Еліміздегі құрама жем зауыттарының қуаттылығы ауыл шаруашылығы малдарының құрама жемге қажеттілігін 48% ғана қамтамасыз етеді.

Қазақстанда 1991 жылдан бастап құрама жем құрауыштарының барлық түрлерінің азауы байқалды. Отандық жемдік ақуызды өндіру көлемі 48% - ға, ал ақуызды-дәруменді қосымша жасау 2005 жылы 78 есе азайды (1-кесте).

Кесте 1

1990-2007 жж. аралығында құрама жем құрауыштарын өндіру динамикасы

Құрауыш-тар	1990 ж.		1995 ж.		2005 ж.		2007 ж.	
	мың тг.	мың тг.	%, 1990ж. қарай	мың тг.	%, 1990ж. қарай	мың тг.	%, 1990ж. қарай	
Ақуызды-дәруменді қосымша	156,0	1,8	1,2	2,2	1,4	2,8	1,8	
Құрғақ етгісүйек ұндары	182,0	88,0	48,4	48,0	26,4	54,0	29,7	
Күнжара мен шроттар	312,0	128,0	41,0	186,0	59,6	208,0	66,7	
Балық ұны	102,0	6,4	6,3	7,8	7,6	16,2	15,9	
Құрғақ жом	64,0	22,0	34,4	24,0	37,5	30,4	47,50	

2016 жылы мал, құс шаруашылықтарын отандық құрама жеммен қамтамасыз ету 20% ғана құрады. 2021 жылға дейін елімізде жылына құрама жем өндіру 1,0 млн-нан 2,5 млн тоннаға жеткізу қарастырылған.

Осыған байланысты құрама жемнің қымбат тұратын ақуызды құрауыштарының тапшылығын азайтуда жергілікті қайта өңдеу өндірістерінің бағалы жанама өнімдерін тиімді өңдеп, құрама жем өндірісінде қолдану өзекті мәселе болып табылады.

Зерттеудің нысаны мен әдістері. Зерттеу нысандары - «Эфес-Қазақстан» және «№1 сыра қайнату зауыты» кәсіпорындарынан алынған сыра бытырасының үлгілері.

Зерттеу әдістері: Ылғалдылықты анықтау МемСТ 13496.3-92; шикі протеин мөлшері МемСТ 13496.4-93; шикі май мөлшері МемСТ 13496.15-97; шикі клетчатка мөлшері МемСТ 13496.2-91 бойынша анықталды.

Нәтижелер және оларды талдау. Сыра бытырасының мөлшері, сапасы және химиялық құрамы сыра қайнату кәсіпорынында пайдаланылатын шикізат – дәнді-дақылдың сапасы мен құрамына, қолданылатын технология және жабдыққа байланысты болады.

Құрама жем өндіруде шикізат ретінде пайдалану мүмкіндігін анықтау мақсатында Алматы қаласында орналасқан «Эфес-Қазақстан» және «№1 сыра қайнату зауыты» кәсіпорындарынан алынған сыра бытырасы үлгілерінің химиялық құрамы Алматы технологиялық университетінің «Тағам қауіпсіздігі ғылыми-зерттеу институтында» және «Астық өнімдері және өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының зертханасында анықталды (2-кесте).

Кесте 2

Сыра қайнату кәсіпорындарынан алынған сыра бытыраларының физикалық-химиялық көрсеткіштері

Рет саны	Физикалық-химиялық көрсеткіштер	«Эфес-Қазақстан» сыра қайнату зауыты	«№1 сыра қайнату зауыты»
1	Майдың массалық үлесі, %	7,11	6,18
2	Ақуыздың массалық үлесі, %	21,27	20,62
3	Клетчатканың массалық үлесі, %	9,09	9,58
4	Күлділіктің массалық үлесі, %	0,43	0,2
5	Ылғалдылық, %	74	74
6	Қышқылдық саны, рН	6,1	6,1

3-кестеде келтірілген мәліметтерден көріп отырғанымыздай сыра бытырасының химиялық құрамы әртүрлі кәсіпорындарда әрқандай. Олардың тек қышқылдық саны мен ылғалдылықтары ғана бірдей. «Эфес-Қазақстан» сыра қайнату кәсіпорынынан алынған үлгіде май мен ақуыздың массалық үлестері жоғары болса, ал «№1 сыра қайнату зауыты» кәсіпорынынан алынған үлгіде, клетчатка мен күлділіктің массалық үлестері жоғары болған.

Дегенмен, алынған үлгілердің екеуінде де сыра бытырасының тағамдық құндылығы айтарлықтай жоғары екендігін көруге болады. Мысалы, алынған көрсеткіштерді бидай және арпа дәндерінің химиялық құрамымен салыстыратын болсақ, келесідей нәтижелерді көруімізге болады (3-кесте).

Кесте 3

Құрауыштардың химиялық құрамы

№	Физика-химиялық көрсеткіштер	«Эфес-Қазақстан» сыра қайнату зауыты	«№1 сыра қайнату зауыты»	Бидай дәні, орташа	Арпа дәні, орташа
1	Майдың массалық үлесі, %	7,11	6,18	2,3-2,8	2,1
2	Ақуыздың массалық үлесі, %	21,27	20,62	13,5	9,5
3	Клетчатканың массалық үлесі, %	9,09	9,58	2,5-3,0	4,0
4	Күлділіктің массалық үлесі, %	0,43	0,2	1,8-2,0	2,5

Сыра бытырасының құрамындағы майдың массалық үлесі бидай мен арпа дәндеріне қарағанда үш есе, ақуыз екі есе жоғары болса, ал күлділік мөлшері айтарлықтай төмен болып отыр. Тек клетчатканың массалық үлесінің жоғары болуы сыра бытырасының жануар ағзасына сіңімділігіне кері әсерін тигізгенімен, сыра бытырасының құрамындағы басқа да белсенді заттардың арқасында және құрама жемге басқа да табиғи белсенді, минералды заттарды қосу арқылы бұл мәселенің орны толады.

Қорытындылай келе, сыра қайнату өндірісінің жанама өнімдерін құрама жем өндірісінде пайдалану – елімізде құрама жем өндіруде орасан көп мөлшерде шығындалатын құнды шикізат көздері – дәнді-дақылдарды, 170

қайталама шикізат көздерімен алмастыру арқылы құрама жемнің сапасына кері әсерін тигізбей, өзіндік құнын төмендетіп, өндірілетін өнім мөлшерін арттыруға мүмкіндік береді. Қазіргі кездегі қолданыстағы сыра бытырасын қайта өңдеу технологиясын жетілдіру және жаңа тиімді технологияны қалыптастыру, сыра бытырасын мал азығы ретінде пайдаланудың жергілікті жердің ерекшеліктеріне бейімделген, энергия шығындарын аз қажет ететін, экономикалық тиімді жолдарын табу арқылы, ел экономикасында маңызды орынға ие мал шаруашылығын құрама жеммен қамтамасыз ету мәселесін шешуге болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Жантемиров, Ш.А. Об актуальности переработки отходов промышленных предприятий для животноводства [Текст] / Ш.А. Жантемиров // Вестник РУДН. – 2012. – №3. С. 101-108.
2. Свиридов, Д.А. Пивная дробина в производстве белковых концентратов [Текст] / Д.А. Свиридов, М.В. Гернет, К.В. Кобелев // Пиво и Напитки. – 2005. - №1. – С.28-29.
3. Дегтереев, С.В. Технология комплексной переработки отходов пивоварения [Текст]: дисс... канд.техн.наук / С.В. Дегтереев / Институт экологии и генетики микроорганизмов. – Перм, 2000. – 132 с.
4. Изтаев, А.И. Научные основы разработки двухстадийной технологии комбикормов [Текст] / А.И. Изтаев, Ж.С. Алимкулов. - Алматы: Алейрон, 2010. - С.8-14.
5. В МСХ рассказали о перспективах развития комбикормовой промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.agroinfo.kz. (21.09.2017 г.).

Материал редакцияға 13.02.20 түсті.

С.Т. Жиенбаева, Д.К. Дюсембаев

Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПИВОВАРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМБИКОРМОВ

В статье рассматриваются возможности использования отходов пивоварения в производстве комбикормов. Определен химический состав пивной дробины, отобранной из крупных пивоваренных предприятий Казахстана. Проведена сравнительная оценка показателей кормовой ценности пивной дробины для замены зернового сырья комбикормов.

Ключевые слова: пивная дробина, комбикорм, кормовая ценность.

S.T. Zhienbayeva, D.K. Dyussebayev

Almaty technological university, Almaty, Kazakhstan

POSSIBILITIES OF USING THE MAJOR WASTE OF MANUFACTURING BREWING IN THE PRODUCTION OF COMBI FOOD

The article discusses the possibilities of using brewing waste in the production of animal feed. The chemical composition of beer grains selected from large brewing enterprises in Kazakhstan was determined. Comparative evaluations of the indicators of the feed value of beer grains were carried out to replace the grain feed of mixed feeds.

Keywords: beer pellet, compound feed, feed value.

Транспортные технологии

ӘОЖ 629.341

А.М. Елшібеков¹, Н.Р. Джакупов², Б.У. Жаманбаев³.

¹Докторант, аға оқытушы, ²Техн. ғылымдары канд., қауымдастық профессор,
³Докторант, аға оқытушы

^{1,2}М.Тынышбаев атындағы Қазақ Көлік және Коммуникация Академиясы,
Алматы қ., Қазақстан

³М.Х.Дулата атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан
Электрондық пошта: ¹a_kz@mail.ru, ²Nurbek78@yandex.ru, ³Zhaman78@mail.ru

ҚАЛАЛЫҚ ЖОЛАУШЫЛАР ТАСЫМАЛЫ ҮШІН ЭЛЕКТРЛІ АВТОБУСЫН ПАЙДАЛАНУ КЕЛЕШЕГІ

Мақалада қалалық қоғамдық көлікті дамыту мәселелері мен болашағы айқындалған. Электрлі автобустардың түрлері қарастырылған. Қалалық жолаушылар көлігінің тиімділігіне, артықшылықтары мен кемшіліктеріне талдау жасалған. Қалалық жолаушылар көлігінің энергетикалық параметрлерінің есептері келтірілген.

Тірек сөздер: электробус, экология, көлік, рекуперация, жинақтағыш, аккумуляторлық батарея.

Кіріспе. Автономды тасымал көлігі Қазақстанның әлеуметтік-экономикалық дамуында маңызды рөл атқарады, тауарлар мен жолаушыларды уақтылы жеткізуді қамтамасыз етеді.

Қалалық және қалааралық жолаушылар тасымалының едәуір бөлігі автобустардың көмегімен жүзеге асырылады. Болашақта автобус тасымалы Қазақстан Республикасының қалалары үшін жолаушыларды тасымалдаудың негізгі түрі болып қала береді және үлкен әлеуметтік маңызы бар. Елде жолаушылар тасымалының жалпы көлемінің шамамен 42% жер үсті көлігі - автобустармен жүзеге асырылады [1].

Сонымен қатар, тасымал көлігі көп энергияны қажет етеді. Ол республикада тұтынылатын бензиннің 70% және дизель отынының 15% дейін пайдаланады. Тасымал көлігін пайдаланушы ұйымдардың жанармай шығындары құрылымдағы жалпы шығындарымен салыстырғанда тасымалдың өзіндік құнынан 18% асып жығылады [1].

Көліктің қарқынды дамуы, оның энергия тиімділігінің белгілі бір деңгейге өсуіне қарамастан, бағасы жылдар бойына қымбаттап келе жатқан жанармай отындары мен электр қуатына деген қажеттілікті арттырады. Осыған байланысты, көліктің барлық түрлерінде энергияны үнемдеу, яғни жолаушылар мен жүктерді тасымалдау барысында энергияны тұтыну көлемін азайту шараларын қолға алу қажеттілігі туындайды. Бұл үшін көлік пайдаланушы инфрокұрылымдарға құрылымдық бағыттарын жаңарту талап етіледі [2].

Еліміздің ірі мегополистері болып саналатын Нұр-Сұлтан, Алматы, Шымкент, Тараз, Ақтау және т.б. қалаларында жолаушылар тасымалы бойынша жаңа инновациялық тиімді жобалар қолға алынып, зерттеліп және әрі қарай қолданысқа енгізіліп жатыр. Мысалы, сондай тиімді жобалардың бірі, әлемдік ірі мегаполистерде зерттелген қолданысқа берілген жоба – дизельдік автобустарды электрлі автобустарға (электробус) ауыстыру болып табылады [3-5].

Негізінде электрлі көліктердің құрылымы және оларды тасымалдау ісіне қолдану жобасы өткен ғасырдың орта кезінде басталған. Тек оның қолданылу аясының кеңеюіне басты кедергінің бірі тұрақты, қуатты жинақтағыштардың болмауы еді, болса да олардың салмағының немесе габариттік көлемінің үлкендігі болды. Бұл электр көлігін пайдаланудың басқа көліктермен салыстырғанда энергетикалық тиімсіздігіне алып келді.

Қазіргі таңда ғылыми прогрестің дамуының арқасында жаңа электржинақтау сыйымдылығы жоғары жинақтағыштар пайда болды, осының арқасында олардың масса-габариттік көрсеткіші төмендеді. Мысалы литий-ионды, литий-титанды, суперконденсаторлар және т.б. электрсыйымдылығы жоғары жинақтағыштарды электркөліктерінде қолдану олардың салыстырмалы энергетикалық тиімділігін жоғарылатты, онымен қатар электрлі көліктер - бұл атмосфераға зиянды шығарындылар деңгейін төмендетуге мүмкіндік беретін жаңа үнсіз және экологиялық таза көлік түрі болып саналады [6,7].

Электрлі автобус - атом электр станцияларында, гидроэлектрстанцияларында және басқа да электр станцияларында өндірілетін арзан (бензинмен салыстырғанда) энергияны пайдаланудың жалғыз мүмкіндігі. Электр автобустарының жаппай қолданылуы түнде батареяларды қайта зарядтау арқылы электрлік желілерде болатын «электрлік пик» мәселелерін шешеді және электрэнергиясының құнының үш тарифті жүйелерінде, ең төменгі түнгі тариф болғандықтан – бұл жолаушылар тасымалында тасымалдаудың өзіндік құнының төмендеуіне әкеп соғады.

Дизель автобустарын электр автобустарына ауыстырудың тағы бір тиімділігі - автокөліктерге техникалық қызмет көрсету кезінде материалдық шығындарды үнемдейді. Дизель автобусында қозғалтқыштың, иінді білік пен беріліс қорабының 2200 айналмалы бөлігі бар, олар үнемі тозып тұрады және уақытында оларды ауыстыруды қажет етеді, ал электрлі автобустарда олардың тек 200-ге жуығы бар, бұл дизель автобусымен салыстырғанда он есе аз.

Электрлі автобустардың тағы бір негізгі артықшылығы тежеу кезінде жоғалатын тежелу энергиясын қайта қолдану, яғни рекуперация жүйесінің болуы. Ғылыми зертеулер нәтижесінің көрсеткіштеріне сәйкес, көліктерде рекуперациялық жүйені қолдану – толық көлік тартымына жұмсалатын энергияның 15-30% дейінгі мөлшерін үнемдеуге немесе қайта пайдалануға мүмкіндік береді [2].

Алматы қаласынында 2017 жылы 18 метрлік электр автобусы ұсынылған. Ол Германиядан әкелініп, туристерді қала орталығынан биік таулы Медеу мұз айдынына апару үшін пайдалануға жоспарланған (1-сурет).

Жаңа 206 электробус бағыты Алматыдағы қарқынды магистральдардың бірінде іске қосылды. Ең жаңа технологиямен жасалған батареялар 550 шақырымға дейінгі қашықтықты қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.



Сурет 1. Алматы қаласында пайдалануға берілген электробустың сыртқы және ішкі көріністері

Энергетикалық көрсеткіштерін есептеу әдістемесі. Қалалық көліктің айналмалы маршрутымен жүрудің жұмыс циклі: үдемелі қозғалу - жүріс - тежеу – тұрақ бойынша көлік құралын қозғалуға қажетті энергия шығыны үдеудің кинетикалық энергиясынан тұрады.

$$E_1 = \frac{m \cdot v_1^2}{2 \cdot K_u} \quad (1)$$

Рекуперацияны қолдану кезіндегі энергияның мөлшері

$$E_2 = \frac{K_u \cdot m \cdot v_2^2}{2} \quad (2)$$

мұнда: m – көліктің салмағы; K_u – көліктің қозғалысы кезіндегі барлық шығындарды есепке алатын қосынды коэффициент; V_1 – үдемелі қозғалыстан кейінгі көліктің жылдамдығы.

Рекуперацияның тиімділігі рекуперацияны қолданғаннан кейін алынған энергияның жалпы көлік қозғалысына жұмсалатын энергияның қатынасы ретінде анықталады:

$$EF = \frac{E_2}{E_1} \quad (3)$$

Жолаушылар көлігінің жұмыс циклі бойынша қозғалысында рекуперациялық энергияны жинақтағышқа жинау арқылы болса:

$$EF = \frac{\varphi \cdot \eta \cdot K_u^2 \cdot v_2^2}{v_1^2} \quad (4)$$

мұнда η – зарядталу - разрядталу цикліндегі жинақтағыш жұмысының ПӘК - і; φ - AC/DC-түрлендіргіш жұмысының ПӘК - і; V_2 – үдемелі қозғалыстан кейінгі көліктің жылдамдығы.

Қарастырылған қозғалыс кезінде энергияны тұтыну тек үдемелі қозғалыс кезінде ғана қажет ететінін ескере отырып, келесі теңдеу алынады:

$$E_{nm} \cdot S = \frac{m \cdot v_1^2}{2K_u} \quad (5)$$

мұнда

$$K_u = \frac{v_1^2}{2E_{nm} \cdot S} \quad (6)$$

мұнда E_{nm} – көліктің меншікті энергия тұтыну коэффициенті; S – циклдегі жолдың арақашықтығы.

Аккумуляторлық жинақтағыштың жұмыс принципі 2-суретте көрсетілген.



Сурет 2. Электробустың энергетикалық сұлбасы

Автобустар мен электробустарға салыстырмалы талдау жүргізу. Жолаушылар тасымалдау көліктерінің экономикалық және техникалық мүмкіндіктері бойынша жасалған қортындыларының нәтижесінде барлық қаланың тиімділігі төмен дизельді автобустарды бірден тиімді электробустарға немесе гибриді троллейбустарға ауыстыру мүмкін емес және бұл дұрыс нәтижеге әкелмейді. Бұл жағдайда дизельді автобустарды электробустарға біртіндеп, яғни дизельдік автобустардың қызмет көрсету жылы аяқталғаннан кейін ауыстыру тиімді болып табылады. Бұл жерде де маңызды сұрақтар туындайды, электробустарды зарядтайтын және техникалық қызмет көрсететін инфрақұрылымның қаншалықты дайын болуы, себебі мұндай инфрақұрылымдарды орнату үлкен қаржыны талап етеді.

Қазіргі кезде электробустардың да түрлері көбейіп келеді, сондықтан олардың техникалық жағдайына жинақталған мәліметтер бойынша талдау жүргізілді (1-кесте). Салыстыру барысында электробустардың негізгі параметрлері: жолаушы сыйымдылық; автономды жүру уақыты мен арақашықтығы; зарядталу уақыты; инфрақұрылымның сипаты және ең негізгісі - құны.

Талдауға пайдалану жағынан үш түрлі электробустар алынды:

- түнгі уақытта зарядталатын электробустар (электробустар түнде тұрақтайтын парктерге келгеннен кейін пистолет типтес зарядтау қондырғыларымен баяу зарядталады);

- айналымның соңғы аялдамаларында зарядталатын электробустар (электробустар соңғы аялдамаларда немесе аралық пункттерде әртүрлі тоққабылдау ультратез зарядтау қондырғыларымен зарядталады);

- суперконденсаторлы электробустар (электробустар аралық пункттерде немесе троллейбустың контактілік желісінде өзінің тоққабылдағышын шығарып зарядталады).

Кесте 1

Әртүрлі электробустардың салыстырмалы сипаттамалары

Техникалық көрсеткіштері	Түнгі уақытта зарядталатын электробустар	Айналымның соңғы аялдамаларында зарядталатын электробустар	Суперконденсаторлы электробустар
Батареяның сыйымдылығы, кВт-сағ	250 ден жоғары	35-120	15 жоғары
Зарядтау уақыты	3-10 сағ	5-20 мин	20-30 секунд
Жүру жолы, км	150-ден жоғары	10-70	5-40
Зарядтау тогы	60-90	350-500	60-250
Инфрақұрылым	депода зарядтау қондырғысы	соңғы аялдама пункттерде зарядтау қондырғысы	маршрут бойындағы контактілік желі
Бағасы, мың ш.б. (АҚШ доллары)	390-570	360-500	220-290

Бұл мақаланың негізгі мақсаты - электрлік автобустарды қалалық көлік ретінде пайдалану нәтижелерінің экономикалық және әлеуметтік-экологиялық тиімділігін бағалау. Сондықтан электробустарды қолданып жатқан шетелдік жолаушылар тасымалын ұйымдастырушы кәсіпорындарының және біздің елімізде электробусты тестік режимде пайдаланып жатқан Алматы қаласының жолаушылар тасымалы орталықтарының мәліметтеріне сүйене отырып, дизельдік автобус пен электробустың көрсеткіштері бойынша салыстырмалы талдау жасалды (2-кесте).

Жоғарыдағы кестеде берілген мәліметтерге қарап, әлі де болса ең заманауи электр автобусы бензин мен дизельді қозғалтқыштармен жабдықталған автобустармен баға жағынан бәсекелесе алмайды. Бұл бағыттарды іске асыру зарядтау және айырбастау станциялары, тұрақ орындары сияқты инфрақұрылымды дамытуды талап етеді. Бұл үлкен

қаржыға келіп тіреледі. Мұндай жағдайда оларды іс жүзінде іске асырудың жаңа ынталандырушы экономикалық тетіктері қажет.

Кесте 2

Әртүрлі электробус пен дизельді автобустың салыстырмалы сипаттамалары

Көрсеткіштері	Дизельді автобус	Электробус
Көліктің бағасы, мың тенге	50000 - 70000	83000 - 146000
Көліктің қызмет көрсету уақыты	12 жыл	12 жыл
Жолаушы сыйымдылық	100 адам	100 адам
Инфрақұрылым, 10 көлікке	-	372000 - 597000
Энергоресурс шығыны	39л/100км	1,3-1,4кВт·сағ/100км
Маршруттағы бір күндік жол, км	250	250
Жылдық электрэнергиясының шығыны, мың тг.	-	1258 - 1920
Жылдық жанармай шығыны, мың тг.	6855	-
Техникалық қызмет көрсету шығыны, мың тг.	2500	1695 - 1810
Барлық шығын, мың тг.	59355 - 79355	457953 - 598810

Бірақ тасымалға жұмсалатын энергоресурстың шығыны мен көлікке техникалық қызмет көрсету шығынының көрсеткіштері бойынша электробустардың тиімділігі жоғары болып саналады. Ал бұл көрсеткіштер көлік тасымалы саласында басты факторлар екені белгілі. Бұған қоса электробустардың экологиялық жағынан таза ұтымды көлік екендігін атап өткен жөн.

Қазіргі уақытта еліміздің негізгі бағдарлық бағыттарында 2030 жылға қарай парниктік газдар шығарындыларын 50-70% астамға азайтуды және көліктің 50% балама отынға ауыстыруды мақсат етіп қойылған. Бұл жағдайда электробусты қалаларда жолаушылар тасымалына қолдану өте ұтымды шешім екендігі айдан анық. Әрине бұл ірі жобаның тиімділігі мен кемшілігін, пайдалану жолдарын бір мақалаға сыйғызу мүмкін емес және бұдан көп зерттеулерді талап етеді.

Қорытынды. Мақалада талданып көрсетілгендей электробустарды қалаларда жолаушылар тасымалына пайдалану болашақта үлкен қарқынмен дамиды. Еліміздің ірі мегаполистерінде қазірдің өзінде электробустар қолданысқа енгізіліп жатыр. Оның тиімділігі жылдан жылға еселене береді. Электрлі автобуспен жұмыс істеу дәстүрлі автобустың қарағанда әлдеқайда арзан. Ол іс жүзінде шусыз, көлік кептелістерінде оңай, сенімді және берік жұмыс істейді. Бұл әсіресе қала жағдайында өте маңызды. Оның басты артықшылығы - экологиялық қауіпсіздігі болып есептеледі.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Можарова, В.В. Транспорт в Казахстане: современная ситуация, проблемы и перспективы развития [Текст] / В.В. Можарова. – Алматы: КИСИ при Президенте РК, 2011.- 216 с.
2. Гнедина, К.В. Проблемы и перспективы развития городского электрического транспорта [Текст] / К.В. Гнедина // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. – 2007. - №18. – С.184-187.

3. Аргун, Щ.В. Электробусы - перспективный городской транспорт Харькова [Текст] / Щ.В. Аргун // Автомобильный транспорт. – 2019. - №44. – С.59-65.
4. Колин, А.В. Троллейбус, автобус или электробус? [Текст] / А.В. Колин // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. – 2018. - №3(76). – С.38-42.
5. Макарова, И.В. Перспективы развития электробусов в России [Текст] / И.В.Макарова, Г.Р.Садыгова // Вестник Луганского национального университета имени Владимира Даля. – 2019. - № 6(24). – С.147-151.
6. Kühne, R. Electric Busses - An Energy efficient urban transportation means. [Текст] / Kühne, Reinhart // Energy. – 2010. Vol.35(12). – P.4510-4513.
7. Tzeng, G. Multi-criteria analysis of alternative-fuel buses for public transportation. [Текст] / Tzeng, Gwo-Hshung & Lin, Cw & Opricovic, Serafim. // Energy Policy. – 2005. Vol.33(11). – P.1373-1383.

Мақала редакцияға 01.02.20 түсті.

А.М. Елшібеков¹, Н.Р. Джакупов¹, Б.У. Жаманбаев²

¹Казахская Академия Транспорта и Коммуникации им. М. Тынышпаева,
г. Алматы, Казахстан

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

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОБУСОВ ДЛЯ ГОРОДСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

В статье определены проблемы и перспективные направления развития городского общественного транспорта. Рассмотрены различные виды электробусов. Проведен анализ энергоэффективности, преимуществ и недостатков городского пассажирского транспорта. Представлены расчеты энергетических параметров городского пассажирского транспорта.

Ключевые слова: электробус, экология, транспорт, рекуперация, накопитель, аккумуляторная батарея.

A.M. Yelshibekov¹, N.R. Jakupov¹, B.U. Zhamanbaev²

¹Kazakh Academy of transport and communication M. Tynyshpaeva, Almaty, Kazakhstan

²Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

PROSPECTS FOR THE USE OF AN ELECTRIC BUS FOR URBAN PASSENGER TRAFFIC

The article identifies problems and promising directions for the development of urban public transport. Various types of electric buses are considered. The analysis of energy efficiency, advantages and disadvantages of urban passenger transport. The calculations of the energy parameters of urban passenger transport are presented.

Keywords: electric bus, ecology, transport, recovery, drive, battery.

Гидротехника

ӘОЖ 627.42

Р. Джурумбаева¹, Ғ. Қибат²¹Техн.ғылымдары канд., доцент, ²Магистр*М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан***ЖАҒАЛАУЛАРДЫ ШАЙЫП КЕТУДЕН ҚОРҒАУҒА
АРНАЛҒАН ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ ЗЕРТТЕУ**

Мақалада арна түзету құрылымдарын зерттеу нәтижелері, атап айтқанда бөгетше жағалауларды бекіту ретінде келтіріледі. Зерттеулер шайылмайтын және шайылатын арналы модельдерде жүргізілді. Бөгетше бағыты мен негізгі ағынның арасындағы бұрышты таңдау анықталды. Бөгетше орнату кезінде арнаның ені мен тереңдігі бойынша ағыстың сипаты анықталды. Бөгетшенің ағын бөлігінің жағалауынан ауытқуына әсері және ағыс жылдамдығының өзгеруі зерттелді.

Тірек сөздер: бөгетше, жағалаудың шайылуы, судың жылдамдығы, судың тереңдігі, арна.

Жағалаулардың шайылуы көптеген елді мекендердің инфрақұрылымына қауіп төндіреді. Жағалауларды шайып, өзен жағаларының шөгінділері нәтижесінде өзендер мен ағын арналарының конфигурациясында үздіксіз өзгерістер болады.

Бүгінгі таңда өзен жүйелері тұрмыстық, кейде реттелген күйде халық шаруашылығының қажеттіліктерін қанағаттандыра алмайды (ауыз су және өнеркәсіптік су қабылдағыштарды бітеу, жағалардың шайылуы, өзен ирендерінің орынсыз түзелуі және т.б.) [1-3].

Жағалау бекітулері гидротехникалық құрылыстың көптеген түрлерінде кеңінен қолданылады. Жағалау қорғау құрылымдарын жобалау, салу мәселесі барлық уақытта ғалымдар мен инженерлердің назарын аударды. Соңғы онжылдықта жинақталған үлкен өндірістік тәжірибе және жағалауларды қорғау құрылымдарын жобалау, салу және пайдалану жөніндегі көптеген ғылыми зерттеулер осы тәжірибе мен ғылыми пысықтаулардың бытыраңқы нәтижелері негізінде одан әрі теориялық және эксперименттік жұмыстар жүргізуге мүмкіндік береді.

Эксперименталды зерттеулері Р.Ж.Жулаев атындағы «Су ресурстары» кафедрасының «Гидротехникалық құрылымдардың гидрологиялық және техникалық қауіпсіздігі» оқыту-ғылыми зертханасында жүргізілді.

Эксперименталды зерттеулерінде арна түзету құрылымдарын қолдана отырып модельдегі өзеннің жағалауын шайылудан қорғау, жекелей алғанда жағаны қорғау құрылымы – бөгетше зерттелді.

Зерттеулер шайылатын және шайылмайтын модельдерде үш сериялы тәжірибе жасау арқылы жүргізілді. Тәжірибелер Англияда S12-МкII

(шайылатын) және S2-4M-A (шайылмайтын) оқыту-ғылыми зерттеулерге арналған екі инновациялық қондырғыда жүргізілді.

1. Шайылатын қондырғыда жүргізілген тәжірибелер. Шайылатын S12-MkII моделінде орындалған үш сериялы тәжірибе реті төмендегідей болды:

1) Модельдегі өзен арнасы учаскелерін бақылау, ағын және арнаны зерттеу, ойыс учаскелердегі тереңдікті және ағыс жылдамдығын есептеу, жағаның бұзылу (бөгетшесіз) ерекшеліктерін анықтау;

2) Бітік бөгетше жүйесін қолдану және зерттеу, сондай-ақ олардың ағыс құрылымына әсерін зерттеу;

3) Ағыс жылдамдығының өзгеруі мен сипаттамаларын зерттеу, жағаны қорғайтын кеңейтіле ашылған ойығы бар бөгетшелердің әсерін зерттеу.

S12-MkII шайылатын қондырғы (1-сурет) арналық үрдістердің, өзен ағысының құрылуын, арналық өзара әсерлердің дамуын, арналық шайылуларды, өзен формаларының түзілуі мен дамуын, модельдегі өзеннің әртүрлі учаскелеріндегі ағыс тереңдігі мен жылдамдығының өзгеру ерекшеліктерін зерттеуге мүмкіндік береді. Бұл шағын еденге орнатылған қондырғы, арнайы күрделі қосылуларды талап етпейді, сынаудан кейінгі анықталған нәтижелер нақты жағдайларға жоғары жуықталған нәтижелерді алуға мүмкіндік береді.



Сурет 1. S12-MkII Гидрологиялық және арналық үдерістерді зерттеуге арналған қондырғы

Қондырғы моделінің жұмысшы бөлігі өзен учаскесінің алғашқы рельефі құрылатын құммен толтырылған ауданша болып табылады.

Арна үрдістерін модельдеу кезінде модельдің қатаң табиғи ұқсастығын қамтамасыз ету оңай емес, дегенмен геометриялық ұқсастығы мен моделін алуға болады. Бірақ, ені кең алқапты үлкен өзеннің ағын тереңдігі өте аз болғандықтан ондағы бақылау мен өлшеуді қиындатады. Сондықтан гидравликалық модельдеу теориясына сүйене отырып, тік және көлденең масштабтарды бұрмалайтын модельді қолдандық, яғни ұқсастыққа жуықтау моделін қабылдадық. Ұқсастыққа жуықтауды жабдықтау үшін шайылатын модельдегі ағынның арналық ағыс құрылымын тік масштаб M_h және көлденең масштаб M_l қатынастарын циркуляциялық ағын траекториясына ұқсастығы сапалы болатындай етіп жасадық. Модельдегі су ағынына жуық ұқсас қозғалысты M_h/M_l , модельдеу масштабының қатынасын бұрмалау кезінде алдық. Модельдеу масштабын бұрмалауда $M_l/M_h=5$ -дегі, арна

тарылуын $B/H \geq 2$ (B және H – сәйкесінше судың кемері бойынша ені және орташа тереңдігі).

1) Зертханалық зерттеулер жүргізу нәтижелері бойынша, тәжірибенің бірінші сериясында анықталғандай жағаның шайылу қарқыны ағынның жағаға ұрылу бұрышына тәуелді: ол үлкен болған сайын шайылу жылдамдығы үлкен.

Түзу сызықты арнада ағу өзегі оның орталық бөлігінде орналасады, жағаға қарай ағын жылдамдығы баяулайды, ал арнадағы ағыс қимасы парабола түрінде (немесе соған жақын) болады. Мұндай жағдайда жағалау шайылмайды. Ағын өзегі иілген кезде ағынның жағалауға жанасуы орын алады. Мұнда су бетінде оң толқындар пайда болды және ағын жылдамдығының жергілікті артуы толқынның жағаға екпінмен келу кезінде оның сығылуынан туындайды. Осы жағдай жағаның шайылуына мүмкіндік тудырды және құламалы тік беткейді құрады. Су бетіндегі туындаған ауытқу айналмалы ағынның туындауына себеп болды, ал түптік тарамдар жайылмайтын жағадан бағыт алды.

Бір мезгілде құлама беткей түбіндегі арна түбі шайылды. Нәтижесінде ағыстың параболалық формасы ағынның үш бұрышты формасына ауысты. Жаға шайылуының ең үлкен жылдамдығы оған ағын өзенінің қысылған жерлерінде байқалды. Ағыс бойымен жоғары және төмен өте күшті шайылу зонасында тізбекті жүрді, яғни күшті, орташа, әлсіз және соңында жаға шайылмайтын болды, содан соң арна маңы қайраңға айналды. Арнада, әсіресе ойыс жағаның шайылатындығы байқалды (2-сурет).

Арнаның иілуі жаға бойында бір-бірімен алмасатын ағын өрісінің жылдамдығын құрады және ойыс жағадан дөңес жағаға бағытталған көлденең айналмалы ағысты баяулатады.

Жағаның ойыс зонасындағы жылдамдықтар қиманың орташа жылдамдығынан үлкен болады. Осы себепке байланысты дөңес жағалар жылдамдығы ағыс бойынша орташадан төмен, сондықтан ойыс жағада шайылу орын алды, ал дөңес жағада тасындылар шөгеді (2сурет).



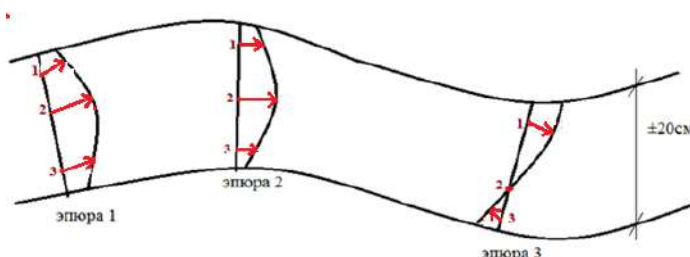
Сурет 2. Тасындылардың модельдегі өзен бойында шөгу көрінісі
(ойыс жағаның шайылған көрінісі)

Өзен ағысының жылдамдығы әртүрлі болады: әрбір жеке алынған тік тереңдікте жылдамдық кемиді. Түбінен бетіне қарай жылдамдық тез өсті,

содан соң баяулады, толық ашық ағын бетінде орын алды. Ағын ені бойынша жылдамдық беттік ретінде және орташа тік тереңдікте бір сарынды өзгерді: жағадағы жылдамдық аз, ал ортасында ең жоғары.

Біздің тәжірибеде тереңдіктердің зоналарында әртүрлі белгілері анықталды. Ойыс жаға зонасында дөңес жағаға қарағанда тереңдігі үлкен болды. Бұл өзен түбіндегі тасындылардың қозғалысы біркелкі еместігімен түсіндіріледі, яғни дөңес жағаға жақын тар жолақ бойымен орналасады. Ойыс жағада түптік тасындылар байқалмады, және бұл зона тереңдігі аса үлкен болған жоқ.

Шайылатын қондырғыда жүргізілген зерттеулерде есептелген жылдамдық эпюрасы 3-суретте және олардың көрсеткіштері 9-суретте көрсетілген.



Сурет 3. Жылдамдық эпюрасының таралуы (бөгетшесіз)

2) Жоғарыда келтірілген факторлардың әсерлерін кеміту және алдын алу үшін біз тәжірибенің екінші сериясында жағаны қорғауда саңылаусыз бөгетшенің ағын құрылымына әсерін және тиімділігін зерттедік. Бөгетше ретінде ағаш плиткаларды қолдандық (4-сурет).



Сурет 4. Бітік бөгетшелердің модельде орналасқан көрінісі

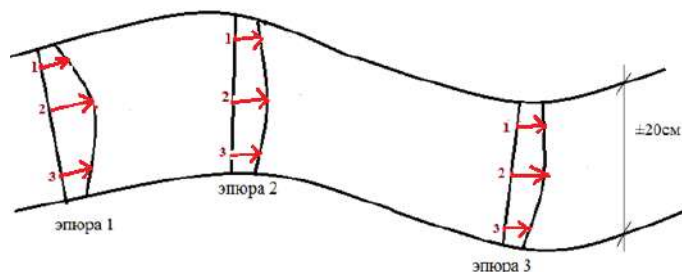
Модельдегі жаға қорғау бөгетшесін ағын ағысы бойына орнаттық. Бөгетше тұсындағы ағын ағысы тіреу құрылуымен сипатталды (горизонты арттырылды және ағыстың бойлық жылдамдығы кеміді); бөгетше төбесінен төменгі деңгейдің төмендегені, ал бойлық ағыс жылдамдығының артқандығы байқалды. Құрылғыны ағысқа қарсы көлденең орналастырғанда өзен тұңғығы басына қарай сығылады, себебі құрылғыны ағыс бойымен орнатқанда өзен тереңдігі басынан ары кетеді, ал жергілікті тереңдік салыстырмалы түрде кем болады. Осы есептеулерді назарға ала отырып, біз

жағаны қорғау бөгетше моделін ағыс бойымен төмен қарай $65-67^0$ бұрышпен орнаттық (5-сурет). Бөгетше басы бір қалыпты ойыс сызық бойымен орналасқанда барлық қорғау трассасы бойымен тұрақты ағын ағысын қамтамасыз етті.

Бөгетшелер, әдетте, ағынның көлденең итерілуіне жағдай жасайды. Бүкіл ағынның, жалпы алғанда, ағынның ағу сипатында едәуір өзгерістер байқалмайды. Біз өз зерттеуімізде бөгетшенің ұзындығын L_1 еніне B_u қатынасын $L_1:B_u \leq 0,33$ етіп қабылдадық. Бірінші бөгетшенің ұзындығын кеміту оған жүктеуді әлсіретті, содан бөгетшелер арасындағы жүктеме біркелкі үлестірілді. Соңғы бөгетшенің ұзындығы аралық бөгетшелермен салыстырғанда кем және бірінші бөгетшеге тең болады. Соның нәтижесінде бөгетшеден төмен су горизонты төмендеді, оның басының шайылуы кеміді, ағыс арнамен бірқалыпты түйіндесті (5-сурет).

Бөгетшелерді қолданудың ғасырлық тәжірибесіне қарамастан жағаны қорғау құрылғылары ретінде инженерлік тәжірибеде бөгетше жүйесі орнатылған кездегі су ағынының құрылымы және өзен арнасының өзгеру сипаты толық зерттелмеген, яғни тәжірибе жүзінде бірнеше бөгетше орнатылған жағдайдағы өзара тиімділігінің жинақталған қағидасы жоқ. Біздің зерттеулерде осы мәселенің негізін қалаушылар еңбектеріне [4-8] сүйене отырып, мәселе шешімін дамытуды жалғастырдық.

Өз зерттеулерімізде, аймақтағы ағыс жылдамдығын өлшеу кезінде бөгетсіз жүргізілген бірінші тәжірибе сериясының нәтижелері өзгеше болды. Ойыс жаға аймағында су ағысының жылдамдығы алдыңғы нәтижелермен салыстырғанда 6-9%-ға кеміді. Тереңдікті өлшеу оң нәтиже берді, аймақтардағы тереңдік едәуір біркелкі сипат алды. Есептелген жылдамдық эпюрасы 6-суретте көрсетілген.



Сурет 6. Жылдамдық эпюрасының таралуы (бөгетшемен)

Бітік бөгетшенің кемшілігі – бөгетше жұмысының аз тиімділігінде. Себебі мұндай бөгетшелерде бөгетше орналасқан аймақтағы ағыс ағынының гидравликалық жағдайының жақсаруы қиын. Сонымен қатар, бұл құрылғы бөлшегінің төменгі бьефіндегі арна шайылуын кемітуді қамтамасыз етпейді, яғни оның тұрақтылығын арттырмайды. Әсіресе, бұл бөгетше аймағында ағынның гидравликалық режимі мен деңгейінің өзгеруіне қатысты, мысалы, бөгетшені су басу басталғанда немесе су тасқыны төмендеген кезде.

3) Жағаны қорғау бөгетшелерінің жұмысы тиімділігін арттыру мақсатында, шайылатын модельде тәжірибенің үшінші сериясында кеңейтіле ашылған ойығы бар жағаны шайылудан қорғайтын бөгетшелерін зерттедік (7-сурет). Жағаны қорғау бөгетшелері оларда түзілген дәліздер массивінен тұрады, олардың бүйір қабырғалары көлбеу болып келеді, ал дәліз түбі арна

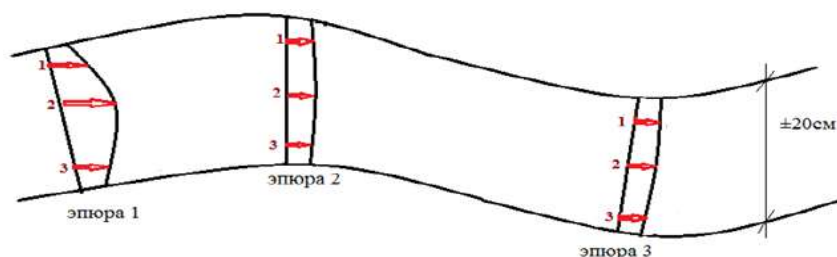
түбінен жоғары орналасқан. Мұндай бөгетшелер жұмысының тиімділігі ағын қимасының ені бойынша жылдамдықты тиімді қайта үйлестіруге негізделген.



Сурет 7. Кеңейтіле ашылған ойығы бар бөгетшелер

Ұсынылып отырған бөгетше ойығы түбінің орналасуы салыстырмалы түрде өзен арнасының түбін жеткілікті мөлшерде барлық уақытта ағынның гидравликалық құрылымын тұрақтандырады және түбіндегі ағын әсерінің күшін төмендетуді қамтамасыз етеді.

Зерттеу барысында байқағанымыздай бөгетшені су басқанда энергия су ағыны соқтығысы әсерінен бәсеңдейді. Себебі, ағын кеңейтіле ашылған су қашыртқы қызметінде жұмыс атқарып отырған дәліздің бойымен құйылады. Жылдамдық эпюрасы 8-суретте келтірілген.

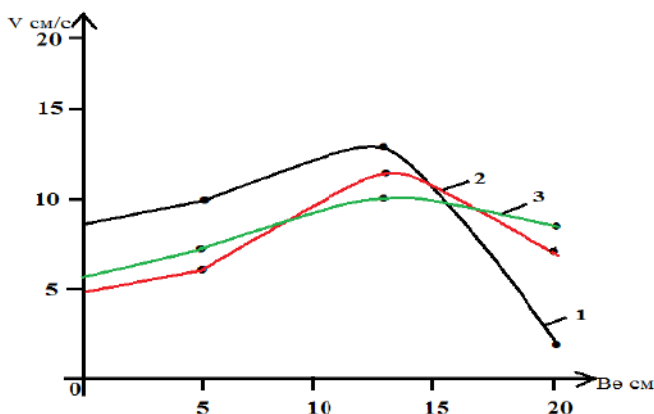


Сурет 8. Жылдамдықтар таралуының эпюрасы (ойығы бар бөгетшемен)

Зерттеулер нәтижесінде жылдамдықтардың орташа көрсеткіштері бойынша төмендегідей сұлба тұрғызылды (9-сурет). Бұл сұлбадан жылдамдықтардың өзен арнасының қимасы бойынша өзгерістерді анық байқауға болады.

Шайылатын қондырғыда атқарылған үш сериялы тәжірибені қорытындылайтын болсақ, бөгетше қондырмаған кездегі модельдеуде өзен арнасы жағасының қарқынды түрде ойыс жері маңында шайылғанын байқадық және әр аймақта (ойыс, дөңес) жылдамдықтар әр келкілігімен ерекшелінді. Тереңдіктері ойыс маңында шайылу әсерінен төмендеді. Ал, тәжірибенің екінші сериясында бітік бөгетшелерді зерттегенде, ойыс маңы жағалаулары шайылмағанын байқадық және өзен бойымен жылдамдық және тереңдік көрсеткіштері біршама біркелкіленді. Дегенмен, бұл тәжірибеден де кемшіліктер байқалды, бұл бітік бөгетшелерді су басқанда оның үстінен су ытқып ағып, бөгетше түбін шайып, оның беріктігін төмендетеді. Сол себепті,

оның алдын алу мақсатында, тәжірибеміздің үшінші сериясында бөгетшенің ойық тесігі бар түрін зерттедік. Бұл бөгетшенің артықшылы су ағыны ойықтар арқылы өтіп, ытқу әсері болмай, су бөгетше және өзен бойымен біркелкі таралғанын және оның түбінде щұңқыр тәріздес су айналымы төмендеп, бөгетше беріктігі соның әсерінен жоғарылайтынын байқадық.



1 - бірінші сериялы тәжірибеде бөгетшесіз есептелген; 2 - екінші сериялы тәжірибеде бітік бөгетшелер орнатып есептелген; 3 - үшінші сериялы тәжірибеде кеңейтіле ашылған ойығы бар бөгетшелерді орнатып есептелген.

Сурет 9. Есептелінген жылдамдықтар бойынша құрылған сұлба
(V - ағын жылдамдығы, B_0 - қарастырылған қима ені)

2. Шайылмайтын қондырғыда жүргізілген тәжірибелер. Зерттеудің екінші кезеңі қисықсызықты арналардағы ағыс құрылымын қосымша зерттеуге арналған S2-4M-A шайылмайтын модельге үш сериялы тәжірибелер жүргізілді.

1. Шайылмайтын модельде орындалған бірінші тәжірибе сериясында қисықсызықты арнаның ағысы, ағыс жылдамдығы сипатын зерттеуге арналды.

2. Тәжірибенің екінші сериясында арналық жағаны қорғайтын бітік бөгетшені қолданған кездегі ойыс учаскелердегі ағыс жылдамдығы мен тереңдігінің өзгеруі зерттелді.

3. Тәжірибенің үшінші сериясында жағаны қорғайтын кеңейтіле ашылған дәліз тәрізді ойығы бар бөгетшелерді қолдану кезіндегі ойыс және дөңес учаскелердегі ағыс жылдамдығы мен тереңдігінің өзгеруі зерттелді.

Шайылмайтын қондырғыда атқарылған үш сериялы тәжірибені қорытындылайтын болсақ, бөгетше қондырмаған кезде жылдамдық ойыс маңында жоғары болды. Тәжірибенің екінші сериясында бітік бөгетшелерді зерттегенде өзен бойымен жылдамдық және тереңдік көрсеткіштері біркелкі болды. Үшінші сериясында бөгетшенің кеңейтіле ашылған ойық тесігі бар түрін зерттегенде оның артықшылы қайта байқалды, тәжірибе бойынша есептелген жылдамдықтардың салыстырмалы түрде біршама төмендегенін анықтай алдық. Осылайша, шайылмайтын қондырғыда атқарылған тәжірибелер мен шайылатын қондырғыдағы өткізілген тәжірибемен

салыстыры отырып, бөгетшелер жұмысының сипаты бірдей болатыны дәлелденді.



Сурет 10. S2-4M-A ашық арнадағы ағын қозғалысына көзбен бақылау үшін арналған эксперименталдық қондырғы

Қорытынды. Жоғарыда келтірілген талдаулар негізінде келесі қорытындыны жасауға болады, яғни бөгетшелер арасындағы қашықтықты сыниға тең етіп орнату тиімді. Сонда өтпелі ағын үлкен жылдамдықпен құрылым төбесін айналып ағады, ал тасындылар иірім аймағында жатады. Бөгетшенің кеңейтіле ашылған ойық тесігі бар түрі ағынға неғұрлым тиімді әсер етуіне және ағынның шайылып жатқан жағалаудан біркелкі ауытқуына қол жеткізу үшін, сондай-ақ бөгетшелердің шайылуы мен бұзылуын болдырмау үшін сол жүйеде олардың әрқайсысына бірдей ауытқулар болатындай етіп қою қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Чалов, Р.С. Почему размываются берега рек? [Текст] / Р.С. Чалов // Наука о Земле. – 2000. – [?].
2. Жұрымбаева, Р. Өзен арналарын реттеу бойынша іс-шараларды жүзеге асырудың қажеттілігі [Мәтін] / Р. Жұрымбаева, Ғ.Н. Қибаг // М.Х. Дулати атындағы ТарМУ Хабаршысы: «Табиғатты пайдалану және антропосфера мәселелері» халықаралық ғылыми журналы. – 2015. – №2. – Б.104-108.
3. Қибаг, Ғ. Жағаны шайылудан қорғайтын бөгетшілерді зерттеу [Мәтін] / Ғ. Қибаг, Р. Жұрымбаева // «Ғылым және білім: ізденіс, міндеттер, болашақ». II республикалық ғылыми-практикалық конференцияның материалдары. – Тараз: Тараз университеті, 2017. – Б.353-356.
4. Алтунин, С.Т. Регулирование русел рек [Текст] / С.Т. Алтунин. – М.: Сельхозиздат, 1962.
5. Долгашев, В.А. Экспериментальные исследования гидравлической работы незатопленных полузапруд [Текст] / В.А. Долгашев. – Новосибирск: НГАВТ, 1985.
6. Зубков, Н.С. Оценка гидравлических сопротивлений при обтекании полузапруды [Текст] / Н.С. Зубков // Труды ГГИ. – 1985. – [?].
7. Мясников, М. Укрепление берегов шпорами [Текст] / М. Мясников // Речной транспорт. – 1968. – [?].
8. Серебряков, А.В. Влияние речного откоса головы полузапруды на структуру потока и деформации русла [Текст] / А.В. Серебряков // Труды ЛИВТ. – 1980. – [?].

Материал редакцияға 14.02.20 түсті.

Р. Джурумбаева, Г. Кибат

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати, г. Тараз, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ БЕРЕГОВ ОТ РАЗМЫВА

В статье приводятся результаты исследований регуляционных сооружений, в частности шпоры как берегового укрепления. Исследования проводились на моделях с неразмываемым и размываемым руслом. Определялся выбор угла между направлением шпор и основного потока. При установке шпор выявлялся характер струи, который перераспределялся по ширине и глубине русла. Изучалось действие шпор на отклонение от берега части потока, изменение скорости течения.

Ключевые слова: шпора, размыв берега, скорость воды, глубина воды, русло.

R. Dzhurumbaeva, G. Kibat

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

STUDY OF STRUCTURES TO PROTECT BANKS FROM EROSION

The article presents the results of studies of regulatory structures, in particular the spur as a coastal fortification. The research was carried out on models with indelible and eroded channels. The choice of the angle between the direction of the spurs and the main stream was determined. When installing spurs, the character of the jet was revealed, which was redistributed along the width and depth of the channel. We studied the effect of spurs on the deviation of a part of the stream from the shore, and the change in the flow rate.

Keywords: spur, erosion of the shore, water velocity, water depth, riverbed.

Мелиоративные технологии

ӨОЖ 631.632: 635.64

А.О. Жатқанбаева

Философия докторы (PhD), доцент м.а.

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті. Тараз қ., Қазақстан

Электрондық пошта: ainur_779@mail.ru

ТАМШЫЛАТЫП СУҒАРУ ЖҮЙЕСІН ЖЕТІЛДІРУДІҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ШЕШІМДЕРІН НЕГІЗДЕУ

Мақалада жаңадан ұсынылып отырған экономикалық көрсеткіші және су үнемделуі жоғары, үлкен қаражатты талап етпейтін тамшылатып суғару жүйесінің жаңа конструкциясы және жаңа тамшылатқыштың ерекшеліктері қарастырылған. Ұсынылып отырған жаңа конструкциялы тамшылатып суғару жүйелері су ресурстарын жоғары үнемдеуге мүмкіндік береді. Тамшылатып суғару жүйесін жетілдірудің техникалық шешімдерін негіздеу колданыста жүрген тамшылатып суғару жүйелерімен салыстыру арқылы жүргізілді.

Тірек сөздер: тамшылатып суғару жүйесі, тамшылатқы, суғару құбыры, қысым.

Ауылшаруашылық дақылдарын тамшылатып суғару кезіндегі, олардың тамыры таралған топырақ қабатының ылғалдану заңдылығының үлгісінің негізінде топырақтың ылғалдану шеңберінің геометриялық өлшемдерін негіздеу арқылы суды тұтыну мөлшерін анықтауға арналған әдістемелік нұсқасы жасалды [1,2].

Зерттеу әдістемесі. Зерттеу жұмысы Жамбыл облысы Жамбыл ауданына қарасты «Тастөбе» ауылының жерлерінде жүргізілді. Аталған жұмыс бойынша барлығы 3 патент алынды. Олар: №17493. А01G 25/02. 14.07.2006, бюл. №7; №20096. А01G 25/02. 15.10.2008, бюл. №10; №20097. А01G 25/02. 15.10.2008, бюл. №10. Аймақтың климаты тез континенталды. Күн жылуының жылдық орташа саны 30-35 ккал/см². Жазы ыстық, құрғақ келген. Қаңтар айында ауаның орташа температурасы -3,1⁰С-ты құраса, ең ыстық шілде айында ауаның орташа температурасы +23+36,5⁰С арасында. Желдің орташа жылдық жылдамдығы 2-3,5 м/сек және ол көктемнің аяғында және жазда тұрады. +10⁰С-тан жоғары активті температуралар жиынтығы +3600+3700⁰С. Жауын-шашынның жылдық түсімі облыстың батыс және орталық аймақтарында 180-200мм. Зерттеу территориясында келесідей топырақ түрлері кездеседі: шалғынды-сұртопырақ, суғармалы, орташасаздақты; сұр-шалғынды, суғармалы, ауырсаздақты; сұр-шалғынды, суғармалы, орташасаздақты. Эксперименттік жұмыс ретінде зерттеу жұмысы келесідей нұсқаларда жүргізілді: 1 нұсқа – жүйектеп суғару (бақылау). 2 нұсқа – тамшылатып суғару. Мөлтек ауданы – 28м², қайталама саны – 3 [3].

Қызанақ дақылдың төменқысымды тамшылатқышпен суғару кезінде дақылдың суғару режимін есептеу бір өсімдік түбіне берілетін элементарлы суғару мөлшеріне, суды берудің ұзақтығына, суғару аралық кезеңге және су беру шығынына байланысты негізделді.

Тамшылатып суғару жүйесін жетілдірудің техникалық шешімдерін негіздеу ғылыми-зерттеу жұмысының негізінде жүргізілді.

Қазіргі уақытта ауылшаруашылық дақылдарын суғаруда қолданылып жүрген тамшылатып суғару жүйелерінің ерекшеліктері әртүрлі. Мысалы, бір тамшылатып суғару жүйесінде автоматты басқару, үлкен қаражатты талап ететін сүзгілік станциялар, инжекторлар, жоғары қысымды құбырлармен қамтамасыз етіліп, суғару жүйесінің құнын жоғарылатып отыр. Тамшылатып суғару жүйесін жетілдірудің техникалық шешімдерін негіздеу қолданыста жүрген тамшылатып суғару жүйелерімен салыстыру арқылы жүргізілді (1-кесте) [4].

Кесте 1

Тамшылатып суғару жүйесін жетілдірудің техникалық шешімдерін негіздеу

Қолданыстағы тамшылатып суғару жүйелері және олардың техникалық сипаттамасы	Ұсынылып отырған жаңа конструкциялы тамшылатып суғару жүйелері және олардың ерекшеліктері	
	Тамшылатып суғару жүйесінің модулі, патент №17493	Төмен қысымды тамшылатып суғару жүйесі, патент №20096
<p>Системы капельного орошения. (Справочник по механизации орошения. Под редак. Штепы Б.Г., М.: Колос, 1979. с.303). <i>Ерекшелігі:</i> Қысым төмендегенде тамшылатқыштар іске қосылса, қысым жоғарылағанда тамшылатқыштар жабық күйде болады. Жоғарғы энергияны қажет етеді.</p> <p>Оросительная система. А.с. №1687126. Оросительная система. Бароссо Эмилио, Риви Альдино. №22449. Италия. Ерекше-лігі: Жүйенің жұмыс жасауы үшін жоғары қысым қажет; суғару құбырларында судың біркелкі бөлінбеуі байқалады. Энергия шығыны көп.</p> <p>Система дискретного капельного орошения. Патент РК №20710. <i>Ерекшелігі:</i> тамшылатқыштардың су өтімі суғару құбырындағы судың қысымына байланысты әртүрлі, біркелкі емес. Жоғары қысымды құбырлар қажет.</p> <p>Система капельного орошения. Патент</p>	<p>Тамшылатып суғару жүйелері жоғары қаражатты талап етпейді, экономикалық көрсеткіші және су үнемділігі жоғары, суғару құбырларындағы су қысымының бірқалыпты болуының әсерінен тамшылатқыштың су өтімі бірқалыпты және олар тұрақты жұмыс жасайды, жоғары қысымды құбырлар қажет емес, оның орнына резиналы немесе қарапайым шлангаларды қолдануға болады, минералды тыңайтқыштарды бірден арнайы су толтырылған ыдысқа (бакқа) салу арқылы егіске беріледі, қоректендіру құбыры бекіту органы бар жылжымалы пневмогидроаккумулятормен қосылған, сүзгілік станциялар, автоматты басқару жүйесі қолданылмайды. Қалдықтарды ұстау су құйылған ыдыста және</p>	

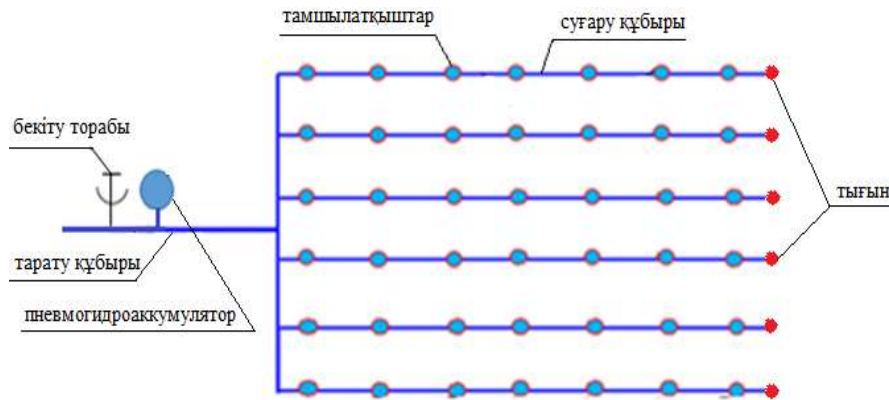
<p>РК №28782 (авторлар: А.А.Калашников, В.А.Жарков, Е.В.Ангольд, Р.А.Мамучев, С.М.Калдарова). <i>Ерекшелігі:</i> Қысым қалыптастыратын торабы бар, суғару жүйесі сақина тәрізді, суғару құбырының соңында қысымды реттеуге арналған ресивер орнатылған.</p>	<p>тамшылатқышта қарастырылған. Әрбір қатардың соңы жеке-жеке тығынмен бекітіледі. Ресивер қарастырылмаған. Жүйеде қолданылатын тамшылатқыштар суғару құбырларының сыртында орналастырылады.</p>	
<p>Басқа да тамшылатып суғару жүйелерінде жоғары қысымды құбырлар, екі жыл ғана қолданылатын жұмсақ полиэтиленді материалдан жасалған құбырлар, реттелетін тамшылатқыштар, кейбір жүйелерде тамшылатқыштар суғару құбырының ішінде орналастырылған, үлкен қаражатты талап ететін құмды, қиыршық тасты сүзгілік станциялар, бірнеше сорғылар, басқару жүйесі, инжекторлар, су сийымдылығы үлкен су жинағыш орындары қолданылады.</p>	<p>Әрбір тамшылатқыш тік бағытта шығаратын каналмен қамтамасыз етілген, тамшылатқыш корпусынан, қақпақтан, тесікті салмалы төсегіштен, тесігі және төсемесі бар шайбадан тұрады.</p>	<p>Әр бір тамшылатқыштың штуцері қақпақпен қамтамасыз етілген, резиналы құбырмен, қақпақпен, конус тәріздес көтеріліммен, тесікті контргайкамен төсемесіз етілген.</p>

2-суретте ұсынылып отырған тамшылатып суғару жүйесін №28782 тамшылатып суғару жүйесімен салыстырмалы схемасы келтірілген [4].

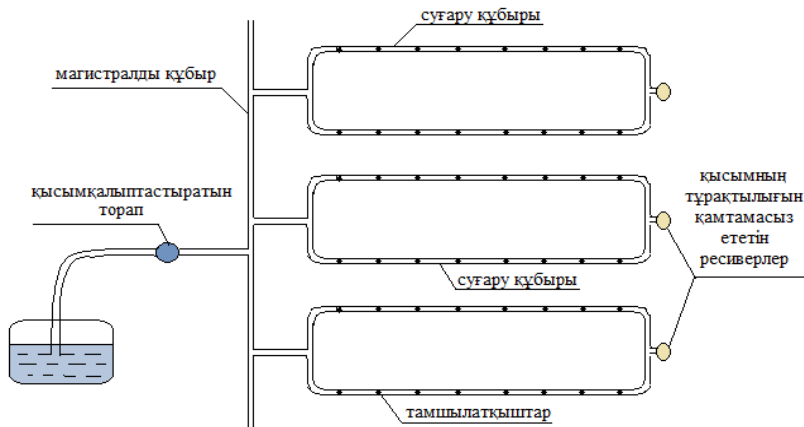
Тамшылатқышты жетілдірудің техникалық шешімдерін негіздеу қолданыста кеңінен пайдаланылып келе жатқан тамшылатқыштармен салыстыру арқылы жүргізіледі.

Тамшылатып суғару жүйесінде суғару құбырларына тамшылатқыштар келесідей екі жағдайда орналастырылады: тамшылатқыштар суғару құбырының сыртында және суғару құбырының ішінде. Қазіргі уақытта ауылшаруашылық саласында дақылдарды суғару үшін тамшылатып суғару тәсілінде тамшылатқыштың әр түрлері қолданылып келеді. Әрбір тамшылатқыш өзінің конструкциясы, салмағы, құрамы, құрылымы және су өтімі бойынша бір-бірінен ерекшеленеді. Көптеген тамшылатқыштардың жұмыс жасауы үшін жоғары қысым және жоғары қысымды құбырлар қажет. Тамшылатқыштарға қойылатын негізгі талаптың бірі – тамшылатқышты тез және оңай жинау, тазалау жұмысын жүргізудің жеңілдігі болып табылады.

Ұсынылып отырған жаңа конструкциялы тамшылатқыштардың техникалық шешімдерін негіздеу үшін олар қазіргі уақытта қолданыста жүрген тамшылатқыштармен салыстыру арқылы жүргізілді. Ұсынылып отырған тамшылатқыштар суғару құбырының сыртында орналастырылады, олардың конструкциясы қарапайым және тамшылатқышты жинау, тазалау жұмыстарын жүргізу жеңілдетілген (3-сурет) [4].

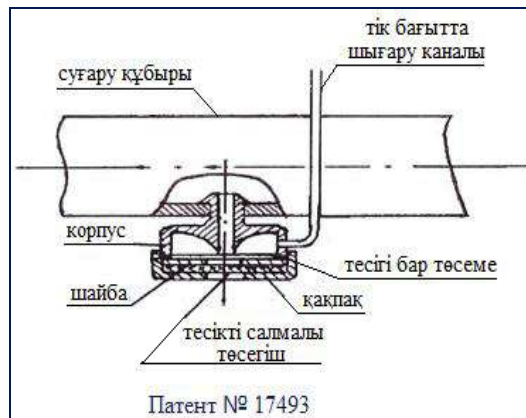
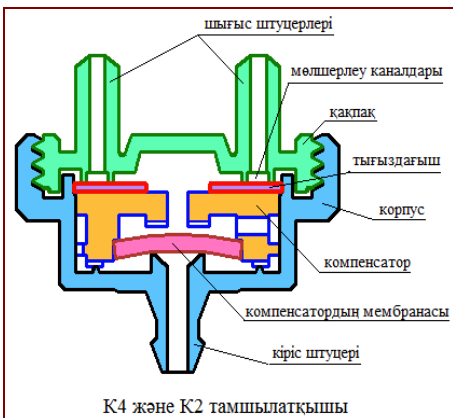


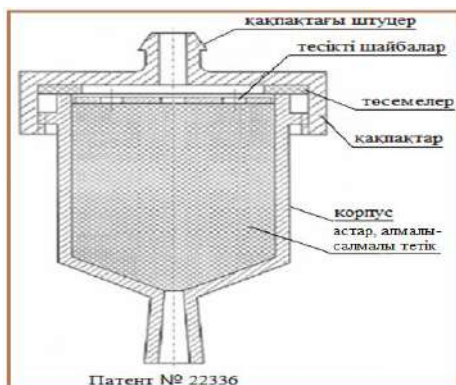
а) Ұсынылып отырған жаңа конструкциялы тамшылатып сугару жүйесі



б) №28782 (KZ) тамшылатып сугару жүйесі

Сурет 2. Ұсынылып отырған тамшылатып сугару жүйесін №28782 тамшылатып сугару жүйесімен салыстыру схемасы





Белгілі тамшылатқыштар

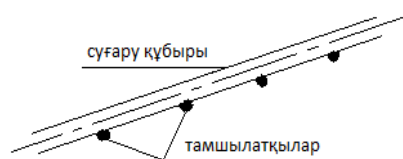


Ұсынылып отырған жаңа конструкциялы тамшылатқыштар

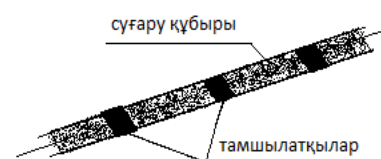
Сурет 3. Ұсынылып отырған тамшылатқыштардың қолданыста жүрген тамшылатқыштардан айырмашылығы

Жалпы тамшылатып суғару жүйесінде қолданылатын тамшылатқыштар суғару құбырының бойына келесідей екі жолмен, тәсілмен орнатылады: суғару құбырының сыртына; суғару құбырының ішкі жағына (4-сурет) [5].

Ұсынылып отырған жаңа конструкциялы тамшылатып суғару жүйелерінде тамшылатқыштар суғару құбырының сыртына орналастыру қарастырылған.



а – тамшылатқыны суғару құбырының сыртына орналастыру



б – тамшылатқыны суғару құбырының ішкі бетіне орналастыру

Сурет 4. Тамшылатып суғару жүйесінде суғару құбырына тамшылатқыны орналастыру схемасы

Қорытынды. Тамшылатып суғару тәсілінің ауылшаруашылық дақылдарының өсіп-дамуына, өнімділігіне, топырақтың құрамы мен құрылымына оң әсері өте жоғары. Азкөлемді суғару тәсілінде су, жер, энергетикалық, материалдық, еңбек және уақыт ресурстары едәуір үнемделеді және оны құрғақшылық жиі қайталанатын аймақтарда қолданған тиімді. Қазіргі уақытта жоғары қаражатты талап етпейтін және ауылшаруашылығында су ресурстарын жоғары деңгейді үнемдеуді қамтамасыз ете алатын тамшылатып суғару жүйелерін қолданудың тиімділігі өте жоғары. Зерттеу жұмысын ашық танапта жүргізу үшін алғаш рет келесідей ТСЖ-рі қолданылды және аталған тамшылатып суғару жүйелеріне Қазақстан Республикасының патенттер базасында тіркелген барлығы 3 (үш) патент алынды: №17493; №20096 және №20097.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Козыкеева, А.Т. Совершенствование методики расчета поливного режима сельхозкультур при капельном орошении [Текст] / А.Т. Козыкеева, А.О. Жатқанбаева // Водное хозяйство Казахстана. - 2015. - №1(63). - С. 33-37.
2. Козыкеева, А.Т. Методика определения параметров капельного орошения сельскохозяйственных культур [Текст] / А.Т. Козыкеева, А.О. Жатқанбаева // Изденістер, нәтижелер. - 2015. - №4. - С. 118-125.
3. Жатқанбаева, А.О. Тамшылатып суғару жүйесін қолдану арқылы Жамбыл облысында жүргізілген зерттеу жұмысының әдістемесі [Мәтін] / А.О. Жатқанбаева // Ғылым және білім: ізденіс, міндеттер, болашақ» Республикалық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары. - Тараз, 2016. Б.438-442.
4. Жатқанбаева, А.О. Қазақстанның құрғақ аймақтары жағдайында тамшылатып суғару жүйесін жетілдірудің техникалық шешімдерін негіздеу [Мәтін]: Философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін орындалған диссертация (қолжазба құқығында) / А.О. Жатқанбаева. - Тараз, 2018. - 178 б.
5. Жатқанбаева, А.О. Капельное орошение и системы капельного орошения для полива сельскохозяйственных культур [Текст] / А.О. Жатқанбаева, Д.И. Юлдашева // Вестник ТарГУ им. М.Х.Дулати «Природопользование и проблемы антропосферы». – 2018. - №4. - С.220-225.

REFERENCES

1. Kozykееva, A.T. Improving the methodology for calculating the irrigation regime of agricultural crops with drip irrigation [in Russian] / A.O. Zhatkanbayeva // Water economy of Kazakhstan. Almaty, 2015. No. 1(63). P. 33-37.
2. Kozykееva, A.T. Methodology for determining parameters of drip irrigation of agricultural crops [in Russian] / A.O. Zhatkanbayeva // Search, results. Astana. No. 4, 2015. P. 118-125.
3. Zhatkanbayeva, A.O. Methods of research work in the Zhambyl region using drip irrigation systems Kazakh [in Kazakh]// "Science and education: search, tasks, prospects" materials of the Republican scientific and practical conference. Taraz, 2016. P. 438-442.
4. Zhatkanbayeva, A.O. Justification of technical solutions for improving the drip irrigation system in the conditions of dry regions of Kazakhstan [in Kazakh] / thesis for the degree of doctor of philosophy (PhD) (as a manuscript). Taraz, 2018. P. 178.
5. Zhatkanbayeva, A.O. Drip irrigation and drip irrigation systems for irrigation of agricultural crops [in Russian] / D.I. Yuldasheva // Herald of TarSU M.Kh. Dulati "Nature Management and problems of the anthroposphere". No.4, 2018. P.220-225.

Материал редакцияға 04.02.20 түсті.

А.О. Жатқанбаева

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан,

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ**

В статье рассмотрена система капельного орошения новой конструкции, имеющая высокие экономические показатели, которая дает значительную экономию водных ресурсов, не требует высоких капиталовложений. Предлагаемые системы капельного орошения новой конструкции позволят повысить экономию водных ресурсов. Обоснование технических решений по совершенствованию системы

капельного орошения проводилось путем сопоставления с действующими системами капельного орошения.

Ключевые слова: системы капельного орошения, капельница, трубопроводы, давление.

A.O. Zhatkanbayeva

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

JUSTIFICATION OF TECHNICAL SOLUTIONS FOR IMPROVING THE DRIP IRRIGATION SYSTEM

The article considers the new design of the drip irrigation system and the features of the new drip system with a high economic performance and water savings that do not require large funds. The proposed drip irrigation system of a new design allows you to increase the economy of water resources. Justification of technical solutions for improving the drip irrigation system was carried out by comparing with existing drip irrigation systems.

Keywords: drip irrigation systems, dropper, pipelines, pressure.

Электрoэнергетика

ЭОЖ 621.3.11

Ж.С. Туленбаев¹, М.Е. Абдужалилова²¹Техн. ғылымдары д-ры, профессор, ²МагистрантМ.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан
Электрондық пошта: ¹tulenbaev@mail.ru, ²abduzhalilova.moldir@gmail.ruОҚШАУЛАНҒАН БЕЙТАРАБЫ БАР 6-10 КВ КАБЕЛЬ ЖЕЛІЛЕРІНДЕ
ЖЕРГЕ ТҰЙЫҚТАЛУДАН АДМИТАНСТЫ ҚОРҒАНЫСТЫҢ
ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ӘДІСІ

Мақалада оқшауланған бейтарабы бар 6-10 кВ кернеуі бар таратқыш кабель желілерінде кең қолданысқа ие болған жерге тұйықталудан тоқтық қорғанысты пайдалану тәжірибесі, оларды таңдау қабілеттілігі мен жұмыс орнықтылығының жеткілікті техникалық жетілдірілуі қарастырылған. Сондай-ақ қарастырылып отырған адмитанстық қорғаныс жерге тұйықталудан талғамды қорғаныс мәселесін шешудің тиімді құралы ретінде қолданғандығы көрсетілген және 6-10 кВ кабель желілерінің имитациялық үлгілерінде орындалған зерттеулер баяндалған. Осыған байланысты жерге тұйықталудан адмитанстық қорғаудың динамикалық тұрақтылығын арттырудың әдістері қарастырылған.

Тірек сөздер: 6-10 кВ кабель желілері, оқшауланған бейтарап, жерге бірфазалы тұйықталу, жерге тұйықталудан адмитанстық қорғаныс.

Оқшауланған бейтараппен немесе бейтарапты жоғары омды резистор арқылы жерге тұйықтаумен жұмыс істейтін 6-10 кВ орташа кернеулі таратқыш кабель желілерінде жерге бірфазалы тұйықтаудан (ЖБТ) қорғау үшін нөлдік жүйеліліктегі тоқтық қорғаныс (НТТҚ) негізгі қолданысқа ие. НТТҚ кемшілігі доғалы ауыспалы ЖБТ барысында нөлдік жүйеліліктегі ауыспалы токтың $3I_0$ НТТҚ-ның әрекет етуіне айтарлықтай ықпал етуі болып табылады. Ол талғамдылығы мен сезімталдығын, сәйкесінше, қорғанысты қолдану мүмкін болатын салаларды шектейді. НТТҚ қолдану шарты, яғни сыртқы ЖБТ талғамдылығы мен ішкі ЖБТ сезімталдығын қолданудың шарты қорғаныстағы қосылыстың меншікті сыйымды тогы $I_{C\text{собс}}$ және желінің жинақтық сыйымды тогы $I_{C\Sigma}$ арасындағы қатынаспен анықталады:

$$I_{\text{собс}} = \frac{I_{C\text{собс}}}{I_{C\Sigma}} \leq \frac{1}{1 + K_{\text{отс}} K_{\text{пер}} K_{\text{ч.ми}}} \quad (1)$$

бұл жерде $K_{\text{отс}} = 1,3$ – НТТҚ әрекет ету қателігін туындататын әртүрлі факторлардың ықпалын есептейтін коэффициент; $K_{\text{пер}}$ – ДАЖБТ ауыспалы режимдеріндегі $3I_0$ токтың тиімді мәнінің артуын есептейтін коэффициент; $K_{\text{ч.ми}} = 1,25$ – қорғаныс сезімталдығы коэффициентінің минималды мүмкін болатын мәні.

$K_{отс}$, $K_{ч.мин}$ және $K_{пер} = 2-3$ (микроэлектронды және микропроцессорлы базадағы НТТҚ үшін) коэффициенттерінің көрсетілген мәнінде оқшауланған бейтарабы бар желілерде НТТҚ-ны (1)-ге сәйкес қолдану $I_{с\ собс}$ меншікті сыйымды тогы $I_{с\Sigma}$ -ден $\sim 15-20\%$ -дан аспайтын қосылыстарда мүмкін болады. Кернеуі орташа таратқыш кабель желілерінің қуаттандыру орталықтарындағы (ҚО) мұндай қосылыстардың қорғалатын нысанның шинасына қосылған қосылыстардың жалпы санындағы үлесі орташа есеппен 50-70% аспайды [1]. $I_{с\ собс} > 0,15-0,2$ болатын қосылыстарда, шынайы жағдайда токтың екінші реттік тізбегін қосу полярлығындағы және нөлдік жүйеліліктегі кернеудің қателіктерін эксплуатациялау мүмкіндігіне байланысты бағытталмаған қорғаныспен салыстырғанда, эксплуатациялық сенімділігі нөлдік жүйеліліктегі бағытталған токтық қорғаныс қолданылуы тиіс.

Бейтарапты жоғары омдық резистор арқылы жерге кондыру желілерінде НТТҚ-ның талғамдылығы мен сезімталдығына ауыспалы процесстердің ықпалы оқшауланған бейтарабы бар желіге қарағанда біршама аз болып келеді. Ол бұл типтегі ЖБТ-дан қорғаудың мүмкін болатын қолданыс саласын шектейді.

Еуропалық және кейбір өзге елдерде кернеуі орташа кабель желілерінде ЖБТ-дан қорғау үшін адмитансты деп аталатын қорғалатын қосылыстардың нөлдік жүйелілігінің өткізгіштігін бақылауға негізделген қорғаныс кең қолданыс тапқан [2-3]. [2]-те НТТҚ-мен салыстырғанда адмитансты қорғаныстың әрекет етуінің жоғарғы тиімділігі, нақтырақ айтқанда, тұрақты ЖБТ (ТЖБТ) барысында өтпелі кедергі арқылы тұйықталуға қатысты жоғары сезімталдық байқалады. Дегенмен, көрсетілген дереккөздерде желі мен зақымдалған қосылыстар үшін оқшауланған бейтарабы бар кабель желілеріндегі тұйықталудың ең қауіпті түрі болып табылатын ДАЖБТ барысында адмитансты қорғаныстың әрекет етуі тиімділігінің бағалануы көрсетілмеген.

Осыған байланысты ДАЖБТ барысында бағытталмаған максималды адмитансты қорғаныстың «классикалық» алгоритмінің әрекет етуі тиімділігі мен оны арттыру әдісінің сараптамасы ұсынылады.

Оқшауланған бейтараппен жұмыс істейтін 6-10 кВ кабель желілерінде жерге доғалы тұйықталу барысындағы өтпелі процесстердің күрделілігін ескере отырып, адмитанстық қорғаныстың әрекет етуінің динамикалық тұрақтылығын сараптаудың негізгі әдісі ретінде Matlab-та имитациялық үлгілеу қолданылады. Ол үшін SimPowerSystem және Simulink кеңейту пакеттерін қолдана отырып, конфигурациясының негізгі ерекшеліктері мен кабельдік желілердің параметрлерінің таратқыш сипаттарын және жерге тұйықталудан адмитанстық қорғаныстың әрекет етуінің зерттелетін алгоритмдерінің имитациялық үлгілерін ескеретін 6-10 кВ кабель желілерінің имитациялық модельдері құрастырылды.

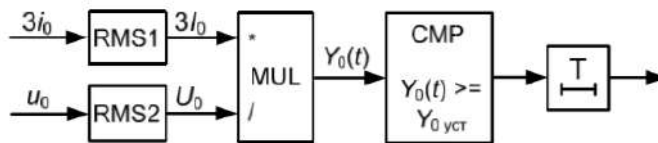
ЖБТ-дан максималды адмитансты қорғанудың әрекет ету қағидасы мен оны қолдану шарттары. ЖБТ-дан адмитансты қорғанудағы әсер етуші шама қорғалатын қосылыс тогының $3I_0$ нөлдік жүйеліліктегі кернеуіне U_0 қатынасы, яғни нөлдік жүйеліліктің өткізгіштігі болып табылады [2-3]:

$$Y_0 = 3I_0 / U_0 = G_0 + jB_0 \quad (2)$$

бұл жерде Y_0 – нөлдік жүйеліліктің толық өткізгіштігінің кешенді векторы (фазор); G_0 және B_0 – сәйкесінше Y_0 өткізгіштігінің белсенді және реактивті құрамдас бөліктері.

Бағытталмаған максималды адмитансты қорғаныстың әрекет ету принципі толық өткізгіштің өлшенген мәнінің (өлшем) $Y_0 = |Y_0|$ сыртқы ЖБТ-дан құралу шарттарынан таңдалған іске қосылу тағайындамасымен салыстыруға негізделген.

6-10 кВ кабель желілері үшін нөлдік жүйеліліктегі өткізгіштік шамасын бақылауға негізделген ЖБТ-дан максималды адмитансты қорғаныстың жеңілдетілген құрылымдық-функционалдық схемасы 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1. Оқшауланған бейтарабы бар желілер үшін максималды адмитансты қорғаныстың құрылымдық-функционалдық схемасы

Қорғаныс схемасы (1-сурет) келесі негізгі функционалдық түйіндер мен элементтерден тұрады: RMS1, RMS2 – токтың $3i_0$ және нөлдік жүйеліліктегі кернеудің u_0 орташа квадраттық мәнін есептеу блоктары; MUL – бөлу блогы; CMP – екі шаманың мәндерін салыстыру блогы; T – іске асыру үшін уақытша ұстап тұру элементі.

Сыртқы ТЖТБ барысында қорғаныс қысқыштарындағы өткізгіштік қорғалатын қослыстың жерге меншікті өткізгіштігімен анықталады және келесі формуламен есептеледі

$$Y_0 = 3G_0 + 3\omega C \quad (3)$$

бұл жерде $3G_{0\text{собс}}$ және $3C_{0\text{собс}}$ – сәйкесінше қорғалатын қослыстың жерге белсенді өткізгіштігі мен фазалардың сыйымдылығы; $\omega = 2\pi \cdot 50$ – желінің жұмыс кернеуінің бұрыштық жиілігі.

Сыртқы ТЖТБ барысында іске қосылмауды қамтамасыз ету үшін максималды адмитансты қорғаныстың тағайындамасы келесі шарттан таңдалынуы тиіс

$$Y_0 \geq K_{отс} = 3G_0 + |j3\omega C| \quad (4)$$

бұл жерде $K_{отс}$ – әрекет етудің қателіктерін (әсер етуші шама өлшемінің, $3G_{0\text{собс}}$ мәнін есептеудің және т.б. қателіктері) ескеретін орнату коэффициенті.

Оқшауланған бейтарабы бар 6-10 кВ кабель желілерінде $3G_{0\text{собс}}$ нөлдік жүйелілік өткізгіштігінің белсенді құрамдас бөлігі $3\omega C_{0\text{собс}}$ реактивті сыйымды өткізгіштен бірнеше пайыз құрайды, яғни $3\omega C_{0\text{собс}} \gg 3G_{0\text{собс}}$. Сондықтан іске қосылу тағайындамасы жеткілікті дәлдікпен келесі өрнек бойынша анықталады

$$Y_{0уст} \geq K_{отс} 3\omega C_{0собс} \cdot Y_{0уст} \quad (5)$$

Оқшауланған бейтарабы бар электр желілерінде ішкі ЖТБ барысында Y_0 қорғанысының өлшемі сыртқы желінің өткізгіштігінің кері мәнін алумен анықталады:

$$Y_0 = G_0 + C_{0\Sigma} \quad (6)$$

бұл жерде G_0 және $C_{0\Sigma}$ - сәйкесінше жинақтық белсенді өткізгіштік пен желі фазаларының сыйымдылығы.

Ішкі ТЖТБ барысында максималды адмитансты қорғаныстың сезімталдығы Y_0 шамасының (6) $Y_{0уст}$ тағайындамасына (5) бойынша қатынасымен анықталады:

$$K_q = \frac{Y_0}{Y_{0уст}} = \frac{C_{0\Sigma} - C_{0собс}}{K_{отс} C_{0собс}} \geq K_{ч.мин} \quad (7)$$

бұл жерде $K_{ч.мин}$ – сезімталдық коэффициентінің минималды рұқсат етілетін мәні (1)-де көрсетілгендей НТТҚ коэффициентімен бірдей мәнде болуы мүмкін).

(5) бойынша іске қосылу тағайындамасын таңдау шарты тұрақты тұйықталулар үшін ғана орынды болады. Кернеуі орташа кабель желілерінде жерге тұйықталудың негізгі түрі болып табылатын доғалы ЖТБ барысындағы ауыспалы режимдерде зақымдалған және зақымдалмаған қосылыстардың токтарында $3i_0$ жиілігі $f_{св} = \omega_{св}/2\pi$ жүздеген герцтен бірнеше ондаған килогерцтерге баратын еркін құрамдас бөліктер басым болады да, ол қорғаныс қысқыштарындағы $3\omega_{св} C_{0собс}$ өткізгіштің реактивті (сыйымды) құрамдас бөлігінің артуына алып келеді. Сондықтан, доғалы ЖТБ барысындағы ауыспалы режимдерде іске қосылмаудың талғамдылығын қамтамасыз ету үшін жалпы жағдайда максималды адмитансты қорғаныстың іске қосылу тағайындамасы келесі шарттан таңдалынуы тиіс

$$Y_{0уст} \geq K_{отс} K_{пер} \omega 3C_{0собс} \quad (8)$$

бұл жерде $K_{пер} - B_0$ өткізгіштігінің реактивті құрамдас бөлігінің және сәйкесінше ДОЖТБ ауыспалы режимдеріндегі $Y_0 \approx B_0$ толық өткізгіштігінің артуын есептейтін, (1)-дегі $K_{перВ}$ коэффициентіне баламалы коэффициент.

(8) бойынша $Y_{0уст}$ іске асу тағайындамасын таңдау барысында сыртқы ЖТБ барысындағы максималды адмитансты қорғаныстың талғамдылығының және ішкі ЖТБ барысындағы сезімталдығының шарты, яғни НТТҚ-ға арналған секілді оқшауланған бейтарабы бар желілерде қорғанысты қолдану шарты қорғалатын қосылыс жеріне фазалардың меншікті сыйымдылығы $3C_{0собс}$ және желінің жинақтық сыйымдылығы $3C_{0\Sigma}$ арасындағы қатынаспен анықталады:

$$3C_{0собс} = \frac{3C_{0собс}}{3C_{0\Sigma}} = I_{ссоб} \leq \frac{1}{1 + K_{отс} K_{пер} K_{ч.мин}} \quad (9)$$

Бұл НТТҚ-ға арналған (1) қатынасқа толықтай ұқсай және соңғысынан тек $K_{пер}$ коэффициентінің мәні бойынша ерекшеленеді.

(8), (9)-ға сәйкес $K_{пер}$ коэффициенті есептейтін доғалы ЖБТ барысындағы ауыспалы режимдердегі Y_0 әсер етуші шаманың артуы ТЖБТ барысында максималды адмитансты қорғаныстың сезімталдығын және оны оқшауланған бейтарабы бар желілердегі қолданыс саласын айтарлықтай шектейді.

ДОЖБТ барысындағы ауыспалы процесстердің максималды адмитансты қорғаныстың әрекет ету тиімділігіне ықпалын сараптау. ДОЖБТ барысында ЖБТ-дан максималды адмитансты қорғанудың тиімділігі Matlab жүйесінде 6-10 кВ кабельді желілердің имитациялық модельдерінде зерттелді.

Адмитансты қорғаныстың әрекет етуінің динамикалық тұрақтылығын арттырудың әдісі. ЖБТ-ны доғалы ЖБТ барысында өтпелі процесстердің ықпалынан қорғау құралдарының жөнделуін арттырудың әртүрлі әдістері бар. Мұндай әдістері жиілігі 50 Гц-тан жоғары болатын құрамдас бөліктерін басып тастайтын токтың кіріс тізбегінде сүзгілеуді қолдану (ТЗНП көптеген заманауи микропроцессорлық құрылғыларда қолданылады); негізгі 50 Гц жиілікте қорғанысты іске қосатын токтан басым болатын токтар барысында ЖБТ ауыспалы режимдерінде екінші реттік сигналдардың амплитудаларын шектеу (мысалы, РТЗ-51 типті токтардың сезімталдығы жоғары релелерінде қолданылады [4]); қорғаныстың өлшеу органының доғалы үзілмелі ЖБТ барысында токсыз паузадағы баспатқы күйіне жылдам оралуы (мысалы, жоғары гармониктің (ЖГ) негізіндегі УСЗ-2/2 типті және оның баламаларында ЖБТ-дан қорғау релелерінде қолданылады [5]) жатады.

Алайда ЖБТ-ны өтпелі процесстердің ықпалынан көрсетілген немесе осыған ұқсас әдістермен қорғау сыртқы ДОЖБТ барысындағы әрекет етудің динамикалық тұрақтылығының артуына ғана емес, ішкі доғалық тұйықталу барысында оның айтарлықтай тереңдеуіне немесе толықтай істен шығуына алып келеді.

Өткізгішті бақылауға, мәні ЖБТ-ның өтпелі режимдеріндегі токтың Z_{i0} құрамдас бөліктерінің жиілігіне тәуелді болмайтын қорғалатын қослыстардың нөлдік жүйелілігінің сыйымдылығына негізделген максималды адмитансты қорғанысты орындаудың құрастырылған әдісі бір уақытта ішкі ДОЖБТ-ның қорғанысын тереңдетпестен, сыртқы ДОЖБТ барысында әрекет етуінің динамикалық тұрақтылығын арттыруды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Ұсынылған әдісте токтың Z_{i0} лездік мәні мен нөлдік жүйеліліктегі кернеудің туындысы du_0/dt арасындағы қатынас қолданылады.

Оқшауланған бейтараппен жұмыс істейтін 6-10 кВ кабель желілеріндегі сыртқы ЖБТ барысында, нөлдік жүйеліліктегі ток үшін Z_{i0} жоғарыда көрсетілген өрнек бойынша ($\omega C_0 \gg G_0$) зақымдалмаған қосылыста келесі қатынас орындалады

$$Z_{i0} = C_{0\text{обс}} \frac{d(U_A + U_B + U_C)}{dt} = 3C_{0\text{обс}} U_0. \quad (10)$$

Ішкі ЖБТ барысында зақымдалған қосылыста ток Z_{i0} сыртқы желінің жерге беретін фазаларының сыйымдылығымен анықталады:

$$3i_{0нов} = -3(C_{0\Sigma} - C_{0собс})U_0 \quad (11)$$

Оқшауланған бейтараппен немесе ЖБТ сыйымды тогының өтемімен жұмыс істейтін кабель желілерінде (10) және (11) қатынастары ЖБТ-ның қалыптасқан және ауыспалы режимдерінде $3i_0$ токтың жоғарғы гармоникалық құрамдас бөліктері үшін де нақты дәлдікпен орындалады [6,7]. Егер осы жиіліктегі құрамдас бөліктер үшін зақымдалмаған желінің нөлдік жүйелілігінің кіріс кедергісі сыйымдылық сипатын сақтаса, жоғарыда аталған жағдай орын алады. Имитациялық модельдегі есептер мен зерттеулер орташа кернеуі бар электр желілерінің кабельді және әуе желілерінің параметрлері мен шынайы ұзындығы белгілі болғанда бұл шарт жиіліктің 1,5-2 кГц-ке дейінгі диапазонында орындалатынын көрсетеді. (10) және (11) өрнектерге сәйкес, жиіліктің көрсетілген диапазонында токтың лездік мәнінің $3i_0$ кернеу туындысының лездік мәніне u'_0 қатынасы ішкі және сыртқы ЖБТ барысында сәйкесінше төмендегі өрнектерге тең болады:

$$3i_{0собс} / U_0 = 3C_{0собс} \quad (12)$$

$$3i_{0нов} / U_0 = -3(C_{0\Sigma} - C_{0собс}) \quad (13)$$

(12) және (13) қатынастардың негізінде оқшауланған бейтарабы бар желілерде ЖБТ-ның орнатылған және ауыспалы режимдеріндегі қорғалатын қосылыстардың нөлдік жүйеліліктегі сыйымдылығының шамасын бақылайтын максималды қорғанысты жүзеге асыруға болады. Алайда (12) және (13) негізінде токтың лездік мәні $3i_0$ мен кернеу туындысының лездік мәні u'_0 қатынастарының негізіндегі қорғалатын қосылыстардың нөлдік жүйеліліктегі сыйымдылығының шамасын тікелей бақылау өлшеу процесінде мүмкін болатын қисық сызықтардың $3i_0(t)$ және $u'_0(t)$ уақытша қозғалысына байланысты күрделі болады. Ол токтың алғашқы түрлендірушісіндегі бұрыштық қателіктен және нөлдік жүйеліліктегі кернеуден, кернеу дифференциаторынан $u'_0(t)$, жиілігі $f > 1,5-2,0$ кГц болатын құрамдас бөліктерді басуға арналған жиілік сүзгілерінен және салыстырылатын шамалардың қалыптасу схемасындағы өзге элементтерден туындайды. Салыстыру үшін лездік емес, шамалардың орташа интегралдық мәндерін $3i_0(t)$ және $u'_0(t)$, мысалы, орташа квадраттық (қолданыстағы) немесе орташа түзуленген мәндерді, пайдалана отырып, көрсетілген бұрыштық қателіктерді өтеу жеңілірек болады.

(12) және (13) өрнектерден $3i_0(t)$ және $u'_0(t)$ шамаларының орташа квадраттық мәндерінің қатынасы үшін зақымдалмаған және зақымдалған қосылыстар үшін шығады:

$$C_{0нен} = 3I_{0собс} / U_0 = 3C_{00собс} \quad (14)$$

$$C_{0нов} = 3I_{0нов} / U_0 = 3(C_{0\Sigma} - C_{0собс}) \quad (15)$$

Осыған ұқсас қатынастарды $3i_0(t)$ және $u'_0(t)$ шамаларының орташа түзуленген мәндері үшін де шығаруға болады.

Y_0 қорғалатын қосылыстың нөлдік жүйелеліктегі толық өткізгіштігін бақылауға негізделген жоғарыда қарастырылған максималды адмитансты қорғаныспен салыстырғанда, ұсынылып отырған қорғаныстың

қысқыштарындағы әсер етуші шаманың мәні $C_0=3I_0/U'_0$ қорғалатын қосылыстың (сыртқы ЖБТ барысында) немесе ішкі желінің (ішкі ЖБТ барысында) жерге беретін фазаларының сыйымдылық шамасымен ғана анықталады. Ол жиілікке тәуелді болмайды да, ЖБТ-ның орнатылған және ауыспалы режимдерінде әрекет етудің жоғарғы тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Айта кетелік, ЖБТ-ның орнатылған және ауыспалы режимдерінде $C_0=3I_0/U'_0$ өлшемінің тұрақтылығына токта $3i_0(t)$ және туындыда $u'_0(t)$ жиілігі 1,5-2 кГц-тен асатын құрамдас бөліктерді басу арқылы ғана қол жеткізіледі.

$3i_0/U'_0=C_0$ қатынасына кері әсер ететін ұсынылып отырған максималды қорғаныстың жерге сыртқы тұйықталуы барысында іске қосылмауының талғамдылығын қамтамасыз ету үшін іске қосылу тағайындамасы қорғалатын қосылыстың жерге беретін фазаларының меншікті сыйымдылығынан туындайтын шарттардан таңдалынуы тиіс

$$C_{0уст} \geq K_{отс} 3C_{0собс} \quad (16)$$

(16) өрнек бойынша тағайындаманы таңдау барысында ұсынылатын қорғаныстың қолданылу шарты (9) өрнек бойынша анықталады. Ол жерде $K_{пер}=1$ шартын қабылдау ұажет. Әдеттегідей $K_{отс} = 1.3$, $K_{ч.мин} = 1.25$ (сигналға кері әсер ететін ЖБТ-дан қорғау үшін) және $K_{пер} = 1$ қолданылғанда, (9) өрнектен ұсынылып отырған қорғаныс үшін талғамдылық пен сезімталдық шарттары, егер қорғалатын қосылыстардың жерге беретін фазаларының меншікті сыйымдылығының салыстырмалы мәні (салыстырмалы меншікті сыйымды ток) келесі шамадан аспайтын болса ғана, орындалатыны айқындалады.

$$3C_{0собс} = I_{C0нов} \leq \frac{1}{1 + K_{отс} K_{ч.мин}} = \frac{1}{1 + 1.3 \cdot 1.25}$$

Бұл жоғарыда қарастырылған НҚҚТ және максималды адмитансты қорғаныс үшін айтарлықтай көп.

$I_{C\ собс} \leq 0,38$ болатын, 6-10 кВ таратқыш кабель желілеріндегі қуаттандыру орталықтарындағы қосылыстардың үлесі қорғалатын нысанның шиналарына қосылған қосылыстардың жалпы санынан 90%-дан көп емес, ал өзге нысандарда - таратқыш және трансформаторлық подстанцияларда (ТП және ТП) – шамамен 100%-ға тең [1].

Бейтарапты жоғарыомдық резистор арқылы жерге қондырумен жұмыс жасайтын кабель желілерінде сыртқы ЖБТ барысында қорғалатын қосылыстардағы ток $3i_0$ оқшауланған бейтарабы бар желілердегі секілді (10) қатынасымен анықталады. Сәйкесінше, сыртқы ЖБТ үшін токтың және нөлдік жүйеліліктегі кернеудің лездік мәндері үшін қорғаныстың өлшемі, оқшауланған бейтарабы бар желілердегі секілді, (12) қатынаспен, ал орташа квадраттық мән үшін – (14) қатынаспен анықталады.

Ішкі ЖБТ барысында зақымдалған орын арқылы ғана өтетін және зақымдалған қосылыстарда жерге қондыру резисторының тогын i_R ескере отырып, ток $3i_0$ келесі өрнек бойынша есептеледі

$$3i_{0нов} = -3(C_{0\Sigma} - C_{0собс})U_0 - \frac{U_N}{R_N} = -3(C_{0\Sigma} - C_{0собс})U_0 - \frac{U_0}{R_N} \quad (17)$$

бұл жерде R_N – желінің бейтарабына қосылған резистордың кедергісі.

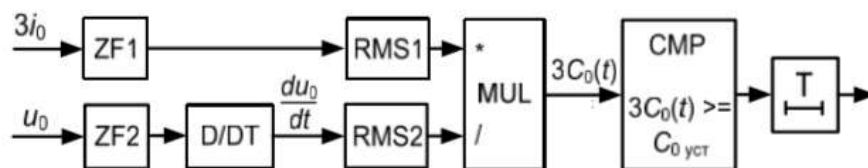
(17) өрнектен $3I_0$ және U_0 электрлік шамаларының орташа квадраттық мәндері үшін келесі қатынасты шығаруға болады:

$$C_{0пов} = \frac{3I_{0пов}}{U_0} = 3(C_{0\Sigma} - C_{0собр}) \sqrt{1 + \frac{C_{0\Sigma}^2}{(C_{0\Sigma} - C_{0собр})^2}} \quad (18)$$

(18) өрнекке сәйкес, жерге қондырушы резистордан R_N туындайтын қорғалатын қосылыстың $3i_0$ тогының белсенді құрамдас бөлігі i_R ішкі ЖБТ барысында қорғаныс өлшемін, яғни оның сезімталдығын арттырады. Алайда, ЖБТ тогының белсенді құрамдас бөлігінің ЖБТ орнатылған және ауыспалы режимдеріндегі қорғаныс өлшеміне ықпалы әртүрлі болып келеді. [8]-тен белгілі болғандай, бейтараптың жоғары оммен жерге қондырылуы барысында резистордың кедергісі $R_N = 1/3\omega C_{0\Sigma}$ оңтайлы болып саналады. ЖБТ-ның орнатылған режимінде жерге қондырушы резистордың R_N көрсетілген кедергісі барысында тұйықталу тогының реактивті (сыйымды) құрамдас бөлігі, белсендіге, яғни $I_R = I_{C\Sigma}$ тең, ал ЖБТ толық тогы $I_3^{(1)} = \sqrt{I_{C\Sigma}^2 + I_R^2} \approx \sqrt{2}I_{C\Sigma}$ тең болады. Сонымен қатар $3I_0_{пов}$ тогы және, сәйкесінше,, қорғаныс қысқыштарындағы әсер етуші $C_{0пов}$ шаманың мәні $\sqrt{1 + C_{0\Sigma}^2 / (C_{0\Sigma} - C_{0собр})^2}$ есеге артады. Доғалы ЖБТ барысында $3I_0_{пов}$ тогындағы өтпелі режимдерде ЖБТ тогының және, сәйкесінше, $3I_0_{пов}$ тогының белсенді құрамдас бөлігі сыйымды токтан айтарлықтай аз және осы режимдерде (15) өрнекпен анықталатын қорғаныс өлшеміне айтарлықтай ықпал ете алмайды.

Осылайша, желінің бейтараптарын жоғарыомды резистор арқылы жерге қондыру ұсынылатын қорғаныстың талғамдылық шарттарына ықпал етпейді, оқшауланған бейтараппен салыстырғанда, өлшемді және, сәйкесінше, ЖБТ-ның орнатылған режиміндегі ұсынылатын қорғаныстың сезімталдығын арттырады және оқшауланған бейтарабы бар желідегі секілді ЖБТ-ның ауыспалы режимдеріндегі сезімталдықты қамтамасыз етеді.

ТЖБТ және ДОЖБТ барысындағы нөлдік жүйеліліктегі сыйымдылықты бақылау негізіндегі максималды қорғаныстың әрекет етуін сараптау. Қорғалатын қосылыстың нөлдік жүйелілігіндегі сыйымдылықтың шамасын бақылауға негізделген қорғаныстың құрылымдық-функционалдық схемасы 2 суретте көрсетілген:



Сурет 2. Нөлдік жүйеліліктегі сыйымдылықты бақылаудың негізіндегі қорғаныстың құрылымдық-функционалдық схемасы

Қорғаныс схемасы (2-сурет) келесі негізгі функционалдық түйендер мен элементтерден тұрады: ZF1, ZF2 –токтан $3i_0$ және кернеуден u_0 50 Гц негізгі жиілікті құрайтын сумманы және 1,5-2 кГц-ке дейінгі диапазондағы жоғарғы гармоникалық құрамдас бөліктерді бөлетін жолақты сүзгі; D/DT –

дифференциатор; MUL – бөлу блогы; RMS1, RMS2 – орташа квадраттық мәнді есептейтін блоктар; CMP – екі шаманың мәндерін салыстыру блогы; T – іске қосылу үшін уақытша үзіліс элементі.

C_0 уст тағайындамасы (16) өрнек бойынша қорғалатын қосылыстың жерге бөлетін фазасының меншікті сыйымдылығынан туындайтын шарттан таңдалады. Егер MUL бөлу блогының шығыс шамасының мәні $C_0(t) = 3I_0(t)/U'_0(t)$ іске қосылудың берілген тағайындамасынан көп болса, CMP салыстыру блогының шығысында қорғаныстың іске қосылғандығын білдіретін 1 логикалық сигналы пайда болады.

Сыртқы ЖБТ барысында қорғаныстың өлшемі – CMP блогының шығысындағы сигнал – ЖБТ-ның орнатылған режимінде де, жерге доғалы тұйықталу барысындағы ауыспалы режимде де (14) өрнекке сәйкес $3C_0$ собс тең болады. Ол іске қосылу тағайындамасынан аз болып келеді. CMP блогынан шығыстағы сигнал 0-ге тең, яғни қорғаныс іске аспайды.

Оқшауланған бейтараппен жұмыс істейтін желідегі ішкі ЖБТ барысында, қорғаныс өлшемі – CMP блоктан шығыстағы сигнал – (15) өрнекке сәйкес, ЖБТ-ның орнатылған режимінде де, жерге доғалы тұйықталу барысындағы ауыспалы режимде де $3(C_{0\Sigma} - C_0 \text{ собс})$ -ға тең мәнге ие. Егер қорғаныс өлшемі іске қосылудың белгіленген тағайындамасынан артық болса, CMP блоктың және T іске қосылу үшін уақытша үзіліс элементінің шығысында қорғаныстың іске қосылғандығын білдіретін 1 логикалық сигналы пайда болады.

Нөлдік жүйеліліктегі сыйымдылықты бақылаудың негізіндегі қорғаныстың құрастырылған әдісінің іске асу тиімділігі Matlab жүйесінде 6-10 кВ кабель желілерінің имитациялық модельдерінде зерттелді.

Қорыта келе зерттеу нәтижелері оқшауланған бейтарабы бар 6-10 кВ кабель желілерінің имитациялық модельдерінде орындалған есептеуіш тәжірибелерінің нәтижелерінің сараптамасы қорғаныстың әсер етуші шамасы – қорғалатын қосылыстың нөлдік жүйелелігіндегі сыйымдылық – ЖБТ-ның өтпелі және орнатылған режимдерінде де өзгеріссіз қалатындығын, сол арқылы ДОЖБТ барысында да, ТЖБТ барысында да әрекет етудің жоғарғы тұрақтылығы қамтамасыз етілетіндігін көрсетті.

Бейтарапты жоғарыомдық резистор арқылы жерге қондырумен жұмыс жасайтын желілерде ішкі жоғалы үзілмелі ЖБТ барысында ауыспалы режимдерде зақымдалған қосылыстардағы нөлдік жүйеліліктегі токтың белсенді құрамдас бөлігі сыйымдылық тогына қарағанда айтарлықтай аз және бұл режимдерде, оқшауланған бейтараптары бар желілердегідей, қорғаныс өлшеміне көп ықпал етпейді, (15) өрнек бойынша анықталады. ТЖБТ режимінде R_N жерге қондыру резисторы арқылы пайда болатын белсенді токтың есебінен өлшем $\sqrt{1 + C^2 0 \Sigma / (C_{0\Sigma} - C_{0 \text{ собс}})^2}$ есеге артады да, ол қорғаныстың сезімталдығын арттырады.

Тұжырымдар. Қорғалатын қосылыстардың нөлдік жүйелілігіндегі өткізгіштікті бақылауға негізделген «классикалық» максималды адмитансты қорғаныс доғалы ЖБТ барысында әрекет етудің жоғары динамикалық тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік бермейді. Бұл оның ішкі тұйықталу барысындағы сезімталдығын азайтады және оның қолданыс аясын тарылтады.

Оқшауланған бейтарабы және бейтарапты жоғарыомдық жерге қондыруы бар кабель желілерін нөлдік жүйелеліктегі сыйымдылықты

бақылау негізінде ЖБТ-дан адмитансты қорғаудың ұсынылған әдісі қорғаудың талғамдылығы мен сезімталдығын арттыруға және қорғалатын қосылыстың меншік сыйымды тогының шамасымен шектелетін қолданыс аясын кеңейтуге мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ольшовец, П.И. Адмитансные защиты: Релейная защита и автоматизация [Текст] / П.И. Ольшовец // [?]. – 2017. – №3(28). – С.56-59.
2. Нудельман, Г.С. Быстродействующее реле тока защиты от замыканий на землю [Текст] / Г.С. Нудельман, М.А. Шамис // Электротехническая промышленность. – 1981. – Вып. 1(92). – С.13-18.
3. Кискачи, В.М. Селективность сигнализации замыканий на землю с использованием высших гармоник токов нулевой последовательности [Текст] / В.М. Кискачи [?]. - 1967 - №4. – С.24-30.
4. Шуин, В.А. Начальные фазовые соотношения электрических величин переходного процесса при замыканиях на землю в кабельных сетях 6-10 кВ [Текст] / В.А. Шуин [?]. – 1991. - №10. – С.58-61.
5. Защита сетей 6-35 кВ от перенапряжений [Текст]. – М.: Энергоатомиздат, 2002. – 272 с.

REFERENCES

1. Olshovets, P.I. Admission protection: Relay protection and automation [in Russian]. 2017 - No. 3 (28). - 56-59 p.
2. Nudelman G.S., Shamis M.A., High-speed relay of protection against earth faults: Electrical industry [in Russian]. -M: 1981. - Issue 1 (92), 13 p.
3. Kiskachi V.M. Selectivity of signaling earth faults using higher harmonics of zero sequence currents [in Russian]. – 1967. - No. 4. - 24-30 p.
4. Shuin V.A. Initial phase relations of electrical quantities of the transient process with earth faults in cable networks of 6-10 kV [in Russian]. -1991.-No.10. - 58-61 p.
5. Protection of networks 6-35 kV from overvoltages [in Russian]. – М.: Energoatomizdat, 2002. - 272 p.

Материал редакцияға 04.02.20 түсті.

Ж.С. Туленбаев, М.Е. Абдужалилова

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

**МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТЫ НА ЗЕМЛЮ ПРИ
ЗАЗЕМЛЕНИИ ИЗОЛИРОВАННЫХ НЕЙТРАЛЬНЫХ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ
6-10 КВ**

В статье рассматривается опыт эксплуатации защиты от замыкания на землю в распределительных цепях напряжением 6-10 кВ с изолированной нейтралью, а также достаточное техническое улучшение их селективности и стабильности работы. Проведены исследования и выполнены имитационные модели кабельных линий 6-10 кВ. Показан классический принцип выполнения адмирал-защиты, основанный на использовании компонента базовой частоты, составляющей тока и напряжения нулевого напряжения. В связи с этим рассмотрены способы повышения динамической устойчивости защиты от утечки на землю.

Ключевые слова: кабельные линии 6-10 кВ, изолированная нейтраль, однофазное замыкание на землю, защита от утечки на землю.

Zh.S. Tulenbayev, M.E. Abdujalilova

Taraz State University named after M. Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan

METHODS FOR INCREASING EFFICIENCY OF THE ADMITTANCE EARTH FAULT PROTECTION ON GROUNDING ON 6-10 KV ISOLATED NEUTRAL CABLE NETWORKS

The article discusses the experience of operating earth fault protection in distribution circuits with a voltage of 6-10 kV with isolated neutral, as well as a sufficient technical improvement of their selectivity and stability. Studies were conducted and simulation models of cable lines 6-10 kV were performed. The classical principle of admittance protection is shown, based on the use of a base frequency component, a component of current and voltage of zero voltage. In this regard, ways to increase the dynamic stability of protection against earth leakage are considered.

Keywords: 6-10 kV cable networks, isolated neutral, single-phase earth faults, admittance earth fault protection.

ӨОЖ 621.313.14

Т.С. Жүсіп¹, Н.Ш. Абдлахатова²

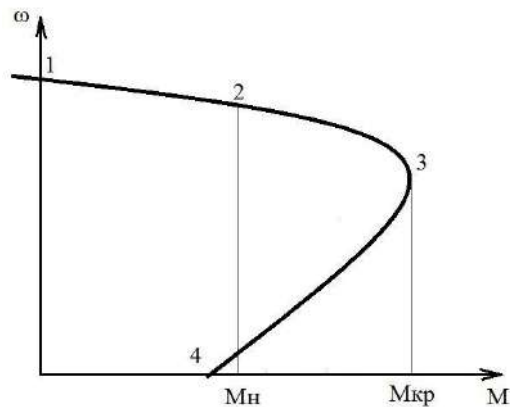
*¹Техн. ғылымдары канд., доцент, ²Магистр, аға оқытушы
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан
Электрондық пошта: ¹zhusip@mail.ru, ²abd lakhatova@list.ru*

АЙНЫМАЛЫ ТОҚТАҒЫ КОЛЛЕКТОРЛЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШТЫ ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІНДЕ ПАЙДАЛАНУ

Мақалада коллекторлы қозғалтқышты пайдалану және оның айналу жылдамдығын басқарудың оңай әрі сенімді әдісі көрсетілген. Электр жетегін тасымалдауға арналған коллекторлы қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары асинхронды қозғалтқышқа қарағанда қолдануға ыңғайлылығына әрі тиімділігіне талдау жасалған. Асинхронды қозғалтқыштың салыстырмалы түрде кемшіліктері мен артықшылықтары сипатталған.

Тірек сөздер: электрлік қозғалтқыш, айнымалы кернеу, қозғалтқыш моменті, тиристор, қозғалтқыштың айналу жылдамдығы.

Өндірістік процестерді автоматтандыру ғылым мен техниканың дамуындағы маңызды бағыттардың бірі болып табылады. Оны өндіріске енгізу оның тиімділігін едәуір арттыруға алып келеді және еңбек өнімділігін едәуір арттыра алады. Ұзақ уақыт бойы өнімдер конвейерлердің көмегімен тасымалданды. Конвейер механизмдерінің көпшілігінде асинхронды қозғалтқыштар қолданылады. Олар сенімді, бірақ бірқатар маңызды кемшіліктерге ие, мысалы: қозғалтқыштың жылдамдығын және іске қосу моментін басқарудың қиындығы. Индукциялық қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы [1] 1-суретте көрсетілген.



ω – қозғалтқыштың айналу жылдамдығы; M – қозғалтқыш моменті;
 M_n – номиналды момент; $M_{кр}$ – критикалық момент.

Сурет 1. Асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы

Суреттен индукциялық қозғалтқышты қолданатын конвейер жүктемесінің жоғарылауымен қозғалтқышты іске қосып қана қоймай, конвейер механизмін де бұруға болатындығы туралы қорытынды жасауға болады. Егер жүктеме кедергісі моменті 1-суреттегі 4-ші нүктенің мәніне сәйкес келетін қозғалтқыштың іске қосу моментінен асып кетсе, жағдайда жұмыс кезінде жүктемеге қарсыласу моменті 1-суреттегі 3-ші нүктенің мәніне тең болса, қозғалтқыш тоқтайды және жануы мүмкін. Реостатикалық немесе жиілік әдісі қозғалтқыштың жұмысын жақсартуға көмектеседі.

Тізбектей жалғанатын тұрақты ток қозғалтқышының моменті мына формула бойынша анықталады:

$$M = C_m \cdot \Phi \cdot I$$

мұнда: M – қозғалтқыш түрлендіретін момент; C_m – түрлендіретін коэффициент; Φ – магнит ағыны; I – ротордың қоздыру орамындағы өтетін ток.

Қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы келесі өрнекпен анықталады:

$$\omega = \left(\frac{U}{c_v}\right) - M \cdot \frac{r_{я.ц}}{c_v \cdot c_m \cdot \Phi^2}$$

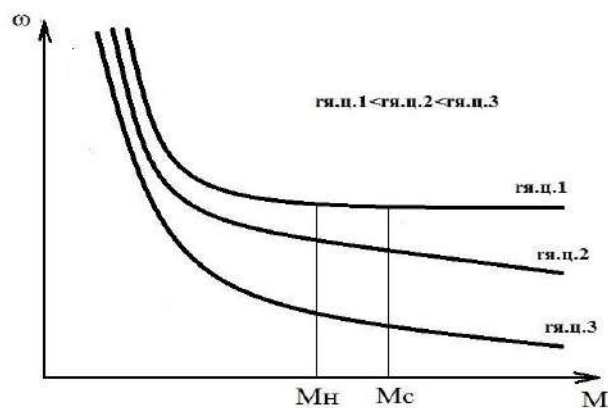
мұнда: ω – бұрыштық жылдамдық; U – қоректендіруші кернеу; c_v – түрлендіруші коэффициент; $r_{я.ц}$ – якорь тізбегіндегі кедергі.

Тізбектей қоздырылатын қозғалтқыштың якорь тогы қоздыру орамасының тогына тең болғандықтан ($I_{я} = I_{ов}$), магнит ағыны Φ токқа пропорционал I ($\Phi \propto I$), онда $M \propto \Phi^2 \propto I^2$ [2]. Сонда магнит ағынын келесі өрнекпен өрнектейміз: $\Phi = \sqrt{M}$. Белгілі мәнді механикалық сипаттама өрнегіне қойсақ:

$$\omega = \left(\frac{U}{K \cdot \sqrt{M}}\right) - M \cdot \frac{r_{я.ц}}{K \cdot M} = \frac{U}{K \cdot \sqrt{M}} - \frac{r_{я.ц}}{K}$$

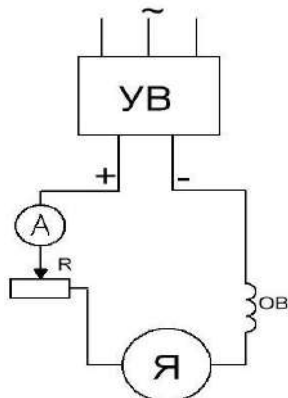
мұндағы: K - пропорционалдылық коэффициенті; ω –қозғалтқыштың айналу жиілігі; M – қозғалтқыш моменті; M_n – номинал момент; M_c – жүктеме кедергісінің моменті; $r_{я.ц.}$ – якорь тізбегінің кедергісі.

Тұрақты ток қозғалтқышының механикалық сипаттамасы [2] 2-суретте көрсетілген және келесі өрнекпен сипатталады, онда бірінші гиперболаның беріктігі, ал екінші – x осіне иілу бұрышы



Сурет 2. Коллекторлы қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы

Тұрақты ток қозғалтқышының моменті ток квадратына пропорционал болғандықтан, асинхронды қозғалтқышпен бірдей ток өткен кезінде момент бірнеше есе көп болады. Бұл қозғалтқыштың кемшілігі тұрақты токты пайдаланатындығында, сондықтан айнымалы токты тұрақты токқа айналдыру қажет, бұл электр жетегінің өнімділігі мен сенімділігін төмендетеді. Қозғалтқыштың қосылу схемасы [2] 3-суретте көрсетілген.



УВ – түзету құрылғысы; А – амперметр; R – реостат; ОВ – қоздыру орамасы; Я – қозғалтқыш якорі; ~ – үшфазалы қоректендіруші кернеу.

Сурет 3. Тұрақты ток қозғалтқышының қосылу схемасы

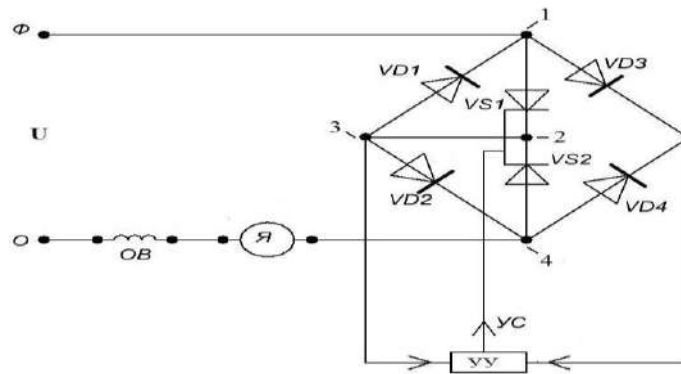
Асинхронды қозғалтқышқа қарағанда кемшіліктері жоқ бір фазалы айнымалы токтан қоректенетін тізбектей қоздырылатын коллекторлы қозғалтқыш бар. Оның механикалық сипаттамасы тізбектей қоздырылатын қозғалтқышының сипаттамаларына ұқсас және 2-суретте көрсетілген. Осы

сипаттамадан кейін бұл қозғалтқыштың оған жүктелген кез-келген жүктемеден іске қоса алатынын біле аламыз.

Сондай-ақ, жұмыс кезінде жүктеме кедергісі моментінің жоғарылауы қозғалтқыштың жұмысына аздап әсерін тигізеді. Сонымен қатар, оған айнымалы тоқты түрлендіретін құрылғыны пайдалану қажет емес, өйткені ол қозғалтқыш тікелей айнымалы кернеу желісінен қоректенеді, бұл коллекторлық электр қозғалтқышы бар электр жетегінің сенімділігін едәуір арттырады. Коллекторлы қозғалтқыштың жылдамдығын қозғалтқыштың якорь орамдарына берілген кернеуді өзгерту арқылы реттеуге болады.

Бір фазалы айнымалы кернеу желісінен қоректенетін коллекторлы қозғалтқышы бар қозғалтқыш электр жетегін реттеуді жетілдірудегі кернеуді өзгертудің қарапайым әдісі болып табылады.

Күштік қондырғы схемасы [3] 4-суретте көрсетілген.

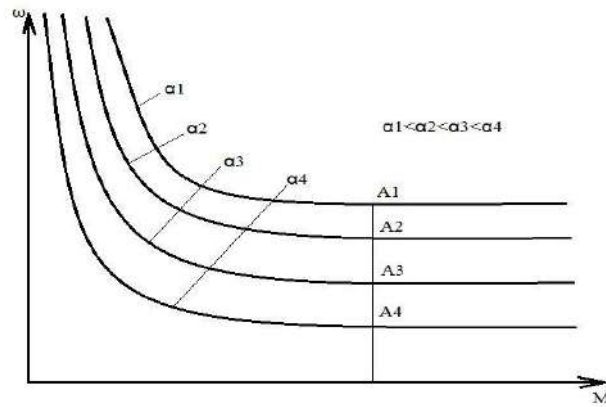


U – қоректендіруші айнымалы кернеу; Φ – қоректендіруші кернеу фазасы; O – қоректендіруші кернеудегі ноль; VD1-VD4 – диодтар; VS1-VS2 – тиристорлар; YU – басқарушы қондырғы; UC – басқарушы сигнал; Я – қозғалтқыш якорі; OB – қозғалтқыштың қоздыру орамасы.

Сурет 4. Бір фазалы айнымалы кернеу желісінен қоректенетін коллекторлы қозғалтқыштың қосылу схемасы

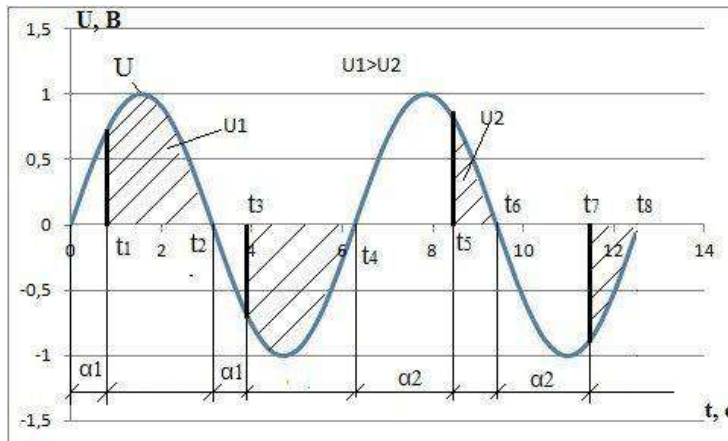
Тиристорлардың ашылу бұрышын өзгерту арқылы коллекторлы қозғалтқыштың якорі мен қоздыру орамдарына қолданылатын кернеу шамасы өзгереді, бұл коллекторлы қозғалтқыш жылдамдығының кең диапазонда өзгеруіне әкеледі. Тиристорлардың ашылу бұрышы өзгерген кезде коллекторлық қозғалтқыштың механикалық сипаттамаларының өзгеру графигі [3] 5-суретте көрсетілген.

Схеманың жұмыс істеу принципі. VS1 және VS2 тиристорларына t_1 уақытында α_1 бұрышы бар бақылау сигналын қолданған кезінде (4-сурет) ток тиристор арқылы өтеді, оның анодына қоректендіру кернеудің оң жарты толқыны қолданылады, яғни тиристор VS1 арқылы ток тізбектен өтеді. Тізбек сипаттамасы: беріліс кернеуінің фазасы (Φ), 1-нүкте, тиристор VS1, 2-нүкте, 3-нүкте, VD2 диоды, 4-нүкте, қозғалтқыштың орамасы (I), қоздыру орамасы, t_2 уақытқа байланысты кернеу қоректенуі (O). Қозғалтқышқа U1 кернеуі келеді (6-сурет).



ω – қозғалтқыштың айналу жиілігі; M – қозғалтқыш моменті; α_1 - α_4 – тиристорлардың ашылу бұрышы; A_1 - A_4 – жүктеме моменті.

Сурет 5. Тиристордың ашылу бұрышының өзгеруіндегі коллекторлы қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы



U – айнымалы қоректендіруші кернеу; α_1 , α_2 – тиристордың ашылу бұрышы; U_1 , U_2 – якорь қозғалтқышына келетін кернеу.

Сурет 6. Коллекторлы қозғалтқыш якоріне келетін кернеудің өзгеру графигі

t_2 уақытында тізбектегі кернеу нөлге тең болады және тиристор VS1 автоматты түрде жабылады. t_2 -ден t_3 -ке дейінгі қимада тиристорлардың екеуі де жабық, ал ток қозғалтқыштан ағып кетпейді. t_3 уақытында, бұл тиристор анодқа түседі, оның әсерінен ток кернеуінің теріс жарты толқыны өткізгіш бағытта қолданылады, яғни тиристор VS2 ашылады және ток беру кернеуінің нөлден (O) бастап, тізбектің бойындағы кернеудің фазасына (Φ) ауысады. t_4 уақытта тізбектегі кернеу нөлге айналады, ал тиристор VS2 автоматты түрде жабылады. Әрі қарай, t_4 сәттен бастап тиристорларды қосу процесі қайталанатын.

Басқару құрылғысының қуаты диодты көпір арқылы желіден тікелей жүзеге асырылады, бұл басқару құрылғысына қосымша қуат көзінсіз қосылуға мүмкіндік береді.

Қозғалтқышты бір фазалы айнымалы желіге қосу, қозғалтқыштың айналу жылдамдығын біркелкі реттеу 4-суретте көрсетілген. Бұл қосылу схемасы қарапайым, сенімді және жөндеуге ыңғайлы. Ол қозғалтқышты автоматтандырылған жүйеде пайдалануға мүмкіндік береді.

Қорыта келе электр жетегін тасымалдауда коллекторлы қозғалтқыштың механикалық сипаттамалары асинхронды қозғалтқышы бар электр жетегіне қарағанда қолдануға ыңғайлы. Асинхронды қозғалтқыш пен тұрақты ток қозғалтқышына қарағанда коллекторлы қозғалтқыштың басқару жүйесі тиімді, себебі түзету құрылғысы мен түрлендіруді қажет етпейді. Сондай-ақ берілген жүйе қосымша қорек көзінсіз жұмыс істейді, өйткені желі кернеуі қорек көзінен қоректенеді. Бір фазалы айнымалы кернеу желісінен қоректенетін коллекторлы қозғалтқышы бар қозғалтқыш электр жетегін реттеуді жетілдірудегі кернеуді өзгертудің қарапайым әдісі болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Копылов, И.П. Электрические машины [Текст]: учебник для вузов / И.П.Копылов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 360 с.
2. Вольдек, А.И. Электрические машины [Текст]: учебник для вузов /А.И. Вольдек. – Л.: Энергия, 1974. – 274 с.
3. Кузнецов, М.И. Основы электротехники [Текст] / М.И. Кузнецов. – М.: Высшая школа, 1964. – 394 с.
4. Стальная М.И. Патент РФ 167195. Регулируемый электропривод переменного тока с коллекторным двигателем при питании от однофазной сети переменного напряжения [Текст] / М.И Стальная, А.М. Головачев, И.А. Иванов, М.В. Бутакова, С.Е. Сухинин // Заявл. 20.06.2016. Оpubл. 27.12.2016. Бюл. № 36.

REFERENCES

1. Kopylov, I.P. Electric machines [in Russian] / I.P. Kopylov. - M.: Energoatomizdat, 1986. - 360 p.
2. Voldek, A.I. Electric machines [in Russian] / A.I.Waldeck. - L.: Energy, 1974. – 274 p.
3. Kuznetsov, M.I. Fundamentals of electrical engineering [in Russian] / M.I. Kuznetsov. - M.: Higher school, 1964. – 394 p.
4. Stalnaya M.I. RF patent 167195. Adjustable AC electric drive with a collector motor when powered by a single-phase AC network [in Russian] / M.I. Stalnaya, A.M. Golovachev, I.A. Ivanov, M.V. Butakova, S.E. Sukhinin // Declared. 20.06.2016. Publ. 27.12.2016. Bull. No. 36.

Материал редакцияға 31.01.20 түсті.

Т.С. Жүсіп, Н.Ш. Абдлахатова

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С КОЛЛЕКТОРНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

В статье рассмотрены вопросы применения коллекторного двигателя, а также простой и надежный способ управления скоростью его вращения. Выполнено сравнение использования асинхронного двигателя с другими типами двигателей. Описано, что система управления коллекторного двигателя проще, чем у двигателя постоянного тока и асинхронного двигателя, так как не требует выпрямительных устройств и преобразователей. Преимуществом данной системы управления является

то, что она не требует отдельного источника питания, так как питание происходит непосредственно от сети питающего напряжения.

Ключевые слова: электрический двигатель, переменное напряжение, момент двигателя, тиристор, скорость вращения двигателя.

T.S. Zhusip, N.Sh. Abdlakhatova

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

USING AC ELECTRIC DRIVE WITH COLLECTOR ENGINE

Simple and reliable way to operate a collector motor and control its rotation speed are presented. Mechanical descriptions of collector engine more correspond for the use of electric drive of conveyer, what electric drive with an asynchronous engine. Control system of collector engine is simpler, than at the engine of direct-current and asynchronous engine, so does not require rectifying installations and transformers, also this control system does not require the separate source of feed, because a feed originates directly from the network of feed-in tension.

Keywords: an electric motor, AC voltage, torque of the moment, thyristor, motor rotation speed.

ӘОЖ 621.3.07

С.Б. Көшербай¹, Н.Ш. Абдлахатова²

¹Магистрант, ²Магистр, аға оқытушы

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан
Электрондық пошта: ²abdlakhatova@list.ru

АВТОНОМДЫ КҮН ФОТОЭЛЕКТРЛІК ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Мақалада күн батареясының моделі және күн батареясы арқылы энергияны алу тәсілдері қарастырылған. Автономды фотоэлектрлік қондырғылардың күн батареяларының экстремалды қуатын басқару режимін жүзеге асырудағы энергия тиімділігін арттыру теориялық тұрғыдан баяндалған. Автономды фотоэлектрлік қондырғылардың күн батареяларының қуатын реттеу режимін жүзеге асыру кезіндегі энергия тиімділігін жоғарылату дәрежесі сипатталған. Күн батареясының тұрақты кернеуі бар жүйелермен салыстырғанда реттеу әдісінің тиімділігі көрсетілген. Сондай-ақ фотоэлектрлік панельдерді автоматты түрде қадағалауды жүзеге асыру автономды электр станцияларының энергия тиімділігін арттырудың ең тиімді әдісі болып табылатыны көрсетілген.

Тірек сөздер: автономды фотоэлектрлік қондырғы, күн батареясы, қайта зарядталатын батарея, энергия тиімділігі, күн энергиясын шектен тыс реттеу.

Қазіргі күн фотоэлектрлік қондырғыларының күн энергиясының конверсия коэффициенті үлкен емес. Күн шуақты ауа-райында күн векторына перпендикуляр әр шаршы метрге шамамен 1 кВт күн энергиясы түседі, алайда тұтынушыға автономды фотоэлектрлік энергия жүйелері мен

қондырғыларынан энергия аз беріледі. Өндірілетін қуаттың мөлшерін едәуір төмендететін факторлар - массалық кремний фотокекшелерінің орташа тиімділігі (12-14%) [1] және таңдалған күн батареясының генерациялау қабілеттіліктерінің төмен пайдаланылуы. Нәтижесінде, көптеген фотоэлектрлік қондырғылары мен электрмен жабдықтау жүйелерінің жалпы энергия тиімділігі 5-10% -дан аспайды. (W_{AB}) энергиясының жоғалуы кезінде күн батареясынан (W_{CB}) алынған энергия арасындағы айырмашылықтың арақатынасы аналитикалық түрде көрінеді. Максималды қуат нүктесінде SB кернеуін үздіксіз реттеу кезінде SB өндіретін энергия (W_{CBmax}) ΔВт) және AB (ΔЭнергия тиімділігі (Кэ) жүйеде қабылданған күн батареясының (CB) кернеуін реттейтін конверторлық құрылғы.

$$Kэ = (W_{CB} - \Delta W_{AB}) / W_{CB-макс} = W_n / W_{CB-макс} = \int P dt / \int P_{CBmax} dt$$

мұндағы: W_n - жүктемеге берілетін энергия; R_{SBmax} - SB қуатының экстремалды мәні; R_n - жүктеме қуатының ағымдағы мәні; T - пайдалану кезеңі.

Күн панельдерін және оларды мәжбүрлі салқындатуды автоматты түрде бақылайтын жүйелердің болмауы көптеген жағдайларда күн панельдерінің үйлердің төбесінде орналасқандығымен және мұндай жүйелерді іске асырудың техникалық жағынан қиын және экономикалық тұрғыдан тиімсіз екендігімен түсіндіріледі. Максималды қуат алу тек оңтайлы жұмыс нүктесінде (максималды қуат) тұрақты SB кернеуін реттеген кезде мүмкін болады. Ресейде алғаш рет жасалған күн энергиясын реттегіштері бар мұндай жүйелер қазір ғарыштық энергия жүйелерінде кеңінен қолданылады [2,3]. Ресейдегі күн фотоэлектрлік электр жүйелері мен қондырғыларында күн батареяларының қуатын тым көп реттей отырып қолдану мүмкін емес.

Шетелдік әзірлемелерден күн батареяларының қуатын реттеу функциясын жүзеге асыратын батареяларды зарядтау және разрядтау реттегіштері белгілі: MPPT контроллері (максималды қуат нүктесін бақылау) – Steca MPPT 2010 (Германия), OutBack Flex-60 (80) MPPT және MorningStar SunSavtr MPPT (АҚШ), Xantrex XW-MPPT60-150 экстремалды реттегіші [4].

Бұл жаңадан шыққан әзірлемелер, олар нарықта кеңінен ұсынылған, алайда жұмыс істеу принциптері мен конструкциясы және күн энергиясын шектен тыс реттеу режимін жүзеге асырудағы энергия тиімділігінің жоғарылау дәрежесі егжей-тегжейлі көрсетілмеген.

Осылайша, заманауи тиімді автономды фотоэлектрлік электр станцияларын жобалау мен құру кезінде олардың тиімділігі мен фотоқабылдау жүйелерін және электр қондырғыларын жобалаудағы тиімділігі мен бірқатар жүйелік мәселелерді көтеретін фотоконверторларды құру міндеті олардың энергия тиімділігін едәуір арттыру үшін керек.

Автономды фотоэлектрлік қондырғылардың күн батареяларының қуатын реттеу режимін жүзеге асыру кезіндегі энергия тиімділігінің жоғарылату дәрежесін қарастырайық.

Бұл басқару режимін іске асырудың әсері күн панельдерінің жұмыс температурасының өзгеру ауқымына байланысты. Бұл кремний күн батареяларының параллельді қатарлы қосылысы болып табылатын автономды фотоэлектрлік электр станциялардың күн батареялары

айтарлықтай өзгертін жұмыс жағдайында пайдалану мүмкіндігімен түсіндіріледі.

Олар қоршаған орта әсеріне өте сезімтал. Олардың ток-кернеу сипаттамалары сызықты емес және тұрақсыз. Вольт-ватт сипаттамалары өндірілетін қуаттың максималды мәніне ие, олардың орналасуы жұмыс жағдайынан (ресурс, температура, жарық) айтарлықтай ерекшеленеді. Жұмыс температурасы плюс 70 °С-тан минус 30 °С-қа дейін өзгерген кезде, кремний күн батареясының оңтайлы жұмыс нүктесінің кернеуі шамамен 1,5 есе артады (күн батареясының кернеуі 0,5-0,75 В аралығында) [5]. Күн батареясының тогы температураға байланысты болады.

Автономды фотоэлектрлік электр қондырғыларында аккумуляторлардың зарядтау және разрядтау токтарының қарапайым контроллері қолданылады, олар аккумулятордағы кернеу шамамен 14,4 В жеткенде (электр тогының номиналды кернеуі 12 В болғанда) қуат көзін (SB) өшіреді [4]. Батареядағы кернеу шамамен 12,5-13 В дейін төмендеген кезде, күн батареясы қайтадан қосылады және зарядтау қалпына келеді. Мұндай жүйелерде SB кернеуі белгілі бір уақытта батареядағы кернеумен анықталады және батареяның зарядталу деңгейіне байланысты болады.

Мұндай жүйелердегі зарядтау режимінде SB жұмыс кернеуі (AB кернеуіне тең) электр энергиясын өндірудің максималды режиміне сәйкес келетін оптикаға ешқашан сәйкес келмейді, өйткені SB-нің оңтайлы кернеуі күнде барынша қызады (мысалы, +70° С дейін), ол батареяның максималды зарядтау кернеуінен төмен болмауы керек (бұл жағдайда 14,4 В). Әйтпесе күн батареясы энергияны батареяға бермейді.

Осылайша, күн батареясы пропорционалды түрде фотоэлектрлік панельдердің максималды температурасынан басқа (мысалы, +70°С) жұмыс температураларында қолданылады.

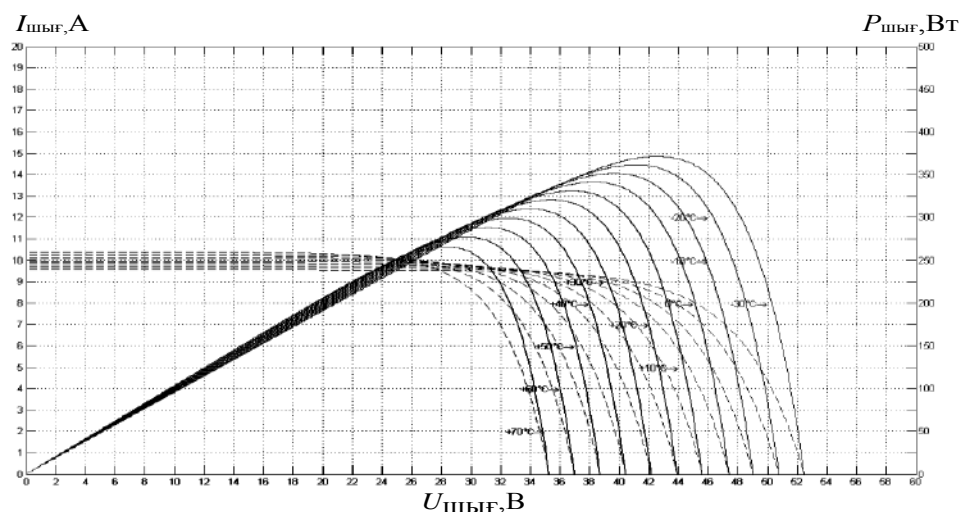
КСМ-160 модулінің техникалық сипаттамалары. Габаритті өлшемдері – 585×805×34 мм. Салмағы – 15 кг. Электрлік сипаттамалары (1000 Вт/м² +25°С): $P_{\text{макс}} = 160$ Вт (5%); $U (P_{\text{макс}}) = 35,0$ В (5%); $U_{\text{xx}} = 43$ В (5%); $I_{\text{кз}} = 5$ А (5%); $I (P_{\text{макс}}) = 4,5$ А (5%). Температуралық шегі –40 дан +85°С дейін.

Фотоэлектрлік панельдердің әртүрлі температурасында КСМ-160 күн батареясының екі воль-амперлік және воль-ватты модульдерінің графигін саламыз (1-сурет).

Электр қондырғылары аккумуляторларының номиналды кернеуі 12 В тізбектелген екі қорғасын қышқылынан тұрады деп есептейік, аккумулятормен бірге жүктеме күн батареясы, батарея мен аккумулятордың байланыстырушы буыны болып табылатын контроллердің барлық қуатын алуға қабілетті. Максималды қуат мәндеріне сәйкес келетін SB кернеуі немесе SB және AB қысқа тұйықталу шиналарын қосады, батарея зарядтың екі күйінде болады қуат ($U_{\text{CB}} = 24$ В, $U_{\text{CB}} = 28$ В).

Сондай-ақ, күндіз панель күн сәулесімен, дұрыс бұрыштармен және бірдей радиация тығыздығымен жарықтандырылады делік. Ауа-райы жағдайы, ауаның мөлдірлігі және күн радиациясының қарқындылығының өзгеруі қарастырылмайды.

Екі КСМ-160 модулінен тұратын күн батареясы өндіретін қуаттың есептік мәні –30...+70°С температуралық диапазонда, батареяның екі зарядталған күйіне сәйкес келеді ($U_{\text{CB}} = 24$ В, $U_{\text{CB}} = 28$ В) кестеде келтірілген.



Сурет 1. СБ нүктесіндегі воль-амперлік және воль-ваттық сипаттама (екі модуль КСМ-160)

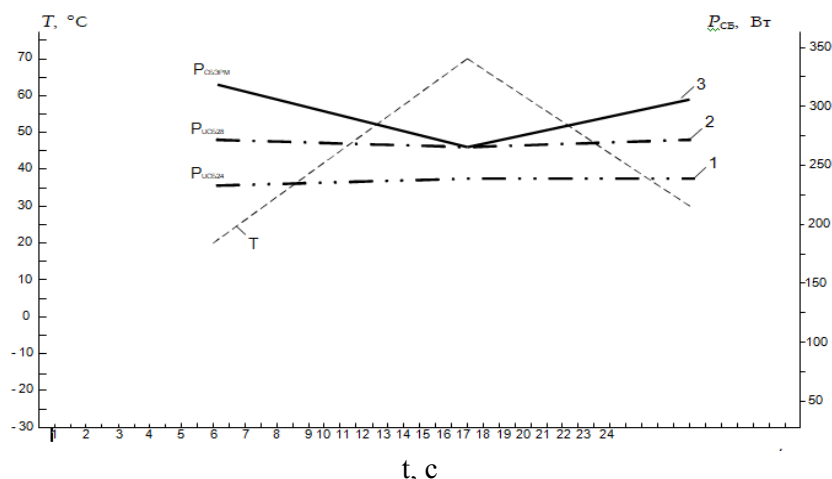
Кесте

Қуат мәндері

T, °C	U _{хх}	U ₀	I _{кз}	I ₀	P _{УСВ24В}	P _{УСВ28В}	PЭРМ
-30	52,46	43,106	9,56	8,604	226	371	371
-20	50,74	41,622	9,64	8,676	227	361	361
-10	49,02	40,142	9,72	8,748	228	351	351
0	47,4	38,668	9,8	8,82	229	341	341
10	45,58	37,198	9,88	8,892	230	331	331
20	43,9	35,733	9,96	8,964	231	320	320
30	42,14	34,272	10,04	9,036	232	310	310
40	40,42	32,817	10,12	9,108	233	299	299
50	38,7	31,366	10,2	9,18	234	288	288
60	36,98	29,920	10,28	9,252	235	277	277
70	35,26	28,479	10,36	9,324	236	266	266

Қабылданған болжамдар мен кестенің есептелген мәліметтерін ескере отырып және электр станциясының күндізгі уақытта 06.00-ден 21.00 сағат аралығында (жазда) жұмыс жасайтындығын ескеріп, СВ өндіретін қуаттың өзгеруін $U_{СВ} = 24 \text{ В}$ (P_{УСВ24}), $U_{СВ} = 28 \text{ В}$ (P_{УСВ28}) және $U_{СВ} = U_{СВорт}$ (P_{СВ ЭРМ}) деңгейінде анықтадық (2-сурет). Күн панелінің T температурасы күн бойына өзгеріп тұрады. 06.00 сағатта панельдің температурасы +20°C құрайды. Максималды температура жергілікті уақыт бойынша 14.00 сағатта болады және +70°C құрайды. Күн батқанға дейін, сағат 21.00-де панельде +30°C температура болады.

Графиктерді талдау күн батареясының шығу қуатының күн ішінде өзгеруінің жалпы тенденциясын көрсетеді. Күн батареясындағы тұрақты кернеумен (USB = 24 В, USB = 28 В), оның шығу қуаты күні бойы өзгермейді. Шығарылатын энергия деңгейі неғұрлым жоғары болса, батареядағы кернеу (батареяның зарядталу деңгейі) соғұрлым жоғары болады. Электр графигіндегі аудан есептеу кезеңінде СВ шығарған энергияға сәйкес келеді.



$U_{CB} = 28B(2 - PU_{CB28})$, $U_{CB} = U_{CBopt}(3 - PU_{CBЭРМ})$ T °C = +20...+70...+30°C
 Сурет 2. $U_{CB} = 24B(1 - PU_{CB24})$ болғандағы күн батареясының өзгеру графигі

Экстремалды басқарумен SB шығыс қуаты таңертең және кешке, панельдің максималды температурасы номиналдыдан едәуір төмен болған кезде анағұрлым жоғары болады. 14.00 сағатта SB шығу қуаты (төтенше реттеумен) іс жүзінде 28В болады, ол тұрақты кернеудегі қуатқа тең, өйткені дәл қазіргі уақытта SB тақталары максималды дизайн деңгейі – +70°C дейін қызады, U_{CBopt} төмендейді және 28 В-қа жақындайды.

$W_{CB ЭРМ} / W_{CB}$ қатынасы арқылы көрінетін SB қуатының экстремалды режимін іске асырудың тиімділігін анықтайық, мұндағы $W_{CB ЭРМ}$ - SB максималды қуат нүктесінде SB кернеуін реттеу кезінде пайда болатын энергия; W_{CB} – аккумулятордың кернеуімен анықталатын SB тұрақты кернеуде SB шығаратын энергия.

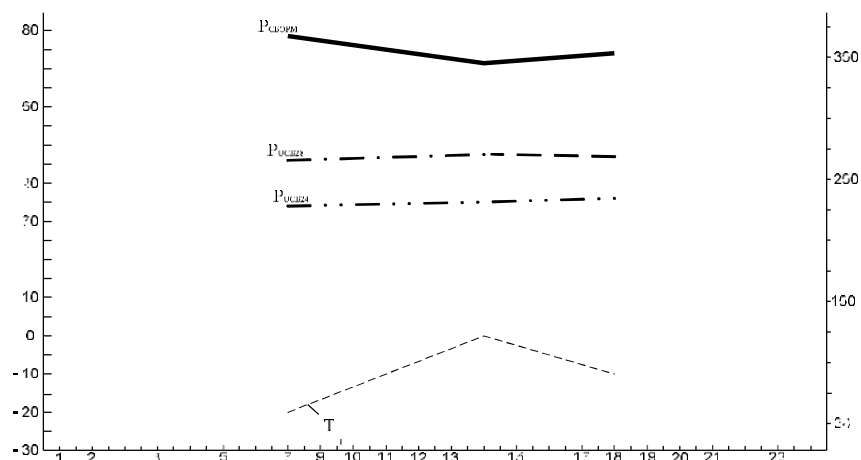
Бағалау есептеулері экстремалды реттегіш 24 В тұрақтандыру режимімен салыстырғанда энергия тиімділігін 24%-ға және 28 В тұрақтандыру режимімен салыстырғанда 8%-ға арттыратынын көрсетеді. Бұл SB панельдерінің температурасы максималды жобалық мәніне жеткенде +70 болады.

Төтенше реттегіштерді қолдану көктемде, күзде және қыста тиімді болатыны анықталды. 3-суретте күн батареясы қуатының өзгеру графигі (көктемдегі) көрсетілген $U_{CB} = 24B(1 - PU_{CB24})$, $U_{CB} = 28B(2 - PU_{CB28})$, $U_{CB} = U_{CBopt}(3 - PU_{CBЭРМ})$

Графиктерді талдаудан күн батареясының тұрақты кернеудегі қуаты өзгермегенін, өндірілетін энергияның мәні SB 24 В тұрақты кернеуімен 2285 Вт/сағ және SB 28 В тұрақты кернеумен 26 Вт/сағ болатынын көруге болады, төтенше реттеумен, қуат SB айтарлықтай артады, өндірілетін энергияның мәні 3484 Вт құрайды. ERM SB режимінің энергия тиімділігі сәйкесінше 52,4 және 30% құрайды.

Алынған нәтижелер күн батареясының тұрақты кернеуі бар жүйелермен салыстырғанда реттеу әдісінің тиімділігін көрсетеді. Оны жүзеге асыру, сондай-ақ күн артындағы фотоэлектрлік панельдерді автоматты түрде

қадағалауды жүзеге асыру автономды электр станцияларының энергия тиімділігін арттырудың ең тиімді әдісі болып табылатынын дәлелдейді.



$$U_{CB} = 28B(2 - PU_{CB28}), U_{CB} = U_{CBopt}(3 - PU_{CBЭРМ}) T, \text{ } ^\circ\text{C} = -20 \dots 0 \dots -10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Сурет 3. $U_{CB} = 24B(1 - PU_{CB24})$ болғандағы күн батареясы қуатының өзгеруі

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Терехов, В.М. Системы управления электроприводами [Текст]: учебник / В.М. Терехов, О.И. Осипов. – М.: Издательский центр Академия, 2005. – 298 с.
- 2 Мжельский, Н.И. Справочник по механизации животноводческих ферм и комплексов [Текст] / Н.И. Мжельский, А.И. Смирнов. – М.: Колос, 1984. – 336 с.
- 3 Кукта, М.Г. Машины и оборудование для приготовления кормов [Текст] / М.Г. Кукта. – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.
- 4 Мусин, А.М. Электропривод сельскохозяйственных машин и агрегатов [Текст] / А.М. Мусин. – М.: Агропромиздат, 1985. – 239 с.
- 5 Ерошенко, Г.П. Выбор мощности электродвигателей для привода рабочих механизмов с учетом их особенностей [Текст] / Г.П. Ерошенко, В.П. Костюк, Г.С. Курбатова // Электротехническая промышленность. Сер. Электропривод. – 1983. – №1(99). – С.17-19.

REFERENCES

- 1 Terekhov, V.M. Electric drive control systems [in Russian] / V.M. Terekhov, O.I. Osipov - M: Publishing Center Academy, 2005 – 298 p.
- 2 Mzhelsky, N.I. Handbook of mechanization of livestock farms and complexes [in Russian] / N.I. Mzhelsky, A.I. Smirnov, Moscow: Kolos, 1984.- 336 p.
- 3 Kukta, M.G. Machines and equipment for the preparation of feed [in Russian] / M.G. Cookta. - M.: Agropromizdat, 1987. - 303 p.
- 4 Musin A.M. Electric drive of agricultural machinery and units [in Russian] / A.M. Musin M.: Agropromizdat, 1985. -239 p.
- 5 Eroshenko, G.P. The choice of power of electric motors to drive working mechanisms, taking into account their features [in Russian] / G.P. Eroshenko, V.P. Kostyuk, G.S. Kurbatova // Electrical Engineering Industry. Ser. Electric drive. - 1983. - No. 1 (99). - P.17-19.

Материал редакцияға 04.02.20 түсті.

С.Б. Көшербай, Н.Ш. Абдлахатова

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНОЙ ФОТОЭЛЕКТРОИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

В статье рассматривается модель солнечного элемента и способы получения энергии с помощью солнечных батарей. Рассмотрена степень повышения энергоэффективности автономных фотоэлектрических установок в режиме регулирования солнечной энергии. Эффективность метода регулирования показана в сравнении с системами с постоянным напряжением солнечной батареи. Также описано, что автоматический мониторинг фотоэлектрических панелей является наиболее эффективным способом повышения энергоэффективности автономных электростанций.

Ключевые слова: автономная фотоэлектростанция, солнечная батарея, аккумуляторная батарея, энергоэффективность, избыточное регулирование солнечной энергии.

S.B. Kosherbay, N.Sh Abdlakhatova

Taraz State University named after M. Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan

ENHANCING ENERGY EFFICIENCY SOLAR PHOTOELECTRIC INSTALLATION

The article discusses a model of a solar cell and methods for generating energy using solar panels. The degree of increasing the energy efficiency of autonomous photovoltaic installations in the solar energy regulation mode is considered. The effectiveness of the control method is shown in comparison with systems with a constant voltage of the solar battery. It was also shown that automatic monitoring of photovoltaic panels is the most effective way to increase the energy efficiency of autonomous power plants.

Keywords: autonomous photoelectric power station, solar battery, storage battery, energy efficiency, excessive regulation of solar energy.

ӨОЖ 621.3.07

С.Ә. Орынбаев¹, Н.Ш. Абдлахатова², А. Амангелдіұлы³

¹Ph докторы, доцент, ²Магистр, аға оқытушы, ³Магистрант
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан
Электрондық пошта: ¹seitzhan_74@mail.ru, ²abdlakhatova@list.ru, ³abdolla@mail.ru

ЖЕМДІ ҰСАҚТАҒЫШТЫҢ ТАСПАЛЫ КОНВЕЙЕРІН БАСҚАРУДЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ СХЕМАСЫН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ РЕТТЕУ ПРИНЦИПІН НЕГІЗДЕУ

Мал азығын дайындау технологияларын талдау негізінде ауыл шаруашылығы өндірісінің әртүрлі желілерінде мал азығын араластыру орталары анықталды. Әмбебап жем-шөп араластырғыштардың жетекті сипаттамаларын талдау негізінде

тұрақты жұмысты сақтай отырып, электрқозғалтқыштың бұрыштық жылдамдығын, қуатын және қайта тиеу қабілетін реттеу қажеттілігі баяндалды. Реттелетін электр жетектерінің әртүрлі типтерінің артықшылықтары мен кемшіліктері сипатталды. «Жиілік түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыш» типті электр жетегі әмбебап азықтық араластырғыштар үшін неғұрлым қолайлы болатыны айқындалды.

Тірек сөздер: қуат, ұнтақтауыш, реттегіш, түрлендіргіш, электрқозғалтқыш.

Өнеркәсіптің әртүрлі салаларында қолданылатын майдалағыштар мен ұсақтағыштарды автоматты басқару жүйелерін әзірлеу бойынша жұмыстарды бірқатар елдердің ғалымдары мен инженерлері жүргізуде. Астықты ұсақтау бойынша автоматтандырылған машиналар мен технологиялық желілерді әзірлеу саласында барынша белсенділікті танытатын жетекші елдер қатарына Ресей, Украина, АҚШ, Жапония, Германия, Финляндия, Польша жатады [1].

Ұсақтау кешенінің және ұсақтағыштың математикалық сипаттамасы бойынша ауқымды теориялық және эксперименттік материал жинақталған. Кіріс әсерінің әртүрлі арналарына байланысты ұсақтағыштардың бірнеше математикалық модельдері ұсынылған.

Ұнтақтауға жұмсалатын қуат пен ұнтақтаудың өткізу қабілеті арасындағы тығыз байланыс жетекті қозғалтқыш қуатының (тогының) реттелетін параметрі ретінде пайдаланылатын қарапайым және аралас басқарудың бірнеше нұсқаларын құруға алып келді. Ұсақтағыштың жүктелу дәрежесін бақылау жетектің күштік тізбегіндегі токтың ең жоғары мәні бойынша жүзеге асырылады. Ұнтақтау камерасына материалды жіберу үшін реттелетін қуат көзі қолданылады. Бұл ретте, электр жетегінің электр қозғалтқышының жүктемесінің жоғарылауы кезінде оның күштік тізбегінде орнатылған реле іске қосылады және қоректендіргіш жетегінің электр тізбегіне сөндіретін кедергіні қосады, соның нәтижесінде материалды ұсақтау камерасына беру бірден төмендейді. Жүктеме түскен кезде және электрқозғалтқыштың тогының номиналдан төмендегенде, материалды беру артады.

Бірнеше шағын габаритті ұсақтағыштар автоматика жүйесімен жабдықталған. Арнайы ұсақтағыш пен майдалағаш механизмдердің жұмысын бақылауға және реттеуге арналған құрылғыға ие шағын көлемді ұсақтағыштың түрі белгілі. Құрылғыда материал шығыны датчигі, қоректендіргіштің өнімділігін реттегіш, қуат датчигі, мотосағат есептегіші, ұсақтағыштың түсіру саңылауының енін реттеуіші, ұнтақталатын материалдың ірілік датчигі, сондай-ақ өлшемдерді таңдау блогы бар.

Сонымен қатар құрылғының құрамына қосымша бөлшектелген материалдың 1 т электр энергиясының салыстырмалы шығындарын есептейтін блогы кіреді (1-сурет).

Конустық ұнтақтағыштарда автоматты реттеу түсіру тесіктерін өзгерту арқылы жүзеге асырылады. Автоматты басқарылатын жетегі бар конустық ұсақтағыштың моделі «Гидроконе» американдық «Эллис-Чалмерс» фирмасының лицензиясы бойынша «НН» фирмасымен өндіріледі. Оған қоса осы жетекке ие конустық ұнтақтауыш «Хайдрокоун», 1051тип 2-суретте көрсетілген.



Сурет 1. Автоматтандырылған шағын көлемді ұсақтағыш



Сурет 2. «Хайдрокоун» конустық ұнтақтауышы

Германияда реттелетін жүк түсіру тесігі бар «Гидроконе» конус ұнтақтауышы базасында автоматтандыру жүйесі әзірленді. Жүйені әзірлеу негізіне ұсақтағыштың жұмысына әсер ету факторлары салынған: материалдың қаттылығы мен тұтқырлығы, тиелетін материалдағы ылғал мөлшері, тиелетін материалдың астық құрамы және дайын өнімнің талап етілетін астық құрамы.

«Эллис-Чалмерс» фирмасы (АҚШ) «Хайдрокоун-436» конустық ұсақтағыштың базасында автоматты бақылау және саңылауды реттеумен астық өндіру қондырғысын автоматтандырды (3-сурет).



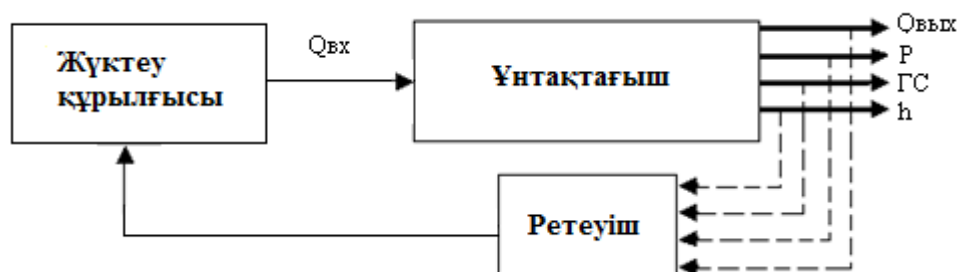
Сурет 3. Автоматты бақылау және саңылауды реттеуі бар «Хайдрокон-436» ұнтақтауышы

Сериялық шығарылатын AutoLoader, Hopper, Sandvik шағын ұнтақтағыштарында материал жетіспеушілігінің автоматты сигнал беру жүйесі, беру шарттарына ұсақтағышты автоматты реттеу жүйесі, қозғалтқышты қорғау байқалады.

Автоматика жүйелері ірі өнеркәсіптік ұсақтағыштарда кеңінен қолданылады. Ұсақтағышты автоматтандыру міндеті технологиялық процестің шарттары бойынша, лекті-тасымалдау жүйесіндегі өнімділікті өзгеріссіз қалыпты күйде ұстап тұруға мүмкіндік береді. Сондықтан ұсақтағыштың шығыс өнімділігі басқару параметрі ретінде пайдаланылуы мүмкін. Реттелетін шаманың өзгеруі туралы ақпаратты алу қиын болған

жағдайда, технологиялық процестің жай-күйін жанама сипаттайтын объектінің параметрлерін пайдалануға болады. Ұсақтағыштар үшін олардың өнімділігін өзгерту жетек қозғалтқышы тұтынатын ток пен қуат және ұсақтау камерасын толтыру деңгейі сияқты жанама параметрлер бойынша өте өрескел бағалануы мүмкін. Сонымен қатар, тиеу деңгейінің шамасы өнімділікті тұрақтандыру үшін ұсақтау өлшеулері тек жоғары емес дәлдікті автоматты реттеу жүйелерінде ғана пайдаланылуы мүмкін. Бұл ұсақтаушының өнімділігіне ұнтақталатын материалдың біріктігі қатты әсер етуімен түсіндіріледі.

Жемге арналған әмбебап ұсақтағыштар реттелу объектісі ретінде ұнтақтау процесін басқару жүйелерінде әртүрлі үйлесімде пайдаланылатын негізгі (бастапқы материалдың қоректендіргішінің өнімділігі $Q_{\text{шығ}}$, оның беріктігі σ , мөлшері D) және шығыс (ұнтақтау камерасын толтыру деңгейі h , ұнтақтау өнімділігі $Q_{\text{шығ}}$, ұнтақтау қуаты P , ұнтақталған өнімнің түйіршіктеу құрамы) параметрлерінің жиынтығымен сипатталуы мүмкін (4 сурет).



Сурет 4. Ұнтақтаушының реттеу объектісі түріндегі сұлбасы

Автоматтандыру сұлбалары ұсақтағыштың бір немесе бірнеше шығыс шамаларын басқару параметрлері ретінде қолданылады, олардың берілген мәннен ауытқуы реттеуіш арқылы кері байланыстың жүктеме құрылғысының өнімділігінің $Q_{\text{шығ}}$ өзгеруіне кері әсерін қалыптастырады [2].

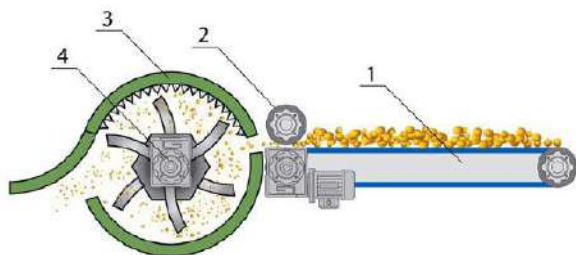
Ұнтақтау процестерін автоматты реттеу жүйелері, әдетте, өзінің жергілікті өлшемінің негізінде жұмыс істей отырып, жергілікті принцип бойынша құрылады.

Критерий таңдау кезінде көп жағдайларда материалды ұсақтауға кететін қуатты неғұрлым тиімді пайдалану қажеттігінен туындайды. Бір уақытта қондырғының берілген өнімділігі қамтамасыз етіледі.

Ең қарапайым автоматтандыру схемалары ұсақтау камерасын толтыру деңгейін басқару параметрі ретінде қолданады. Қоректендіргіш пен ұсақтағыш өнімділігінің белгіленген режимі тең болған кезде толтыру деңгейі шамалы өзгереді. Ұсақтағыштың өнімділігі төмендеген жағдайда қоректендіргіш тоқтатылады немесе төмен беру жылдамдығына ауыстырылады.

Ұсақтағышқа астықтың ұлғайтып беруі шығу материалдың сапасын өзгеруіне әкелетіні белгілі. Реттелмейтін қозғалтқыштары бар ұсақтағыштың елеулі кемшілігі бар, өйткені оператордың астық беру процесін, сондай-ақ жұмыс процесінде ұнтақтау сапасын тұрақты бақылауды талап етеді [3].

5-суретте ДКУ-1,0 жемді ұсақтаушының мысалында ұнтақтаудың технологиялық сұлбасы көрсетілген.



1 – таспалы конвейер; 2 – престоуші біліктер; 3 – ұсақтағыш корпусы; 4 – ұсақтағыш.

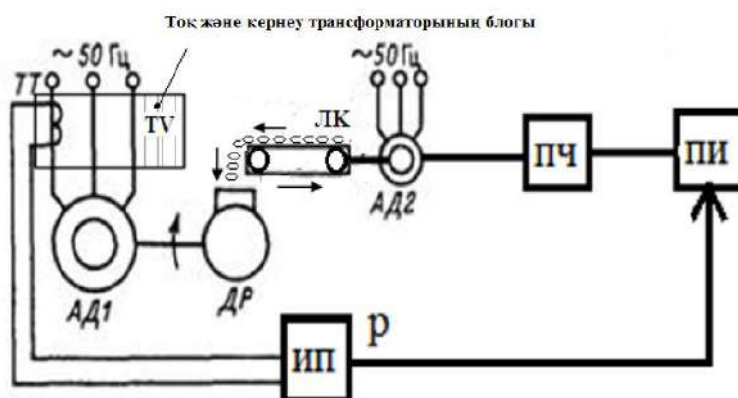
Сурет 5. ДКУ-1,0 ұсақтағышының технологиялық схемасы

Қарастырылып отырған машинаның негізгі басқарылатын параметрлері, бұл ұсақтағыштың өнімділігі немесе жұмыс органының білігіне тепе-тең кедергі сәті, басқару параметрі – агрегаттың жұмыс органына түсетін астық (жемдік) ағын.

Ұсақтағыштың жұмыс органының кедергі моментін үздіксіз өлшеп отыру техникалық қиын болғандықтан, асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасының жұмыс бөлігінде ток шамасы қозғалтқышпен дамып келе жатқан сәттің шамасына пропорционал болғандықтан реттеу жетекті қозғалтқыш тогының шамасын өлшеу негізінде жүргізген жөн. Екінші жағынан, қозғалтқыш тогы бойынша өнімділікті реттеу қозғалтқышты шамадан тыс жүктелуден және тиісінше қызып кетуден қорғауды үлкен сенімділікпен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді [4].

Агрегаттың өнімділігін немесе оның жетекті қозғалтқышының ток шамасын ұсақтауға (бөлшектеуге) ұшырайтын материал ағынының тиісті құрылғысының көмегімен өзгерту қажет.

"Жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш (ЖТ-АҚ)" схемасы (6-сурет) бойынша реттелетін электр жетегі бар ленталы конвейер осындай түрдегі ең қарапайым және сенімді құрылғы болып табылады.



Сурет 6. Реттелетін электр жетегі бар ленталы конвейер

Азықты ұсақтағыштың ленталы конвейерін басқару жүйесі мынадай түрде жұмыс істейді: жүктеме артқанда ұнтақтағыштың АҚ1 электрқозғалтқышының білігіне моментті ұлғайтады, бұл қуатты арттыруға әкеледі. А1 статор тізбегіне қосылған қуат датчигі Пи-реттегішпен контроллердің кіруіне жиілік сигналын береді, ол ЛК ленталық конвейері қозғалтқышының айналу жиілігін және тиісінше оның өнімділігін азайтады, ЖТ жиілігін түрлендіргіштің тапсырмасын азайтатын аналогтық шығыс сигналын айқастырады. Таспалы конвейердің өнімділігін азайту нәтижесінде ұсақтағыштың АҚ1 электр қозғалтқышының білігінде қуат азаяды.

Жүктеме азайған кезде ұнтақтаушының АҚ1 электр қозғалтқышының білігінің моменті азаяды, бұл қуаттың азаюына әкеледі, ол ЛК таспалы конвейерінің қозғалтқышының айналу жиілігін және тиісінше оның өнімділігін арттырады. Қуат сенсоры осы азайтуға жауап береді, аналогтық шығыс ЖТ жиілігін түрлендіргіштің үлкейтетін сигналын шығаратын ПИ-реттегіші бар контроллердің кіруіне жиілік сигнал келеді, ол ТК таспалы конвейерінің қозғалтқыш айналу жиілігін және тиісінше оның өнімділігін арттырады [5]. Осылайша, жемді ұсақтағыштың берілген өнімділігі қамтамасыз етіледі.

Тасымалдау конвейерінің жиілік түрлендіргішін пайдалану артықшылықтары:

- бұрылыс жапқышының көмегімен беруді реттеу қажеттілігі жоқ (оператордың араласуын талап етпейді);

- ұсақтағышты жоғары тиеу кезінде ұсақтағышқа астық беру жылдамдығы автоматты түрде төмендейді (сигнал ұсақтағыштың жиілігін түрлендіргіштен конвейердің жиілігін түрлендіргішке беріледі);

- іске қосу кезінде қозғалтқышқа және конвейер таспасына түсетін механикалық жүктемелер төмендейді;

- электр қозғалтқышты шамадан тыс жүктемеден, қысқа тұйықталудан және асқын кернеуден қорғау қамтамасыз етіледі.

Тұтастай алғанда, жиілік түрлендіргіштерін қолданған кезде ұсақталған материалдардың кең ауқымы қамтамасыз етіледі, өйткені тартқыштың артық жүктелуі алынып тасталады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кукта, М.Г. Машины и оборудование для приготовления кормов [Текст] / М.Г. Кукта. – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.
2. Мжельский, Н.И. Справочник по механизации животноводческих ферм и комплексов [Текст] / Н.И. Мжельский, А.И. Смирнов -М.: Колос, 1984. - 336 с.
3. Ерошенко, Г.П. Выбор мощности электродвигателей для привода рабочих механизмов с учетом их особенностей [Текст] / Г.П. Ерошенко, В.П. Костюк, Г.С. Курбатова // Электротехническая промышленность. Сер. Электропривод. – 1983. – №1(99). – С.17-19.
4. Мусин, А.М. Электропривод сельскохозяйственных машин и агрегатов [Текст] / А.М. Мусин М.: Агропромиздат, 1985. - 239 с.
5. Терехов, В.М. Системы управления электроприводами [Текст]: учебник / В.М. Терехов, О.И. Осипов. – М.: Издательский центр Академия, 2005. – 298 с.

REFERENCES

1. Kukta, M.G. Machines and equipment for the preparation of feed [in Russian] / M.G. Cookta. - M.: Agropromizdat, 1987. - 303 p.
2. Mzhelsky, N.I. Handbook of mechanization of livestock farms and complexes [in Russian] / N.I. Mzhelsky, A.I. Smirnov, Moscow: Kolos, 1984.- 336 p.

3. Eroshenko, G.P. The choice of power of electric motors to drive working mechanisms, taking into account their features [in Russian] / G.P. Eroshenko, V.P. Kostyuk, G.S. Kurbatova // Electrical Engineering Industry. Ser. Electric drive. - 1983. - No. 1 (99). - P.17-19.
4. Musin A.M. Electric drive of agricultural machinery and units [in Russian] / A.M. Musin M.: Agropromizdat, 1985. -239 p.
5. Terekhov, V.M. Electric drive control systems [in Russian] / V.M. Terekhov, O.I. Osipov - M: Publishing Center Academy, 20057 – 298 p.

Материал редакцияға 23.01.20 түсті.

С.А. Орынбаев, Н.Ш. Абдлахатова, А. Амангелдіұлы

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕНТОЧНЫМ КОНВЕЙЕРОМ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРМОВ И ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПА РЕГУЛИРОВАНИЯ

На основании анализа технологий приготовления кормов определено место кормоизмельчителей в различных линиях данной отрасли сельскохозяйственного производства. Исследование различных типов кормоизмельчителей показало сходность их приводных характеристик, большую установленную мощность приводных электродвигателей, что делает актуальным вопрос по энергосбережению. Установлено, что наиболее перспективными являются универсальные кормоизмельчители. На основе анализа приводных характеристик сделано заключение о необходимости регулировки угловой скорости, мощности и перегрузочной способности электродвигателя при сохранении устойчивой работы. Проведенный анализ достоинств и недостатков различных типов регулируемых электроприводов и возможных способов регулирования их параметров показывает, что наиболее приемлемыми для универсальных кормоизмельчителей является электропривод типа «преобразователь частоты -асинхронный двигатель».

Ключевые слова: мощность, измельчитель, регулятор, преобразователь, электродвигатель.

S.A. Orynbayev, N.Sh Abdlakhatova, A. Amangeldiuly

Taraz State University named after M. Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan

DEVELOPMENT OF THE FUNCTIONAL SCHEME FOR MANAGING THE BELT CONVEYOR OF THE FEED GRINDER AND SUBSTANTIATION OF THE REGULATION PRINCIPLE

Based on the analysis of feed preparation technologies, the place of feed choppers in various lines of this branch of agricultural production is determined. The study of various types of feed choppers showed the similarity of their drive characteristics, the large installed power of the drive electric motors, which makes the issue of energy conservation relevant. It has been established that the most promising are universal feed choppers. Based on the analysis of drive characteristics, a conclusion is drawn about the need to adjust the angular speed, power and overload capacity of the electric motor while maintaining stable operation. The analysis of the advantages and disadvantages of various types of adjustable electric drives and possible ways to control their parameters shows that the most suitable for universal feed choppers is an electric drive of the type “frequency converter- asynchronous motor”.

Keywords: power, chopper, regulator, converter, electric motor.

Кинематика, квазистатика

ГРНТИ: 55.30.03; 55.03.14; 30.15.35; 55.03.03; 30.19.15; 30.19.23

**К.З. Сартаев¹, Г.А. Абдраимова², Ж.М. Мырзагельдиева³,
С.Ж. Карипбаев⁴, К.О. Медетова⁵, А.А. Абеуова⁶**

¹Д-р техн.наук, доцент, ²Канд.техн.наук, доцент, ³Канд.техн.наук, доцент, ⁴PhD, доцент, ⁵Ст. преподаватель, ⁶Магистр, ст. преподаватель

^{1,5,6}АО «Екибастузский инженерно-технический институт им. К.И. Сатпаева»,
г. Екибастуз

²Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

³АО «Алматинский технологический университет», г. Алматы

⁴АО «Академия гражданской авиации», г. Алматы

Электронная почта: ¹k.sartaevkz@mail.ru; ²gulnara@mail.ru; ³zhanat_atu@mail.ru;
⁴kczh.1957@mail.ru

ВЛИЯНИЕ УПРУГИХ СИЛ НА КОМПЬЮТЕРНУЮ ВИЗУАЛИЗАЦИЮ КИНЕМАТИКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОДНОСЕКЦИОННОГО МАНИПУЛЯТОРА

Исследовано влияние различных упругих сосредоточенных статических сил, действующие в кинематических парах, на компьютерную визуализацию кинематики пространственного односекционного манипулятора. Упругие силы определены из разрешающих систем уравнений квазистатического напряженно-деформированного состояния пространственного односекционного манипулятора с упруго-деформируемыми, однородными, изотропными стержневыми звеньями. На основе предложенных методик разработаны алгоритмы и пакет прикладных программ для анализа компьютерной визуализации кинематики пространственного односекционного манипулятора при действии упругих сил, определяемые методом конечных элементов из уравнений квазистатики пространственного односекционного манипулятора.

Ключевые слова: пространственный односекционный манипулятор, метод конечных элементов, кинематика, квазистатика, сила, упругость.

Введение. Без предварительного исследования кинематики изучение напряженно-деформированного состояния (НДС) механизмов с упруго-деформируемыми звеньями затруднительно. В работе [1] говорится, что для ряда механизмов параллельной структуры в отличие от механизмов манипуляторов открытой цепи не вызывают сложности обратная задача о положениях, в то время как прямая задача приводит к нелинейным уравнениям. При исследовании движения механизмов необходимость совместного рассмотрения кинематического и упругого перемещений будут очевидными. При исследовании пространственных односекционных манипуляторов актуальность приобретают проблемы НДС с учетом упругости звеньев [2-6], так как упругие перемещения звеньев манипулятора

вливают на компьютерную визуализацию их кинематики. В процессе работы их звенья находятся в сложном НДС, которое оказывает решающее влияние на их точность, жесткость, прочность и устойчивость. Исследованию механизмов и машин с упруго-деформируемыми прямолинейными и криволинейными звеньями посвящены работы [4,7-9]. Исследование НДС пространственных односекционных манипуляторов является одной из наиболее сложных проблем и еще далеко от полного завершения. Поэтому проведение расчета и полной оценки квазистатического НДС с упругими звеньями на основе конечно-элементной модели требует дальнейшего исследования, что и обуславливает актуальность темы данной работы.

Основная часть

1. *Кинематика пространственного односекционного манипулятора.* Задачи кинематики механизмов приходится решать на различных этапах проектирования. В работах [10-12] представлено решение матричных уравнений, необходимых для анализа кинематики замкнутых одноконтурных и многоконтурных пространственных механизмов, содержащих вращательные и цилиндрические кинематические пары (КП).

В работе [10] разработан итерационный метод аналитического и численного исследования кинематики замкнутых одноконтурных и многоконтурных пространственных механизмов параллельной структуры (МПС). Для заданных законов движения ведущих звеньев, в предлагаемой работе проведен кинематический расчет для определения положений и траекторий точек сочленения звеньев и анализ кинематики, построением графиков изменения искомым функции в зависимости от времени.

Используя матрицу $[S_{ji}]$, определяемой параметрами Уикер-Денавит-Хартенберга, по известным координатам $(1, x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1})$ точки $(i+1)$ -го звена пространственного механизма в системе координат $x_{j(i+1)}y_{j(i+1)}z_{j(i+1)}$, жестко связанной с этим звеном, получают координаты этой точки в ИСК X_{YZ} , связанной с начальным сочленением начального звена в соответствии со следующей формулой [10]:

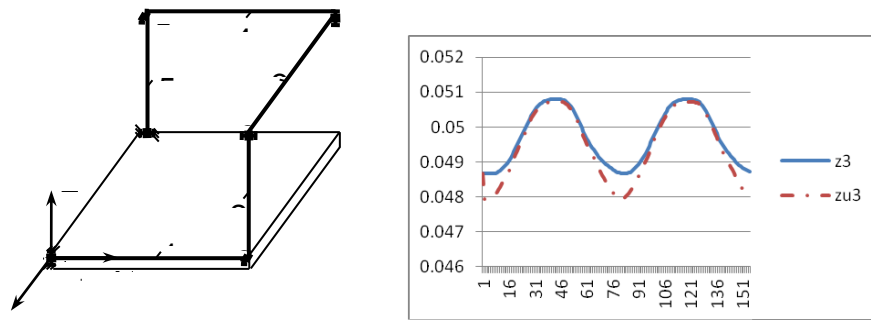
$$(1, X_{j(i+1)}, Y_{j(i+1)}, Z_{j(i+1)})^T = [S_{ji}] (1, x_{j(i+1)}, y_{j(i+1)}, z_{j(i+1)})^T. \quad (1)$$

Для проверки эффективности данного метода разработан алгоритм моделирования на ПЭВМ задачи кинематики и составлена программа [13] для проведения кинематического анализа для многоконтурных МПС со многими степенями свободы [10,13,14] с шарнирным соединением звеньев (рис.1-3).

В расчетах все линейные размеры переведены в метр.

Записывается символическое уравнение для отдельных контуров [10].

2. *Квазистатическое НДС многоконтурных пространственных МПС.* Разрабатываемый алгоритм квазистатического расчета пространственных МПС (рис.1-3), состоящих из множества стержневых элементов, реализуется методом конечных элементов (МКЭ) в форме метода перемещений [9,15].



z_3 – координаты точки 3 по оси z без учета упругости звеньев;
 z_{u3} – координата точки 3 по оси z с учетом упругости звеньев

Рис. 1. Влияние упругих перемещений на кинематику пространственного механизма Брикарда

Для описания конечно-элементной модели пространственные МПС разбиваем на прямолинейные стержневые элементы, соединенные в узлах. Каждому элементу МПС присваивается набор упругих постоянных материала:

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}, \rho = 7900 \text{ кг/м}^3, \nu = 0.25, \quad (2)$$

где E – модуль упругости, ν – коэффициент Пуассона; ρ – плотность материала.

Звенья ПМ изготовлены из стальных стержней кругового поперечного сечения.

МКЭ дает возможность строить разрешающую систему уравнений на основе рассмотрения каждого отдельного конечного элемента [2-6]:

$$[K]\{U\} = \{F\}, \quad (3)$$

где $[K] = [K_{rs}]$, $(r, s = 1, 2, \dots, 6N)$ – квадратная матрица порядка $6N \times 6N$, называется матрицей жесткости системы; $\{U\}^T = (u_1, v_1, w_1, \varphi_{x1}, \varphi_{y1}, \varphi_{z1}, \dots, u_N, v_N, w_N, \varphi_{xN}, \varphi_{yN}, \varphi_{zN})$ – вектор перемещений в глобальной системе координат (ГСК); $\{F\}$ – вектор внешних сил.

Решением системы (3) определяются узловые перемещения МПС в ГСК и далее по найденному вектору перемещения определяются напряжения и деформации в любой точке любого элемента в локальной системе координат (ЛСК). В настоящее время разработаны эффективные методы решения систем линейных уравнений, например, итерационные методы – Якоби, Гаусса-Зейделя [5, 16] и др.

Итерационный процесс Гаусса-Зейделя начинается с некоторого начального приближения. Итерационный метод Гаусса-Зейделя легко программируется.

После определения искомого узлового перемещения в ГСК через них можно найти перемещения $(u_\xi, v_\eta, w_\zeta, \varphi_\xi, \varphi_\eta, \varphi_\zeta)$ в любой точке элементов.

Далее, по найденному вектору узлового перемещения в любом сечении определяются внутренние силовые факторы и напряжения в ЛСК.

Разработанная программа состоит из программных модулей по расчету квазистатического НДС МПС с упруго-деформируемыми пространственными стержневыми элементами со сложным примыканием к узлам.

Для отладки разработанной программы для исследования НДС упруго-деформируемого МПС можно использовать МПС с соответствующими геометрическими и упругими характеристиками (рис.1-3).

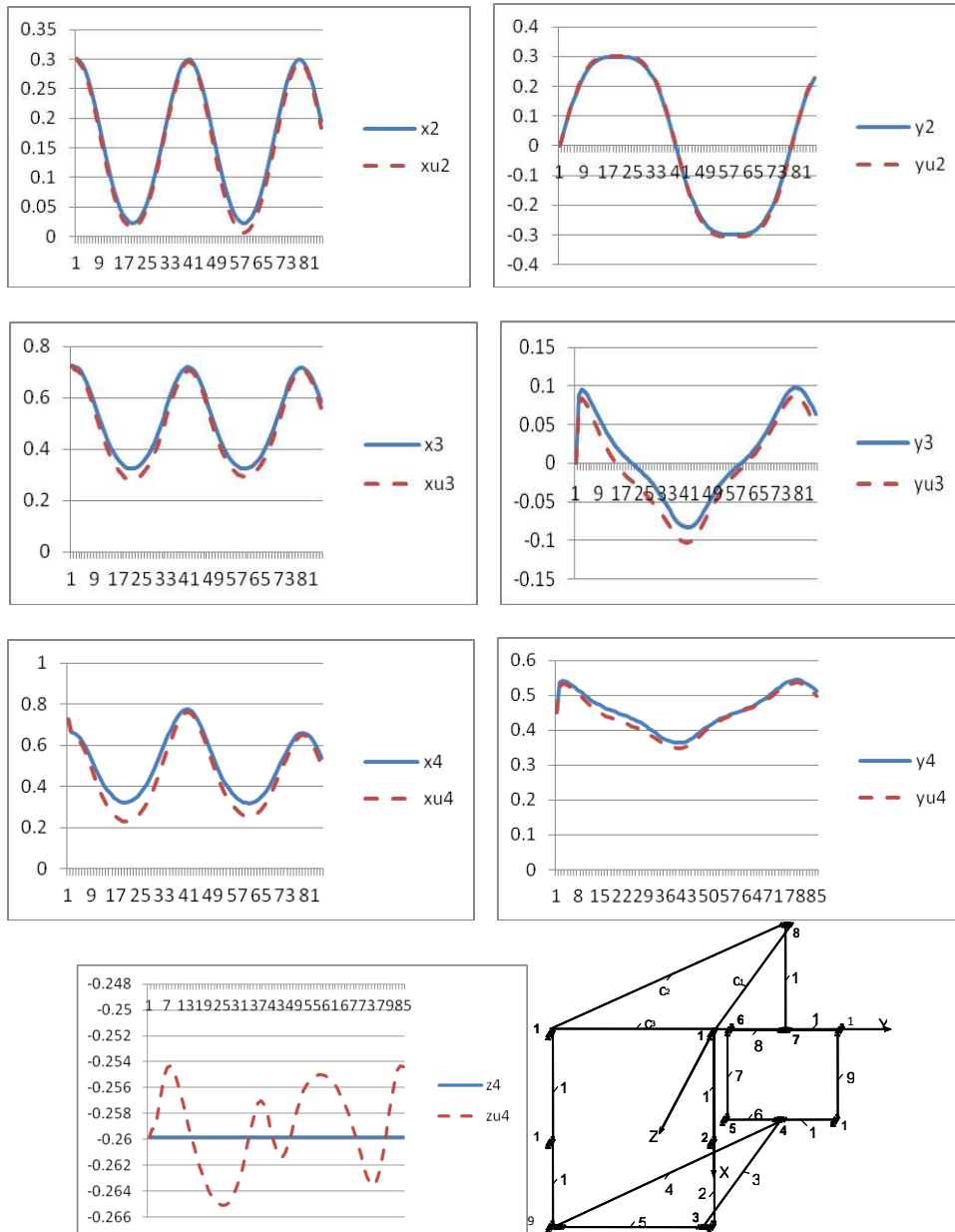
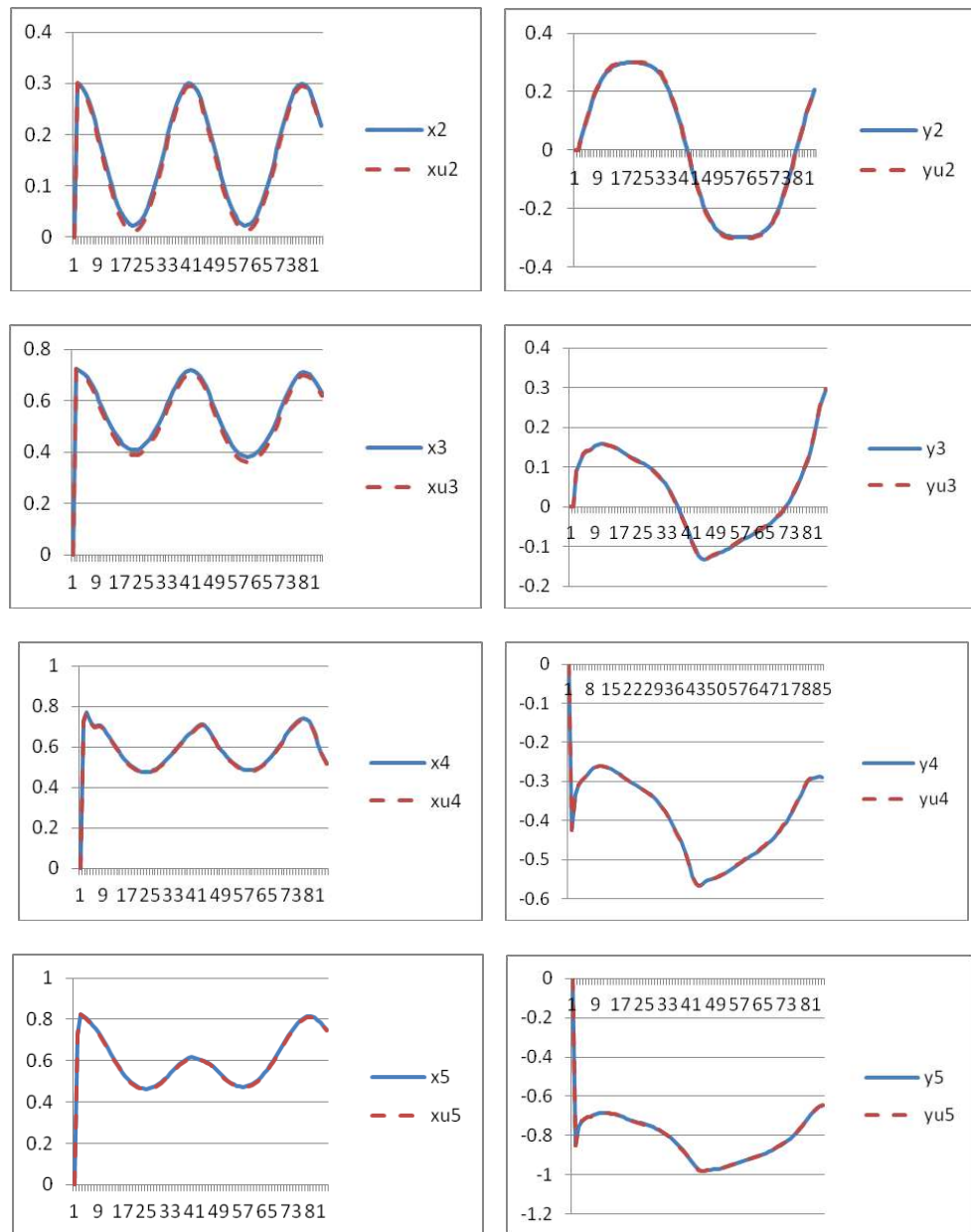


Рис. 2. Влияние упругих перемещений на кинематику МПС с 13-ю узлами при действии сосредоточенных сил, действующих в узлах 3, 4, 7, параллельно координатным осям

Результаты численного расчета квазистатического НДС упругого МПС. Разработанные и отработанные алгоритм и комплекс программ эффективного применения МКЭ для многовариантных расчетов НДС МПС устанавливает также закономерности распределения этих величин в зависимости от различных кинематических, геометрических, упругих параметров и материалов МПС.

На рисунках 1-3 показаны влияние упругих перемещений на результаты численного решения прямой задачи кинематики. Графический анализ на рисунках 1-3 показывает, что в кинематическом анализе и синтезе пространственных МПС необходимо учитывать упругие смещения от действия сил упругости.



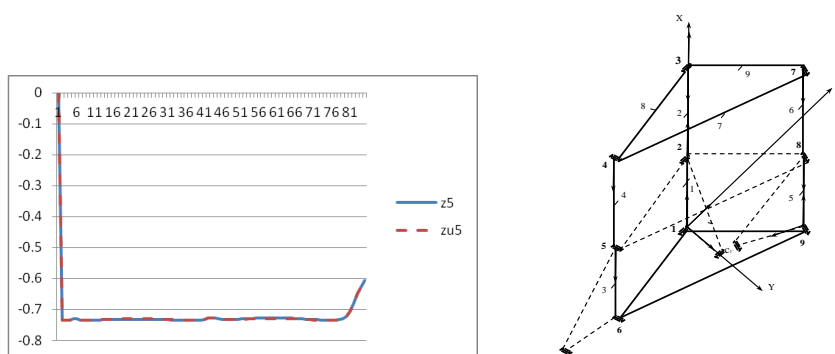


Рис. 3. Влияние упругих перемещений на кинематику МПС с 9-ю узлами при действии сосредоточенных сил, действующих в узлах 3, 7, 9, параллельно координатным осям

Выводы. На основе разработанной методики аналитического и численного исследования кинематики, разработанного алгоритма и программы [12], определены траектории точек МПС с шарнирным соединением звеньев для заданных законов движения ведущих звеньев.

С помощью МКЭ проводится компьютерное моделирование квазистатики упругого МПС с вращательными КП. Разработан системный подход создания теоретической основы механико-математической модели квазистатического НДС МПС, разработан алгоритм и составлен пакет прикладных программ, обеспечивающие по комплексному исследованию квазистатического НДС МПС с упругими и геометрическими характеристиками, подверженных различным статическим нагрузкам. Они позволяют произвести полный количественный анализ закономерностей распределения и влияние упругих перемещений в точках любых пространственных двухузловых стержневых расчетных элементов изучаемого МПС. Компьютерная визуализация кинематики пространственных односекционных манипуляторов показывает, что в кинематическом анализе и синтезе механизмов необходимо учитывать упругие смещения от действия сил упругости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазунов, В.А. Пространственные механизмы параллельной структуры [Текст] / В.А. Глазунов, А.Ш. Колисков, А.Ф. Крайнев. – М.: Наука, 1991. – 96 с.
2. Еременко, С.Ю. Методы конечных элементов в механике деформируемых тел [Текст] / С.Ю. Еременко. – Харьков: Изд-во «Основа» при Харьковском ун-е, 1991. – 272 с.
3. Мяченков, В.И. Расчеты машиностроительных конструкций МКЭ [Текст]: справочник / В.И. Мяченков [и др.]. – М.: Машиностроение, 1989. – 520 с.
4. Масанов, Ж.К. Анализ сил и колебаний конструкций механизмов высоких классов пространственной топологии [Текст] / Ж.К. Масанов, Е.С. Темирбеков, Е.А. Биртанов // Деп. в КазГосИНТИ, №6871-КА96. Деп. От 12.04.96г. – 254 с.
5. Агапов, В.П. Метод конечных элементов в статике, динамике и устойчивости пространственных тонкостенных подкрепленных конструкций [Текст] / В.П. Агапов. – М.: АСВ, 2000. – 152 с.

6. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике [Текст] / О. Зенкевич. – М.: Мир, 1975. - 541 с.
7. Масанов, Ж.К. Квазистатическая упругая устойчивость пространственных МВК [Текст] / Ж.К. Масанов, К.З. Сартаев, Г.А. Абдраимова // Материалы II междунар. конференции «Проблемы механики современных машин». – Улан-Удэ, 23-29 июня 2003г.-Т.3 - С.62-65.
8. Масанов, Ж.К. Квазистатика трехмерных МВК с криволинейными упругими звеньями и силами трения в кин. парах [Текст] / Ж.К. Масанов, А.Е. Елеусинова, А.С. Тулепов // Вестник КазНУ. серия: математика, механика, информатика. – 2002. - №2(30). - С.132-138.
9. Курков, С.В. Метод конечных элементов в задачах динамики механизмов и приводов [Текст] / С.В. Курков. - СПб.: Политехн., 1991. – 224 с.
10. Уикер, Д. Итерационный метод анализа перемещений пространственных механизмов [Текст] / Уикер, Денавит, Хартенберг // Конструирование и технология машиностроения. – 1965. – №1. – С. 169-176.
11. Байгунчев, Ж.Ж. Матричные уравнения замкнутости контуров пространственного параллельного манипулятора ориентирующего типа [Текст] / Ж.Ж. Байгунчев, Б.К. Нурахметов, Ж.М. Мырзагельдиева // Известия НАН РК: Серия физико-математическая. - 2003. - №4. - С.88-95.
12. Сартаев, К.З. Кинематический анализ пространственного параллельного манипулятора [Текст] / К.З. Сартаев // Доклады НАН РК. – 2006. - №5. - С.3-9.
13. Бартедьев, О.В. ФОРТРАН для профессионалов. Математическая библиотека IMSL [Текст] / О.В. Бартедьев. – М.: Москва, ДИАЛОГ МИФИ, 2000.
14. Байгунчев, Ж.Ж. Кинематика и механика упругого деформирования механизмов односекционного робота [Текст]: монография / Ж.Ж. Байгунчев, Ж.К. Масанов [и др.]. – Алматы-Екибастуз: ИММаш им. академика У.А. Джолдасбекова, ЕИТИ им. К.И. Сатпаева, 2017. – 296 с.
15. Liu X., Tang X., Wang J. Singularity Analysis of a New Parallel Manipulator with Revolute Actuators. Proceedings of the XI World IFToMM Congress. 1-4 April, 2004, pp. 1977-1981, Tianjin, China.
16. Бате, К. Численные методы анализа и метод конечных элементов [Текст] / К. Бате, Е. Вилсон. – М.: Стройиздат, 1982. - 447 с.
17. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Текст] / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. – М.: Наука, 1987. – 598 с.

Материал поступил в редакцию 26.12.19.

**Қ.З. Сартаев¹, Г.А. Абдраимова², Ж.М. Мырзагельдиева³, С.Ж. Карипбаев⁴,
Қ.О. Медетова¹, А.А. Абеуова¹**

¹«Қ.И.Сәтбаев атындағы Екібастұз инженерлік-техникалық институты» АҚ,
Екібастұз қ.

²Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Алматы қ.

³«Алматы технологиялық университеті» АҚ, Алматы қ.

⁴«Азаматтық авиация академиясы» АҚ, Алматы қ.

СЕРПІМДІ КҮШТЕРДІҢ БІРСЕКЦИЯЛЫ КЕҢІСТІК МАНИПУЛЯТОР КИНЕМАТИКАСЫНЫҢ КОМПЬЮТЕРЛІК ҚОЗҒАЛЫС КӨРІНІСІНЕ ӘСЕРІ

Бірсекциялы кеңістік манипулятор кинематикасының компьютерлік қозғалыс көрінісіне кинематикалық жұптарда әсер ететін әртүрлі серпімді статикалық күштердің әсері зерттелді. Бұл серпімді күштер серпімді-деформацияланатын, біркелкі, изотропты стерженді звенолары бар бірсекциялы кеңістік манипулятордың квазистатикалық кернеулі-деформациялық күйінің теңдеулер жүйесін шешу арқылы

анықталды. Шекті элементтер әдісі арқылы бірсекциялы кеңістік манипулятордың квазистатикалық тендеулерінен анықталатын серпімді күштер әсер еткенде кеңістік манипулятор кинематикасының компьютерлік анимациясына талдау жасау үшін ұсынылған әдістемелер негізінде алгоритмдер мен қолданбалы программалар пакеті құрылды.

Тірек сөздер: бірсекциялы кеңістік манипулятор, шекті элементтер әдісі, кинематика, квазистатика, күш, серпімділік.

**K.Z. Sartayev¹, G.A. Abdraimova², Zh.M. Myrzageldiyeva³, S.Zh. Karipbayev⁴,
K.O. Medetova¹, A.A. Abeuova¹**

¹*Ekibastuz technical and engineering institute named after the academician K. Satpayev,
Ekibastuz*

²*Satbayev University (Satbayev Kazakh National Technical University), Almaty*

³*JSC «Almaty Technological University», Almaty*

⁴*JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty*

INFLUENCE OF ELASTIC FORCES ON COMPUTER VISUALIZATION OF A SPATIAL SINGLE-SECTION MANIPULATOR KINEMATICS

The influence of various elastic concentrated static forces acting in kinematic pairs on the computer visualization of a spatial single-section manipulator kinematics is studied; these elastic forces are determined from the resolving systems of equations of the quasi-static stress-strain state of a spatial single-section manipulator with elastic-deformable, homogeneous, isotropic rod links; based on the proposed methods the developed algorithms and software package for the analysis of computer visualization of the spatial single-section kinematics of the manipulator under the action of elastic forces determined by the finite element method from the quasi-static equations of spatial one-section manipulator.

Keywords: spatial single-section manipulator, finite elements method, kinematics, quasi-statics, force, elasticity.

ГРНТИ: 55.30.03; 55.03.14; 30.15.35

**Б.К. Нурахметов¹, К.З. Сартаев², Ж.М. Мырзагельдиева³,
С.Ж. Карипбаев⁴, К.О. Медетова⁵, С.Ж. Ибраева⁶**

¹*Д-р техн.наук, профессор,* ²*Д-р техн.наук, доцент,* ³*Канд.техн.наук, доцент,*

⁴*Ph.D, доцент,* ⁵*Ст. преподаватель,* ⁶*Магистр, ст. преподаватель*

^{1,3}*АО «Алматинский технологический университет», г. Алматы*

^{2,5,6}*АО «Екибастузский инженерно-технический институт им. К.И. Сатпаева»,
г. Екибастуз;*

⁴*АО «Академия гражданской авиации», г. Алматы*

Электронная почта: ¹b.nurakhmetov@mail.ru; ²k.sartaevkz@mail.ru;

¹zhanat_atu@mail.ru; ³kczh.1957@mail.ru; ²i.s.j.85@mail.ru

КОМПЬЮТЕРНАЯ АНИМАЦИЯ КИНЕМАТИКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОДНОСЕКЦИОННОГО МАНИПУЛЯТОРА

Решена прямая задача кинематики пространственного односекционного манипулятора со многими степенями свободы. Используя постоянных параметров

кинематики, записано символическое уравнение пространственного односекционного манипулятора. На основе предложенных методик разработаны алгоритмы и пакет прикладных программ для компьютерной визуализации кинематики пространственного односекционного манипулятора и реализованы на персональных компьютерах в профессиональной версии языков программирования с математической библиотекой. Результаты численного расчета включают изменения положений точек звеньев пространственного односекционного манипулятора с вращательными кинематическими парами, и в зависимости от кинематических характеристик в течение времени функционирования механизма представлены в графическом виде и компьютерной анимации.

Ключевые слова: односекционный манипулятор, кинематика, кинематическая пара, символическое уравнение, анимация.

Введение. В последнее годы интерес представляют исследования в области механизмов параллельной структуры (МПС) за счет использования параллельных пространственных кинематических цепей замкнутого типа [1-5]. Более подробный обзор по изучению кинематики МПС проведен в работе [5]. В работе [6] упоминается, что казахская школа под научным руководством академика У.А. Джолдасбекова внесла значительный вклад в исследовании в области механизмов высоких классов. В Казахстане на основе пространственных механизмов высоких классов (ПМВК) [7,8] созданы новые конструкции МПС, которые защищены патентами Республики Казахстан [9,10]. МПС характеризуются наличием нескольких кинематических цепей, соединяющих основание с выходным звеном. Данное обстоятельство обуславливает не только повышение грузоподъемности, но и сложность математического моделирования. Важной задачей, связанной с механизмами параллельной структуры, является определение возможных движений выходного звена [11].

В работе [5] говорится, что для ряда механизмов параллельной структуры в отличие от механизмов манипуляторов открытой цепи не вызывают сложности обратная задача о положениях, в то время как прямая задача приводит к нелинейным уравнениям. Без предварительного исследования кинематики изучение динамики МПС практически невозможно. Поэтому исследование компьютерной анимации кинематики пространственного односекционного манипулятора со многими степенями свободы как манипулятор параллельной структуры обуславливает актуальность темы работы.

Основная часть

Кинематический анализ пространственного односекционного манипулятора. Задачи кинематики механизмов приходится решать на различных этапах проектирования. Анализ литературы показывает, что разработка МПС с различными кинематическими парами (КП) для возможности повсеместного применения, решения и анализа прямой задачи о положениях с помощью универсальных машинных алгоритмов и программ является актуальной задачей. В работах [2,12-14] представлено решение матричных уравнений, необходимых для анализа кинематики замкнутых одноконтурных и многоконтурных пространственных механизмов, содержащих вращательные и цилиндрические КП.

В данной работе рассматривается пространственный односекционный манипулятор [15] с шарнирным соединением звеньев (рис.1).

В общем случае односекционный манипулятор может иметь произвольное число контуров L , произвольное число степеней свободы p . Каждый контур состоит из n_j звеньев, $j=1, \dots, L$ - число контуров. Приведенный на рисунке 1 односекционный манипулятор образован двумя замкнутыми контурами. Первый контур образован звеньями со следующими кинематическими парами 1-2-3-4-5-6-1, а второй контур – парами 1-2-3-7-8-9-1. На рисунках кинематические пары обозначены жирными цифрами.

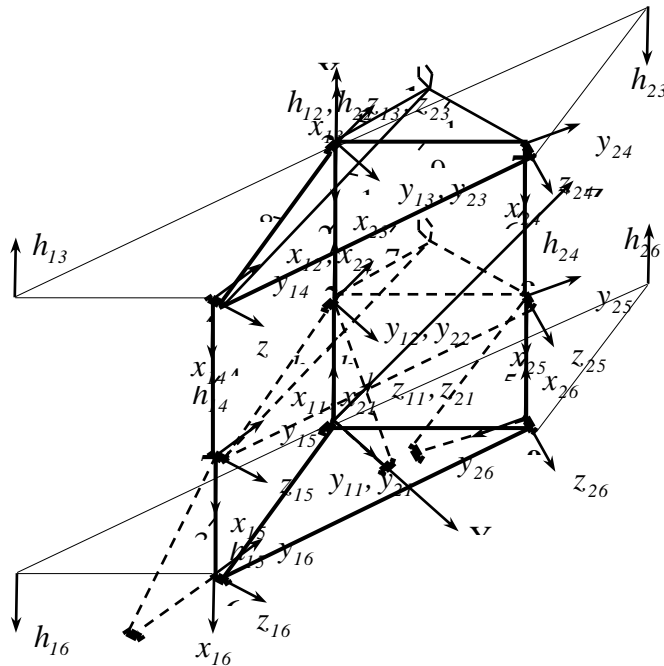


Рис. 1. Пространственный односекционный манипулятор

Длины звеньев принимают следующие значения (см. рис.1):

$$l_1 = l_3 = l_5 = 0.3 \text{ м}, \quad l_2 = l_4 = l_6 = l_1 \sqrt{2} \text{ м}, \quad l_7 = l_8 = l_9 = \frac{3}{\sqrt{3}} l_1 \text{ м} \quad (1)$$

Начало инерциальной системы координат (ИСК) XYZ находится в узле 1. Так как механизм имеет $p=3$ степеней свободы, то в механизме имеются $(N-p)$ зависимых углов для вращательной КП, где N - число КП. Относительное движение сочленений передается звеньями, в результате чего они занимают в пространстве заданное положение по отношению ИСК.

На основе разработанной методики [2,12] аналитического и численного исследования кинематики односекционного манипулятора (рисунок 1), для заданных законов движения ведущих звеньев проведены кинематический расчет для определения положений и траекторий точек сочленения звеньев и анализ кинематики, построением графиков изменения искомых функции в зависимости от времени и проведена компьютерная анимация.

Используя матрицу $[S_{ji}]$, определяемой параметрами Уикер-Денавит-Хартенберга, по известным координатам $(1, x_{i+1}, y_{i+1}, z_{i+1})$ точки $(i+1)$ -го звена односекционного манипулятора в системе координат $x_{j(i+1)}y_{j(i+1)}z_{j(i+1)}$, жестко связанной с этим звеном, получаются координаты этой точки в ИСК XYZ, связанной с начальным сочленением начального звена в соответствии со следующей формулой [2,12]:

$$(1, X_{j(i+1)}, Y_{j(i+1)}, Z_{j(i+1)})^T = [S_{ji}] (1, x_{j(i+1)}, y_{j(i+1)}, z_{j(i+1)})^T. \quad (2)$$

Для проверки эффективности итерационного метода Уикер-Денавит-Хартенберга [2,12] разработан алгоритм моделирования на ПЭВМ задачи кинематики и составлена программа [16] для проведения кинематического анализа многоконтурного односекционного манипулятора с вращательными КП со многими степенями свободы (рис.1).

В расчетах все линейные размеры переведены в метр.

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccccccc}
 \left| \begin{array}{c} 0,3 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right| & \left| \begin{array}{c} 0,3\sqrt{2} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right| & \left| \begin{array}{c} 0 \\ \frac{15\pi}{9} \\ 0 \\ 0,9 \\ \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \\ \pi \end{array} \right| & \left| \begin{array}{c} 0,3\sqrt{2} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right| & \left| \begin{array}{c} 0,3 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right| & \left| \begin{array}{c} 0 \\ \frac{15\pi}{9} \\ 0 \\ 0,9 \\ \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \\ \pi \end{array} \right| & = I \\
 R_{11} & R_{12} & R_{13} & R_{14} & R_{15} & R_{16} & \\
 \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{ccccccc}
 \left| \begin{array}{c} 0,3 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right| & \left| \begin{array}{c} 0,3\sqrt{2} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \pi \end{array} \right| & \left| \begin{array}{c} 0 \\ \frac{2\pi}{3} \\ 0 \\ 0,9 \\ \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \\ 0 \end{array} \right| & \left| \begin{array}{c} 0,3\sqrt{2} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right| & \left| \begin{array}{c} 0,3 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \pi \end{array} \right| & \left| \begin{array}{c} 0 \\ \frac{2\pi}{3} \\ 0 \\ 0,9 \\ \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \\ 0 \end{array} \right| & = I \\
 R_{21} & R_{22} & R_{23} & R_{24} & R_{25} & R_{26} & \\
 \end{array}
 \end{array} \quad (3)$$

Значения постоянных параметров в символическом уравнении манипулятора (рис.1) для двух контуров представлены формулой (3) [2,12].

Результаты численного расчета кинематики исследуемого односекционного манипулятора. Применяемый метод позволяет определить траектории точек соединения звеньев манипулятора, а также углы поворотов звеньев для любого момента времени. Метод позволяет аналитически написать уравнения движения кинематики, определить положения точек односекционного манипулятора через углы поворотов звеньев.

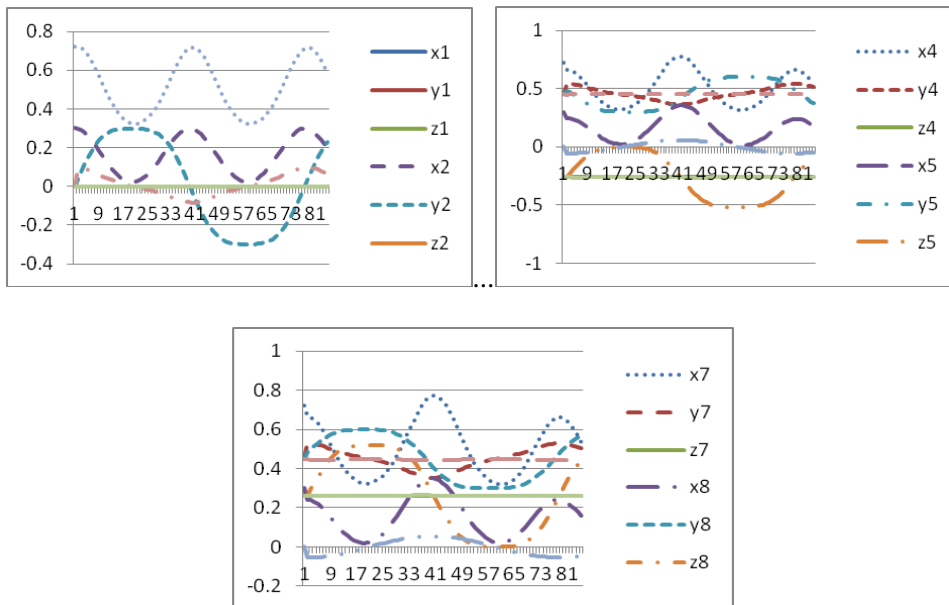


Рис. 2. Координаты точек односекционного манипулятора

Траектории точек манипулятора представлены на рисунке 2.

Компьютерная анимация кинематики односекционного манипулятора (рис.1) по разработанному алгоритму и программе представлена на рисунке 3.

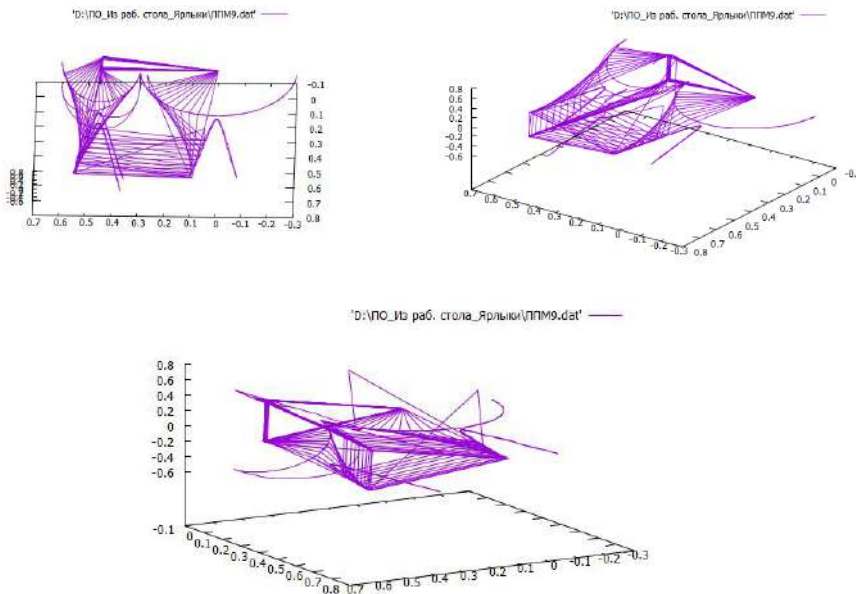


Рис. 3. Анимация кинематики односекционного манипулятора

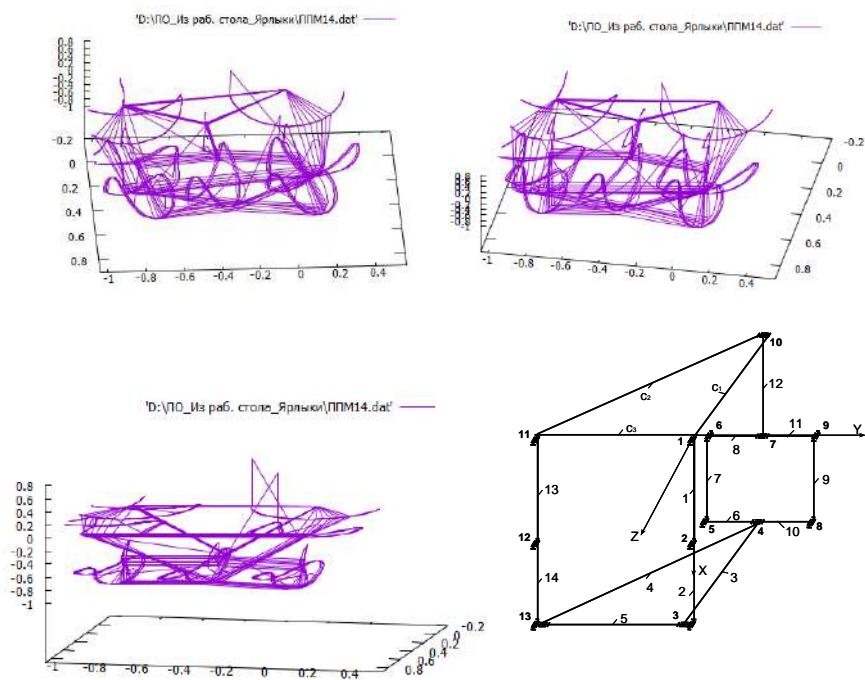


Рис. 4. Анимация кинематики МПС

Компьютерная анимация кинематики по разработанному алгоритму и программе проведены также для МПС (рисунок 4) [1] и пространственного механизма Брикарда (рисунок 5) [12].

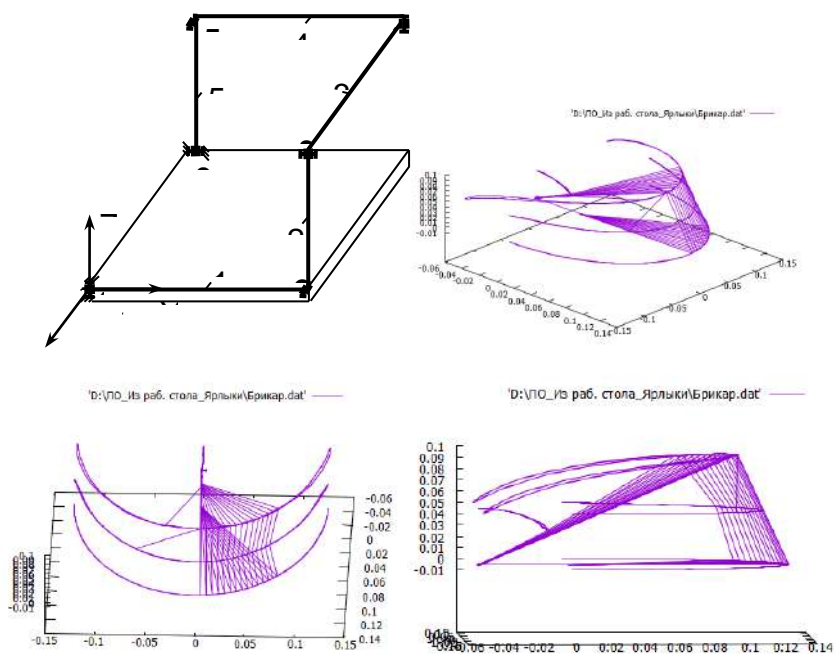


Рис. 5. Анимация кинематики пространственного механизма Брикарда

Выводы. На основе разработанной методики аналитического и численного исследования кинематики, разработанного алгоритма и программы [16], определены траектории точек МПС с шарнирным соединением звеньев для заданных законов движения ведущих звеньев. Построены графики изменения искомых функции и траектории точек МПС со многими степенями свободы в зависимости от времени. С применением эффективного машинно-ориентированного итерационного метода Уикер-Денавит-Хартенберга с шестью параметрами и Гаусса-Зейделя верхней релаксации [17] осуществлен исчерпывающий анализ кинематики исследуемых пространственных механизмов параллельной структуры с вращательными кинематическими парами.

Разработанный алгоритм и программа для исследуемых МПС дали весьма хорошие результаты, и показывает применимости этого метода для решения широкого класса пространственных односекционных манипуляторов с шарнирным соединением звеньев с произвольным числом контуров и произвольным расположением звеньев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Liu X., Tang X., Wang J. Singularity Analysis of a New Parallel Manipulator with Revolute Actuators. Proceedings of the XI World IFToMM Congress. 1-4 April, 2004, pp. 1977-1981, Tianjin, China.
2. Уикер мл. Динамика пространственных механизмов. Часть 1. Точные уравнения движения [Текст] / Уикер мл. // Конструирование и технология машиностроения. – 1969. - №1. - С. 264-270.
3. D. Daney, Z. Emiris. Identification of Parallel Robot Kinematic Parameters under Uncertainties by Using Algebraic Methods //Proceedings of the 11th World IFToMM Congress. - Tianjin, China, April 1-4, 2004. - pp. 212-216.
4. D. Chablat, P. Wenger, J-P. Merlet. A Comparative Study between Two Three-DOF Parallel Kinematic Machines using Kinetostatic Criteria and Interval Analysis //Proceedings of the 11th World IFToMM Congress. - Tianjin, China, April 1-4, 2004. - pp. 1209-1213.
5. Глазунов, В.А. Пространственные механизмы параллельной структуры [Текст] / В.А. Глазунов, А.Ш. Колисков, А.Ф. Крайнев. - М.: «Наука», 1991. – 96 с.
6. Дворников, Л.Т. Современное состояние и новые подходы в решении задач синтеза структур механических систем [Текст] / Л.Т. Дворников // Сборник докладов международной конференции по теории механизмов и машин, посвященная 100-летию со дня рождения академика И.И. Артоболевского. – Краснодар, 2006. – С.46-47.
7. Baigunchekov Zh.Zh., Joldasbekov U.A. High Class Spatial Mechanisms. – The Theory of Machines and Mechanisms. Proc. of the 7-th World Congress, 17-22 September, 1987, Sevilla, Spaine, Vol. 1, pp. 309-312.
8. Байгунчеков, Ж.Ж. Основы структурного, кинематического и динамического анализа пространственных механизмов высоких классов [Текст] / Ж.Ж. Байгунчеков, С.У. Джолдасбеков. – Алматы, «Гылым», 1994. - 148 с.
9. Байгунчеков, Ж.Ж. Патент РК. №9429. Исполнительный механизм параллельного манипулятора [Текст] / Ж.Ж. Байгунчеков, А. Уайт, Р. Гилл, Р. Чанмугам [и др.]. Оpubл. 21.05.1999г.
10. Байгунчеков, Ж.Ж. Патент РК. №11956. Исполнительный механизм параллельного манипулятора [Текст] / Ж.Ж. Байгунчеков, Су Дайжонг, Хулл Барри, Насири Мир, Б.К. Нурахметов [и др.]. Оpubл. 19.10.2000г.
11. Глазунов, В.А. Винтовое исчисление как основа метода анализа и синтеза механизмов параллельной структуры [Текст] / В.А. Глазунов, Г.В. Рашоян, П.О. Данилин, А.Б. Ласточкин, И.Н. Остриков // Сборник докладов

- международной конференции по теории механизмов и машин, посвященная 100-летию со дня рождения академика И.И. Артоболевского.– Краснодар, 2006. – С.54-55.
12. Уикер, Д. Итерационный метод анализа перемещений пространственных механизмов [Текст] / Уикер, Денавит, Хартенберг // Конструирование и технология машиностроения. – 1965. – №1. – С. 169-176.
 13. Байгунчехов, Ж.Ж. Матричные уравнения замкнутости контуров пространственного параллельного манипулятора ориентирующего типа [Текст] / Ж.Ж. Байгунчехов, Б.К. Нурахметов, Ж.М. Мырзагельдиева // Известия НАН РК: Серия физико-математическая. - 2003. - №4. - С.88-95.
 14. Сартаев, К.З. Кинематический анализ пространственного параллельного манипулятора [Текст] / К.З. Сартаев // Доклады НАН РК. – 2006. - №5. - С.3-9.
 15. Байгунчехов, Ж.Ж. Кинематика и механика упругого деформирования механизмов односекционного робота [Текст]: монография / Ж.Ж. Байгунчехов, Ж.К. Масанов [и др.]. – Алматы-Екибастуз: ИММаш им. академика У.А. Джолдасбекова, ЕИТИ им. К.И. Сатпаева, 2017. – 296 с.
 16. Баргеньев, О.В. ФОРТРАН для профессионалов. Математическая библиотека IMSL [Текст] / О.В. Баргеньев. – М.: Москва, ДИАЛОГ МИФИ, 2000.
 17. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Текст] / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. – М.: Наука, 1987. – 598 с.

Материал поступил в редакцию 26.12.19.

**Б.Қ. Нұрахметов¹, Қ.З. Сартаев², Ж.М. Мырзагельдиева¹,
С.Ж. Карипбаев³, Қ.О. Медетова², С.Ж. Ибраева²**

¹«Алматы технологиялық университеті» АҚ, Алматы қ.

²Қ.И. Сәтбаев атындағы Екібастұз инженерлік-техникалық институты» АҚ,
Екібастұз қ.

³«Азаматтық авиация академиясы» АҚ, Алматы қ.

БІРСЕКЦИЯЛЫ КЕҢІСТІК МАНИПУЛЯТОР КИНЕМАТИКАСЫНЫҢ КОМПЬЮТЕРЛІК АНИМАЦИЯСЫ

Көп еркіндік дәрежелі бірсекциялы кеңістік манипулятор кинематикасының тура есебі шешілді. Кинематиканың тұрақты параметрлерін қолдана отырып, бірсекциялы кеңістік манипулятордың символикалық теңдеуі ұсынылған әдістемелер негізінде бірсекциялы кеңістік манипулятор кинематикасын анимациялау үшін алгоритмдер мен қолданбалы программалар пакеті құрылды және дербес компьютерлерді пайдалана отырып, құрамында математикалық топтамалары бар кәсіби программалау тілдерінде жүзеге асырылды. Сандық есептеу нәтижелеріне айналмалы кинематикалық жұптары бар бірсекциялы кеңістік манипулятордың звено нүктелерінің орын ауыстыруы кіреді, және механизмнің толық қозғалыс уақытындағы кинематикалық сипаттамаларына байланысты график және компьютерлік анимация түрінде берілген.

Тірек сөздер: бірсекциялы кеңістік манипулятор, кинематика, кинематикалық жұп, символикалық теңдеу, анимация.

**B. K. Nurakhmetov¹, K.Z. Sartayev², Zh.M. Myrzageldiyeva¹,
S.Zh. Karipbayev³, K.O. Medetova², S.Zh. Ibrayeva²**

¹JSC «Almaty Technological University», Almaty

²Ekibastuz technical and engineering institute named after the academician K. Satpayev,
Ekibastuz

³JSC "Academy of Civil Aviation", Almaty

COMPUTER ANIMATION OF A SPATIAL SINGLE-SECTION MANIPULATOR KINEMATICS

Direct problem of a spatial one-section manipulator kinematics with many degrees of freedom is solved; a symbolic equation of a spatial one-section manipulator is recorded using constant parameters of kinematics; algorithms and software package for computer visualization of spatial single-section manipulator kinematics based on the proposed methods are developed and implemented on personal computers in professional programming languages with mathematical library. Numerical results include the change points links of spatial one-section manipulator with rotational kinematic pairs, and are presented depending on the kinematic characteristics during the time of the mechanism functioning in graphical and computer animation.

Keywords: single-section manipulator, kinematics, kinematic pair, symbolic equation, animation.

Математика

ӘОЖ 519.65

Н.А. Абиев¹, К.Ғ. Бекетай²¹Физ.-мат. ғылым. канд., доцент, ²Магистрант

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

ФУНКЦИЯЛАРДЫ ЖИНАҚСЫЗ АСИМПТОТИКАЛЫҚ
ҚАТАРЛАРМЕН ЖУЫҚТАУДЫҢ ЕСЕПТЕУ АСПЕКТІЛЕРІ

Қатарлар математика мен оның қолданыс салаларындағы маңызды құралдардың бірі болып табылады. Қатарлар функциялардың, интегралдардың мәндерін жуықтап есептеуде және дифференциалдық теңдеулерді жуықтап шешу кезінде жиі қолданыс табады. Мақала жинақсыз қатарлардың асимптотикалық қасиеттерін зерттеуге арналған. Компьютерлік есептеу жүйелерінің артықшылығы көрсетілген. Maple программасының кодтары келтірілген.

Тірек сөздер: жинақты қатар, жинақсыз қатар, нақты аналитикалық функция, асимптотикалық қатар.

Қатарлар теориясы математиканың кеңінен зерттелінген салаларының бірі болып табылады. Классикалық математикалық талдауда және функциялық талдауда бұл бағытта біршама маңызды нәтижелер алынған. Көпшілік әдебиеттерде негізінен жинақты қатарлардың қасиеттері баяндалады. Алайда асимптотикалық қатарлар мен жинақсыз қатарлардың қосындысын есептеу аспектілері жеткілікті түрде зерттелінбеген. Бұл жұмыста осындай сұрақтарды талқылаумен қатар, компьютерлік технологиялардың есептеу мүмкіншіліктері де көрсетілген. Асимптотикалық қатарларды компьютерде құру және олардың қосындыларын есептеу сұрақтары [1] жұмысында сингулярлы ауытқыған дифференциалдық теңдеулер жағдайында қарастырылғанын айта кетейік.

R арқылы нақты сандар жиыны белгіленген болсын.

1-анықтама. облысында $U \subset R$ облысында анықталған $C^\infty(U)$ класындағы $f : U \rightarrow R$ функциясы берілсін. Сонда

$$S(x) := f(a) + \frac{df(a)}{dx}(x-a) + \dots + \frac{1}{n!} \frac{d^n f(a)}{dx^n}(x-a)^n + \dots$$

функциясы $f : U \rightarrow R$ функциясының $a \in U$ нүктесіндегі *Тейлор қатары* деп аталады.

2-анықтама. $a \in U$ нүктесінің қандайда бір $V \subseteq U$ маңайынан алынған барлық $x \in V$ үшін $f(x) = S(x)$ теңдігі орын алған жағдайда $f(x)$ функциясы a нүктесінде *нақты аналитикалық функция* деп аталады.

U облысының әрбір нүктесінде аналитикалық болатын $f : U \rightarrow R$ функциясын U облысында нақты аналитикалық функция деп атайды.

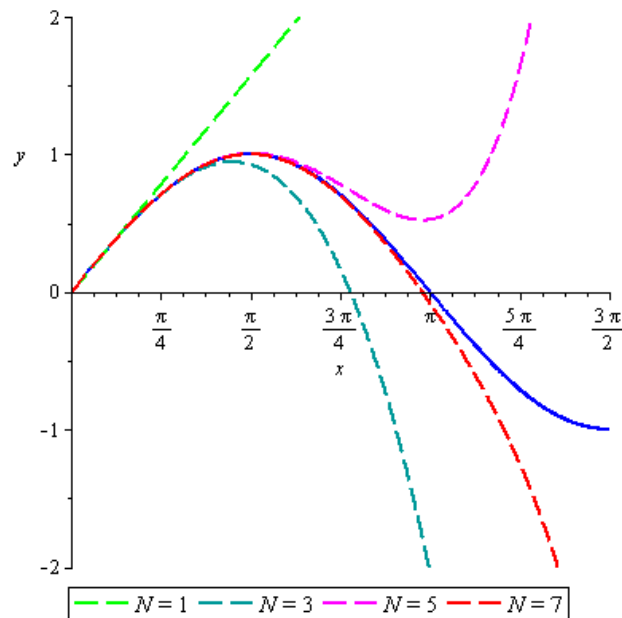
1-мысал. $\sin x$ функциясы үшін $f(x) = S(x)$ теңдігі кез келген $a \in R$ нүктесінде ақиқат. Демек, $\sin x$ функциясы бүкіл R жиынында аналитикалы. Сонымен қатар, $a = 0$ дербес жағдайында мына теңдік белгілі:

$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots$, яғни, $\sin x$ функциясының Тейлор қатары $a = 0$ нүктесінің қайсыбір маңайында $\sin x$ мәніне жинақталады. Осының Марле жүйесіндегі интерпретациялануы 1-суретте келтірілген:

```

f := proc(x) sin(x) end:
> x0 := 0; N := 7
> S0 := f(x0) :
for i from 1 by 2 to N do Si := Si-1 + simplify( ( 1/i! subs( x=x0, d^i/dx^i f(x) ) ) ) * (x-x0)^i end do
S1 := x
S3 := x - 1/6 x^3
S5 := x - 1/6 x^3 + 1/120 x^5
S7 := x - 1/6 x^3 + 1/120 x^5 - 1/5040 x^7
display(Func, Taylor1, Taylor3, Taylor5, Taylor7, view = [x_min..x_max, -2..2], labels = ['x','y'])

```



Сурет 1. $a = 0$ нүктесінің маңайында $\sin x$ функциясының Тейлор қосындыларымен жуықталуы

Алайда $f(x) = S(x)$ теңдігі кейбір әдебиеттерде формальды түрде қабылданып, оқырманды шатастырады, себебі мұндай теңдік 2-анықтамадағы аналитикалық функциялар жағдайында ғана орындалатынын тағы да ескерте кетейік. 2-анықтамадағы $f(x) = S(x)$ теңдігі, біріншіден, $S(x)$ қатары жинақталады, екіншіден, ол $f(x)$ функциясының мәніне жинақталады деген мағынаны білдіреді. Мұндай қасиет, мысалға, e^x , $\cos x$ және жоғарыдағы $\sin x$ функцияларына тән екені математикалық талдаудан белгілі.

2-анықтаманың мағынасын ашып көрсетуімізді ары қарай жалғастырайық. Ол үшін типті $C^\infty(U)$ класына тиісті жеткілікті тегіс функциялар да аналитикалық болмай қалуына, яғни $S(x)$ қатары жинақталғанымен, оның қосындысы $f(x)$ функциясының мәніне тең шықпауына мысал келтіреміз.

2-мысал. [2] жұмысында келтірілген келесі функцияны қарастырайық:

$$f(x) := \begin{cases} e^{-\frac{1}{x}}, & x > 0, \\ 0, & x \leq 0. \end{cases} \quad (1)$$

Сонда $x > 0$ кезінде $f(x)$ функциясының бірінші туындысы мынаған тең болатыны түсінікті: $f'(x) = \frac{1}{x^2} e^{-\frac{1}{x}}$, себебі анықтамадағы $f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$ теңдігіндегі Δx аз шамасы $\Delta x \rightarrow 0$ кезінде $x + \Delta x > 0$ шартын қанағаттандырады. Демек, $x > 0$ және $\Delta x \rightarrow 0$ болғанда $f(x + \Delta x) = e^{-\frac{1}{x + \Delta x}}$. Ары қарай шектің мәнін есептеу қиынға түрмейді.

$x < 0$ кезінде $f'(x) = 0$ болатыны да түсінікті.

Бізді қызықтыратын жағдай $x = 0$. Мұндайда $f'(0)$ туындысын есептеу үшін екі жақты шектерді есептеуге тура келеді:

$$f'_-(0) = \lim_{\Delta x \rightarrow -0} \frac{f(\Delta x) - f(0)}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0, \Delta x < 0} \frac{f(\Delta x)}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0, \Delta x < 0} \frac{0}{\Delta x} = 0,$$

$$f'_+(0) = \lim_{\Delta x \rightarrow +0} \frac{f(\Delta x) - f(0)}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0, \Delta x > 0} \frac{f(\Delta x)}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0, \Delta x > 0} \frac{e^{-\frac{1}{\Delta x}}}{\Delta x} =$$

$$\lim_{y \rightarrow +\infty} \frac{y}{e^y} = 0.$$

Демек, $f'(0) = 0$.

Нақтысында мұндай заңдылық жоғары ретті туындыларға да қатысты, яғни $x = 0$ нүктесінде $f(x)$ функциясының кез келген реттегі туындысы бар және нөлге тең болады: $\frac{d^n f(0)}{dx^n} = 0$, мұндағы $n = 1, 2, 3, \dots$. Расында да $x = 0$ нүктесінде сол жақты жоғары ретті туындылардың нөлге тең екені түсінікті: $\frac{d^n}{dx^n} f_-(0) = 0$.

Оң жақты $\frac{d^n}{dx^n} f_+(0)$ туындыларын табу үшін алдымен $x > 0$ кезінде $\frac{d^n f(x)}{dx^n}$ туындылары $P\left(\frac{1}{x}\right)e^{-\frac{1}{x}}$ түрінде болатынын байқау қиын емес, мұндағы $P\left(\frac{1}{x}\right)$ - айнымалысы $\frac{1}{x}$ болатын рационал коэффициентті қандайда бір көп мүше. Мұны қолмен де есептеп дәлелдеуге болар еді, алайда функцияның жоғары ретті туындыларын табу техникалық тұрғыдан күрделі есеп болып табылады. Сондықтан берілген функцияның 5-ретке дейінгі туындыларын Maple жүйесі қалайша табатынын көрсете кету жеткілікті болады деген ойдамыз:

> $f := \text{proc}(x) \exp\left(-\frac{1}{x}\right) \text{end};$

> **for** n **from** 1 **to** 5 **do** $\text{collect}\left(\frac{d^n}{dx^n} f(x), \exp\left(-\frac{1}{x}\right)\right)$ **end do**

$$\frac{e^{-\frac{1}{x}}}{x^2}$$

$$\left(-\frac{2}{x^3} + \frac{1}{x^4}\right) e^{-\frac{1}{x}}$$

$$\left(\frac{6}{x^4} - \frac{6}{x^5} + \frac{1}{x^6}\right) e^{-\frac{1}{x}}$$

$$\left(-\frac{24}{x^5} + \frac{36}{x^6} - \frac{12}{x^7} + \frac{1}{x^8}\right) e^{-\frac{1}{x}}$$

$$\left(\frac{120}{x^6} - \frac{240}{x^7} + \frac{120}{x^8} - \frac{20}{x^9} + \frac{1}{x^{10}}\right) e^{-\frac{1}{x}}$$

Демек, шынымен де $x > 0$ кезінде $\frac{d^n f(x)}{dx^n} = P\left(\frac{1}{x}\right)e^{-\frac{1}{x}}$.

Енді ізделінді $\frac{d^n}{dx^n} f_+(0)$ мәнін есептей аламыз:

$$\frac{d^n}{dx^n} f_+(0) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0, \Delta x > 0} \frac{P\left(\frac{1}{\Delta x}\right) e^{-\frac{1}{\Delta x}}}{\Delta x} = \lim_{y \rightarrow +\infty} \frac{yP(y)}{e^y},$$

мұндағы $y := \frac{1}{\Delta x}$ - жаңа айнымалы. Соңғы алынған шекті Лопиталь ережесі бойынша есептейтін болсақ, оның нөлге тең шығатыны айқын.

Сонымен, барлық n үшін $\frac{d^n f(0)}{dx^n} = 0$. Олай болса, (1) функциясының $x = 0$ нүктесіндегі Тейлор қатары $x = 0$ нүктесінің кез келген маңайында нөлдік функцияға тең:

$$S(x) = 0 + 0 \cdot (x-a) + \frac{1}{2!} \cdot 0 \cdot (x-a)^2 + \dots + \frac{1}{n!} \cdot 0 \cdot (x-a)^n + \dots$$

Демек, (1) функциясы $x = 0$ нүктесінде аналитикалық болмайды!

2-мысалдан жинақталатын $S(x)$ қатары $f(x)$ функциясы мәніне мүлдем «жақындамайтынын» да көрдік.

Практикада үшінші да жағдай кездеседі. Қатар жинақсыз болғанымен, оның «жеткілікті» сандағы мүшелерінің қосындысы берілген функцияны «жеткілікті» дәлдікте жуықтайды. Осы айтылғандардың математикалық анықтамаларына тоқталайық.

3-анықтама [3]. Айталық $S(x) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k x^k$ қатарының жинақтылығы міндетті болмасын. Егер

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x) - (a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n)}{x^n} = 0$$

шарты орындалса, онда $S(x)$ қатары $f(x)$ функциясы үшін $x \rightarrow 0$ кезінде асимптотикалық қатар деп аталады. Мұны $f(x) - \sum_{k=0}^n a_k x^k = o(x^n)$ түрінде де белгілейді.

3-мысал. Мынадай функция қарастырайық [3,4]: $f(x) = \int_0^{\infty} \frac{e^{-tx}}{1+t} dt$.

Абель белгісіне сай жоғарыдағы меншікті емес интегралдың $x > 0$ кезінде жинақтылығы айқын. Демек, x параметрінен тәуелді осындай интеграл арқылы әрбір $x > 0$ үшін расында да қандайда бір функция анықталады.

$|t| < 1$ болғанда орын алатын $\frac{1}{1+t} = 1 - t + t^2 - t^3 + \dots$ теңдігін барлық $t > 0$ үшін формальды түрде жалпылап, келесі қатарды қарастырайық:

$$\int_0^{\infty} e^{-tx} dt - \int_0^{\infty} te^{-tx} dt + \int_0^{\infty} t^2 e^{-tx} dt - \int_0^{\infty} t^3 e^{-tx} dt + \dots \quad (2)$$

Мұндағы қосылғыштардың жалпы түрі $I_k := \int_0^{\infty} t^k e^{-tx} dt$ болғандықтан, бөліктеп интегралдау арқылы келесі рекуррент формуланы аламыз:

$$I_k := - \left. \frac{t^k e^{-tx}}{x} \right|_0^{\infty} + \frac{k}{x} \int_0^{\infty} t^{k-1} e^{-tx} dt = - \frac{1}{x} \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{t^k}{e^{tx}} + \frac{k}{x} I_{k-1} = \frac{k}{x} I_{k-1}.$$

$I_0 := \int_0^{\infty} e^{-tx} dt = \frac{1}{x}$ екені түсінікті. Демек, рекуррент формуладан мына келіп шығады:

$$I_k := \int_0^{\infty} t^k e^{-tx} dt = \frac{k!}{x^{k+1}}. \quad (3)$$

Сонымен, (2) формуласындағы қатарды келесі эквивалентті түрге келтіруге болады:

$$S(x) := \frac{1}{x} - \frac{1!}{x^2} + \frac{2!}{x^3} - \frac{3!}{x^4} + \dots \quad (4)$$

Жалпы мүшесі $\frac{n!}{x^{n+1}}$ түрінде болғандықтан, (4) қатары жинақталмайды, себебі әрбір бекітілген $x > 0$ үшін жинақтылықтың қажетті шарты орындалмайды:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n!}{x^{n+1}} = \frac{1}{x} \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{2\pi n} \left(\frac{n}{ex} \right)^n = \infty,$$

мұнда біз $n \rightarrow \infty$ кезінде орын алатын $n! \sim \sqrt{2\pi n} \left(\frac{n}{e} \right)^n$ Стирлинг

формуласын пайдаландық. Дегенмен, (4) қатары $f(x) = \int_0^{\infty} \frac{e^{-tx}}{1+t} dt$

функциясы үшін $x \rightarrow \infty$ кезінде асимптотикалық қасиетке ие болатынын тұжырымдаймыз. Осының дәлелденуін көрсетейік. Расында да

$$\frac{1}{1+t} = 1 - t + t^2 - \dots + (-1)^{n-1} t^{n-1} + (-1)^n \frac{t^n}{1+t}$$

теңдігін e^{-tx} өрнегіне мүшелеп көбейтіп, одан кейін мүшелеп интегралдасақ, онда (3) формуласына сай мынаған келеміз:

$$\int_0^{\infty} \frac{e^{-tx}}{1+t} dt = \frac{1}{x} - \frac{1!}{x^2} + \frac{2!}{x^3} - \frac{3!}{x^4} + \dots + (-1)^{n-1} \frac{(n-1)!}{x^n} + (-1)^n \int_0^{\infty} \frac{t^n e^{-tx}}{1+t} dt.$$

Келесі белгілеулерді енгізейік:

$$S_n(x) := \frac{1}{x} - \frac{1!}{x^2} + \frac{2!}{x^3} - \frac{3!}{x^4} + \dots + (-1)^{n-1} \frac{(n-1)!}{x^n}, \quad (5)$$

$$R_n(x) := (-1)^n \int_0^{\infty} \frac{t^n e^{-tx}}{1+t} dt.$$

Сонда $f(x) = S_n(x) + R_n(x)$ теңдігіне келеміз.

$\left| \frac{1}{1+t} \right| \leq 1$ болғандықтан, $R_n(x)$ қалдық мүшесі үшін мынадай баға алынады:

$$\left| R_n(x) \right| \leq \int_0^{\infty} t^n e^{-tx} dt = \frac{n!}{x^{n+1}}.$$

Сонымен, расында да жинақсыз $\sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{n!}{x^{n+1}}$ қатары $f(x)$ функциясы үшін асимптотикалық қатар болып шықты:

$$f(x) = S_n(x) + o\left(\frac{1}{x^n}\right).$$

Демек, $f(x)$ функциясының мәндерін былайша жуықтап есептеуге болады:

$$f(x) \approx S_n(x).$$

Осы айтылған теориялық жобалардың компьютерде расталынуын көрсетеміз. Берілген функция программаға келесі команда арқылы енгізіледі:

$$> f := \text{proc}(x) \int_0^{\infty} \frac{\exp(-t \cdot x)}{1+t} dt \text{ end:}$$

Ары қарай қатардағы қосылғыштарының санын таңдаймыз:

$$> S_0 := \frac{1}{x} : n := 10$$

$$n := 10$$

(5) формуладағы $S_n(x) := \frac{1}{x} - \frac{1!}{x^2} + \dots + (-1)^{n-1} \frac{(n-1)!}{x^n}$ қосындысы

цикл бойынша орындалатын келесі команда арқылы оңай-ақ табылады:

```
for i from 1 to n do  $S_i := S_{i-1} + (-1)^i \cdot \text{simplify}\left(\frac{i!}{x^{i+1}}\right)$  end do
```

Мақала көлемін қысқарту мақсатында мұнда біз дербес қосындылардың алғашқы төртеуін ғана келтіреміз:

$$S_1 := \frac{1}{x} - \frac{1}{x^2}$$

$$S_2 := \frac{1}{x} - \frac{1}{x^2} + \frac{2}{x^3}$$

$$S_3 := \frac{1}{x} - \frac{1}{x^2} + \frac{2}{x^3} - \frac{6}{x^4}$$

$$S_4 := \frac{1}{x} - \frac{1}{x^2} + \frac{2}{x^3} - \frac{6}{x^4} + \frac{24}{x^5}$$

Айталық $f(x)$ мәнін $x = 25$ нүктесінде асимптотикалық қатардың қосындысы ретінде жуықтап табу қажет болсын. Деректерді компьютерге енгіземіз:

```
> a := 25; evalf(f(a))
```

```
a := 25
```

```
0.03851469884
```

$R_i(x)$ қалдық мүшелерінің мәндері i параметрі 1 ден n -ге дейін өзгергенде программада былай есептеледі:

```
> for i from 1 to n do  $R_i := \text{evalf}(|f(a) - \text{subs}(x = a, S_i)|)$  end do
```

```
 $R_1 := 0.00011469884$ 
```

```
 $R_2 := 0.00001330116$ 
```

```
 $R_3 := 0.00000205884$ 
```

```
 $R_4 := 3.9876 \cdot 10^{-7}$ 
```

```
 $R_5 := 9.276 \cdot 10^{-8}$ 
```

```
 $R_6 := 2.520 \cdot 10^{-8}$ 
```

```
 $R_7 := 7.83 \cdot 10^{-9}$ 
```

```
 $R_8 := 2.74 \cdot 10^{-9}$ 
```

```
 $R_9 := 1.06 \cdot 10^{-9}$ 
```

```
 $R_{10} := 4.6 \cdot 10^{-10}$ 
```

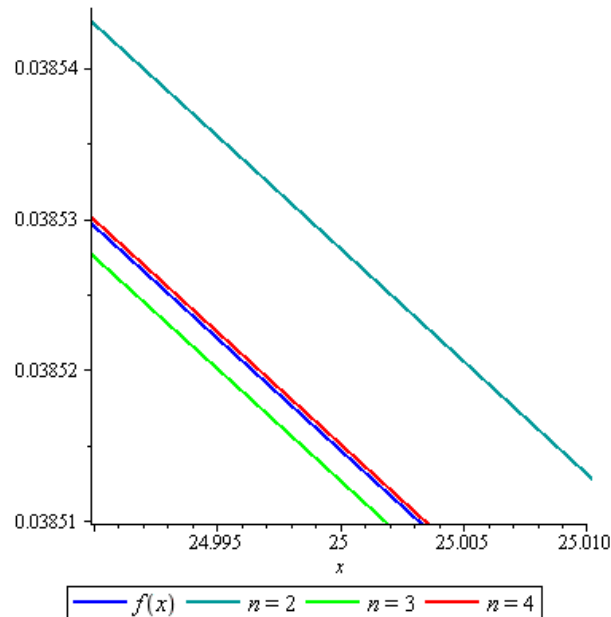
Теорияға сай $S_n(x) = \frac{1}{x} - \frac{1!}{x^2} + \dots + (-1)^{n-1} \frac{(n-1)!}{x^n}$ қосындысында

неғұрлым қосылғыштар саны көп болса, соғұрлым $f(x)$ мәні дәлірек табылады. Жоғарыдағы компьютерлік есептеулерде табылған қалдық

мүшелердің кему үрдісі де осындай теориялық қорытындыны растап тұр. Мысалға, (4) асимптотикалық қатарының

$$S_4(x) := \frac{1}{x} - \frac{1!}{x^2} + \frac{2!}{x^3} - \frac{3!}{x^4}$$

дербес қосындысы $f(x)$ функциясының $x = 25$ нүктесіндегі мәнін 10^{-7} дәрежесіне пропорционалды абсолюттік дәлдікте жуықтайды (2-суретті де қараңыз).



Сурет 2. $x = 25$ нүктесінің $\varepsilon = 0.01$ маңайында $f(x) = \int_0^{\infty} \frac{e^{-tx}}{1+t} dt$

функциясын (4) асимптотикалық қатарының $S_2(x)$, $S_3(x)$ және $S_4(x)$ дербес қосындылары арқылы жуықтау

1-ескерту. Жинақталатын Тейлор қатары міндетті түрде асимптотикалық қатар да болады. Бұл Тейлор қатары қалдық мүшесінің Пеано түрінде өрнектелуінен ақ көрініп тұр.

2-ескерту. Бұл мақаланың аясында біз қатарлардың басқа да түрлеріне тоқталып отырған жоқпыз, мысалы, Фурье қатарлары, Паде қатарлары т.б.

Қорытынды. $f(x)$ функциясын жуықтауға арналған $S(x)$ қатарлары үшін мынадай мүмкіндіктер орын алады:

1) $S(x)$ қатары жинақталады және $S(x) = f(x)$. Демек, қатар $f(x)$ функциясын жуықтайды (1-мысал);

2) $S(x)$ қатары жинақталады, алайда қатар $f(x)$ функциясын мүлдем жуықтамайды (2-мысал);

3) $S(x)$ қатары жинақталмайды, дегенмен $f(x)$ функциясын жуықтайды (3-мысал). Осы айтылғандар 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1

 $f(x)$ функциясы мен $S(x)$ қатарының ара-қатынастары

$S(x)$ қатары	x нүктесінде жинақталады	$f(x)$ мәнін жуықтайды
1-мысал	+	+
2-мысал	+	-
3-мысал	-	+

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Абиев, Н.А. Сингулярлы ауытқыған дифференциалдық теңдеулер жүйелері үшін Тихонов теоремасының компьютерде интерпретациялануы [Мәтін] / Н.А. Абиев, А.Е. Пернебаева // Механика және технологиялар. -2018. -№4. -С.59-69.
2. Tu L.W. An Introduction to Manifolds. Second edition. Universitext. Springer, New York, 2011. – 411 p.
3. Erdelyi A. Asymptotic expansions. Dover Publications Inc. VI, New York, 1956.- 108 p.
4. Wasow W. Asymptotic expansions for ordinary differential equations. Reprint. Dover Publications, Mineola, New York, 2018. -374 p.

*Материал редакцияға 09.01.20 түсті.***Н.А. Абиев, К.Г. Бекетай***Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Тараз, РК***ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИБЛИЖЕНИЯ ФУНКЦИЙ
РАСХОДЯЩИМИСЯ АСИМПТОТИЧЕСКИМИ РЯДАМИ**

Ряды являются одними из важных средств в математике и ее приложениях. Ряды часто используются при приближенных вычислениях значений функций, интегралов и решениях дифференциальных уравнений. Настоящая статья посвящена изучению асимптотических свойств расходящихся рядов. Показано преимущество компьютерных вычислительных средств. Приведены коды соответствующей Maple программы.

Ключевые слова: сходящийся ряд, расходящийся ряд, действительная аналитическая функция, асимптотический ряд.

N.A. Abiev, K.G. Beketay*M.Kh.Dulaty Taraz State University, Taraz, Kazakhstan***COMPUTATIONAL ASPECTS OF FUNCTIONS APPROXIMATION
BY DIVERGENT ASYMPTOTIC POWER SERIES**

Infinite series are one of important tools of mathematics and its applications. Infinite series are often used in approximation of functions, integrals and solving differential equations. The present work is devoted to studying of asymptotic properties of divergent power series. Efficiency of computer calculation systems are shown. Codes of a corresponding Maple program were prepared.

Keywords: convergent power series, divergent power series, real analytic function, asymptotic power series.

ӘОЖ 519.65

Н.А. Абиев¹, К.Ф. Бекетай²¹Физ.-мат. ғылым. канд., доцент, ²Магистрант

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

АСИМПТОТИКАЛЫҚ ҚАТАРЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН
КОМПЬЮТЕРДЕ ИНТЕРПРЕТАЦИЯЛАУ

Бұл жұмыс асимптотикалық қатарлардың негізгі қасиеттерін талқылауға арналған. Асимптотикалық қатарлар мен жинақты қатарлардың ұқсастықтары мен айырмашылықтары да салыстырылған. Асимптотикалық әдістердің заманауи компьютерлік жүйелерде іске асырылуы көрсетілген. Кейбір трансценденттік теңдеулердің түбірлерін табудың асимптотикалық формулалары ұсынылған.

Тірек сөздер: асимптотикалық тізбек, асимптотикалық қатар, қалдық мүше, трансценденттік теңдеу.

Жуықтау теориясында сандық әдістермен қатар асимптотикалық әдістер де жиі қолданылады. Бүгінгі таңда осы екі бағыттың комбинациялары да кең қолданыс табууда. Мысалы, күрделі дифференциалдық теңдеу алдымен өзінің қолайлы асимптотикалық аналогымен алмастырылып, содан соң оған сандық әдістер қолданған жағдайлар кездеседі. Математиканың тарихында асимптотикалық әдістер теориясы электрондық есептеуіш техникалары пайда болғанға дейінгі кезеңдерде дамығаны белгілі. Бұл үрдіс, негізінен, аспан механикасы мен тербелістер механикасының есептерін жуықтап шешуден басталған. Осы бағыттағы басты идеялар Эйлер, Стильтес, Пуанкаре сияқты математиктердің есімдерімен байланысты екенін атап өтейік.

$U \subset R$ облысында анықталған $f, g : U \rightarrow R$ функциялары берілсін. Математикалық талдаудан белгілі болғандай, $x \rightarrow x_0 \in U$ кезіндегі $f \sim g$, $f = o(g)$ және $f = O(g)$ символдары арқылы сәйкесінше келесі жағдайлар сипатталады:

$$\lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x)}{g(x)} = 1, \quad \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x)}{g(x)} = 0 \quad \text{және} \quad \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x)}{g(x)} = C, \quad 0 < C < \infty .$$

1-анықтама [1]. $\{\phi_n(x)\}_{n=0,1,2,\dots}$ функциялық тізбегі берілсін. Егер барлық $n = 0,1,2,\dots$ үшін $x \rightarrow x_0$ кезінде $\phi_{n+1}(x) = o(\phi_n(x))$ шарттары орындалса, онда $\{\phi_n(x)\}_{n=0,1,2,\dots}$ тізбегі $x \rightarrow x_0$ кезіндегі *асимптотикалық тізбек* деп аталады.

Мысалы, $\{x^n\}_{n=0,1,2,\dots}$ және $\{x^{-n}\}_{n=0,1,2,\dots}$ тізбектері сәйкесінше $x \rightarrow 0$ және $x \rightarrow \infty$ кезіндегі асимптотикалық тізбектер болатыны түсінікті.

2-анықтама [1]. $\{\phi_n(x)\}_{n=0,1,2,\dots}$ тізбегі $x \rightarrow x_0$ кезіндегі асимптотикалық тізбек болсын. Сонда $a_n \in R$ нақты коэффициентті

$S(x) := a_0\phi_0(x) + a_1\phi_1(x) + \dots + a_n\phi_n(x) + \dots$ қатары $x \rightarrow x_0$ кезіндегі асимптотикалық қатар деп аталады.

3-анықтама [1]. Егер барлық $n = 0, 1, 2, \dots$ үшін $x \rightarrow x_0$ кезінде

$$f(x) - \sum_{k=0}^n a_k \phi_k(x) = o(\phi_n(x))$$
 шарты орындалса, онда $S(x)$ қатары $f(x)$

функциясы үшін $x \rightarrow x_0$ кезіндегі асимптотикалық қатар деп аталады. Осындайда $f(x)$ функциясы $\{\phi_n(x)\}_{n=0,1,2,\dots}$ жүйесі бойынша жіктелінеді деп те айтады.

1-теорема. $f(x)$ функциясы $\{\phi_n(x)\}_{n=0,1,2,\dots}$ асимптотикалық жүйесі бойынша жіктелінген болса, онда мұндай жіктеудің $a_n \in R$ коэффициенттері жалғыз болады және төмендегі формулалардан табылады:

$$a_n = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - (a_0\phi_0(x) + a_1\phi_1(x) + \dots + a_{n-1}\phi_{n-1}(x))}{\phi_n(x)}. \quad (1)$$

Теореманың дәлелденуі [1] жұмысында келтірілген.

1-ескерту. Таңдалынған асимптотикалық тізбек бойынша жіктеудің коэффициенттері жалғыз болғанымен, берілген функцияны басқа да бір асимптотикалық тізбек бойынша қатарға жіктеуге болады. Әрине, мұндайда басқа коэффициенттер алынады.

1-мысал. $\sum_{k=0}^{\infty} x^k$ және $\sum_{k=0}^{\infty} (x+1)x^{2k}$ қатарларының әрқайсысы $f(x) := (1-x)^{-1}$ функциясының $x \rightarrow 0$ кезіндегі асимптотикалық жіктелінуі болып табылады. Бұлардың біріншісі $|x| < 1$ кезінде орын алатын

$$(1-x)^{-1} = 1 - x + x^2 - x^3 + \dots \quad (2)$$

теңдігінен түсінікті. Екіншісі $(1-x^2)^{-1} = 1 - x^2 + x^4 - x^6 + \dots$ салдарынан

келіп шығады. Енді $S_n(x) := \sum_{k=0}^n x^k$ және $P_n(x) := \sum_{k=0}^n (x+1)x^{2k}$ қосындыларын құрастырайық. Сонда

$$R_n(x) := f(x) - S_n(x) = x^n \quad \text{және} \quad Q_n(x) := f(x) - P_n(x) = (1+x)x^{2n}$$

қалдық мүшелері үшін $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{Q_n(x)}{R_n(x)} = 0$ болғандықтан, $\sum_{k=0}^{\infty} (x+1)x^{2k}$ қатары

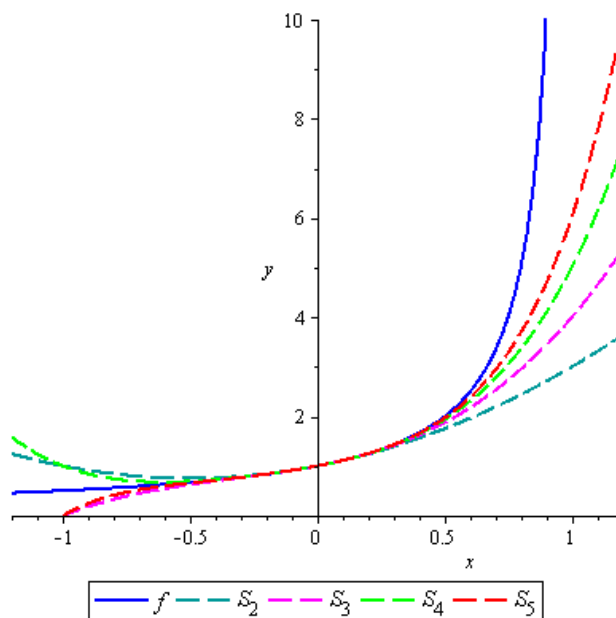
$(1-x)^{-1}$ функциясын салыстырмалы түрде жылдамырақ жуықтайды. Осы теориялық қорытындыларды $x = a = 0.2$ мәнінде қалдық мүшелерді салыстырған келесі есептеулерден байқауға болады:

```

> f := proc(x) 1/(1-x) end:
> a := 0.2; evalf(f(a))
a := 0.2
1.250000000
> n := 5: S0 := 1:
> for i from 1 to n do Si := Si-1 + xi end do:
> for i from 1 to n do Ri := evalf(|f(a) - subs(x=a, Si)|) end do
R1 := 0.050000000
R2 := 0.010000000
R3 := 0.002000000
R4 := 0.000400000
R5 := 0.000080000
> P0 := 1 + x:
> for i from 1 to n do Pi := Pi-1 + (x + 1) · x2i end do:
> for i from 1 to n do Qi := evalf(|f(a) - subs(x=a, Pi)|); end do
Q1 := 0.002000000
Q2 := 0.000080000
Q3 := 0.000003200
Q4 := 1.28 · 10-7
Q5 := 5. · 10-9

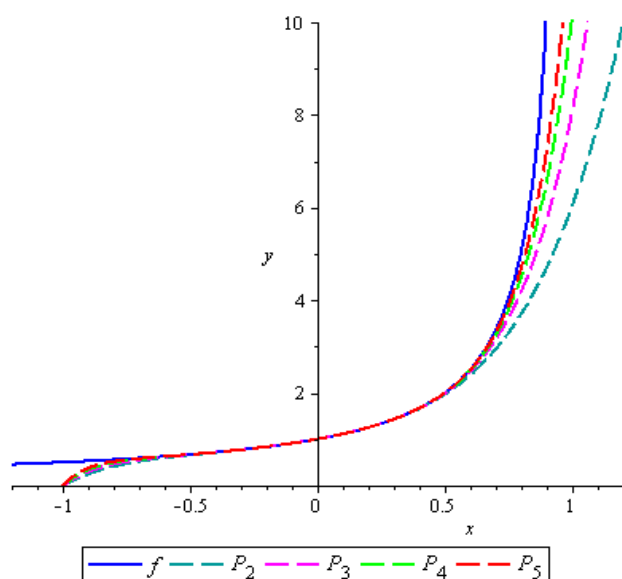
```

Осы нәтижелерді 1-ші және 2-суреттерден де көруге болады.



Сурет 1. $f(x) = (1-x)^{-1}$ функциясының $S_n(x) := \sum_{k=0}^n x^k$

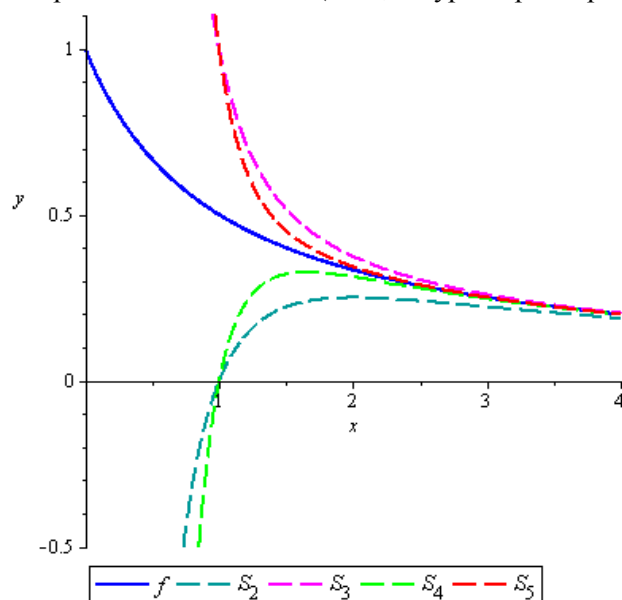
қосындыларымен жуықталынуы



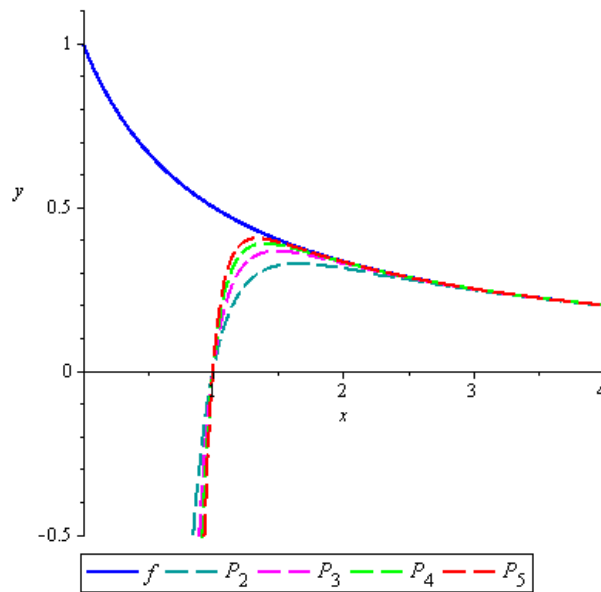
Сурет 2. $f(x) = (1 - x)^{-1}$ функциясының

$P_n(x) := \sum_{k=0}^n (x+1)x^{2k}$ қосындыларымен жуықталынуы

Тура осылайша $\sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k-1} x^{-k}$ және $\sum_{k=1}^{\infty} (x-1)x^{-2k}$ қатарларымен $f(x) := (1+x)^{-1}$ функциясын $x \rightarrow \infty$ кезінде жуықтауға болады. Мұнда да екінші қатардың артықшылығы айқын (3-ші, 4-суреттерді қараңыз).



Сурет 3. $f(x) = (1 + x)^{-1}$ функциясының $S_n(x) := \sum_{k=1}^n (-1)^{k-1} x^{-k}$ қосындыларымен жуықталынуы



Сурет 4. $f(x) = (1+x)^{-1}$ функциясының

$$P_n(x) := \sum_{k=1}^n (x-1)x^{-2k} \text{ қосындыларымен жуықталынуы}$$

Сонымен, берілген функцияның бірнеше асимптотикалық жіктеулері болуы мүмкін екендігіне көз жеткіздік.

2-ескерту. Асимптотикалық талдаудың тағы да бір қызық қасиеті - жіктелінуі бірдей бірнеше функция табылуы мүмкін.

2-мысал. $x \rightarrow 0$ кезінде $f(x) = (1-x)^{-1}$ және $g(x) = (1-x)^{-1}(1 + e^{-\frac{1}{x}})$ функциялары ортақ $\sum_{k=0}^{\infty} x^k$ асимптотикалық жіктеуіне ие болады.

Расында да $f(x) = (1-x)^{-1}$ функциясының $\{x^k\}_{k=0,1,2,\dots}$ тізбегі бойынша асимптотикасы (2) формуласында айтылған еді. Ал $g(x) = (1-x)^{-1}(1 + e^{-\frac{1}{x}})$ функциясының коэффициенттерін табу үшін (1) формуласын пайдаланамыз. Сонда

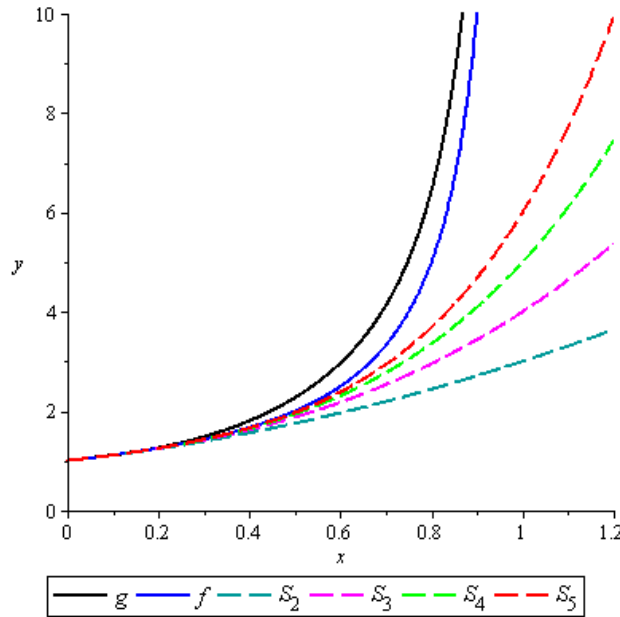
```

> g := proc(x)
    1 + c * exp(-1/x)
    / (1 - x)
end;
> a0 := lim_{x -> 0+} g(x); S_{-1} := 0;
a0 := 1
for i from 1 to n do
    S_{i-1} := S_{i-2} + a_{i-1} * x^{i-1};
    a_i := lim_{x -> 0+} (g(x) - S_{i-1}) / x^i
end do
a1 := 1
a2 := 1
a3 := 1
    
```

$$a_4 := 1$$

$$a_5 := 1$$

Көрініп тұрғандай, барлық $k = 0, 1, 2, \dots$ үшін $a_k = 1$ теңдіктері алынады. Демек, $\sum_{k=0}^{\infty} x^k$ қатары $g(x)$ функциясы үшін де асимптотикалық қатар болады (5-суретті қараңыз).



Сурет 5. $f(x) = (1-x)^{-1}$ және $g(x) = (1-x)^{-1}(1 + e^{-\frac{1}{x}})$ функцияларының

$$S_n(x) := \sum_{k=0}^n x^k \text{ қосындыларымен жуықталынуы}$$

3-ескерту. Асимптотикалық жіктеуде қосылғыштарының саны ақырлы болып қалуы мүмкін.

3-мысал. $f(x) = e^x + x^3 \ln x$ функциясының $x \rightarrow 0$ кезіндегі асимптотикалық жіктелуінде үш ғана қосылғыш болады. Расында да жіктеу коэффициенттерін (1) формула бойынша құрылған командалар арқылы табатын болсақ:

$$a_0 := 1$$

$$a_1 := 1$$

$$a_2 := \frac{1}{2}$$

$$a_3 := -\infty$$

$$a_4 := \infty$$

4-ескерту. Асимптотикалық қатарларды мүшелеп интегралдауға болады [2]. Алайда мүшелеп дифференциалдау әрқашан дұрыс бола бермейді.

4-мысал [3]. $f(x) = e^{-1/x} + \sin(e^{1/x})$ функциясы үшін $x \rightarrow 0$ кезінде $0 + 0 \cdot x + 0 \cdot x^2 + \dots$ асимптотикалық жіктеуі орын алады:

> $f := \text{proc}(x) \exp\left(-\frac{1}{x}\right) \cdot \sin\left(\exp\left(\frac{1}{x}\right)\right)$ end:

for i from 1 to n do $S_{i-1} := S_{i-2} + a_{i-1} \cdot x^{(i-1)}$: $a_i := \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x) - S_{i-1}}{x^i}$ end do

$a_1 := 0$

$a_2 := 0$

$a_3 := 0$

Алайда $\lim_{x \rightarrow 0} f'(x)$ шегі болмағандықтан, $f'(x)$ функциясы үшін асимптотикалық жіктеу табылмайды:

> $a_0 := \lim_{x \rightarrow 0^+} f'(x)$;

$a_0 := \text{undefined}$

Соңында асимптотикалық қатарлардың трансценденттік теңдеулерді шешуге қолданыстарына тоқталайық.

5-мысал [2]. a нақты оң параметрлі $x + \tanh x = a$ теңдеуі берілсін, мұндағы $\tanh x = \frac{e^{-x} - e^x}{e^{-x} + e^x}$ - гиперболалық тангенс функциясы.

Әрине, бұл теңдеу аналитикалық жолмен шешілмейді. Maple жүйесінің тікелей solve командасы да ешқандай нәтиже бермейді:

> $f := \text{proc}(x) \tanh(x)$ end:

> $F := \text{proc}(x) x + f(x) - a$ end:

> solve(F(t), t)

RootOf((e^{-Z})² _Z - (e^{-Z})² a + (e^{-Z})² + _Z - a - 1)

Берілген теңдеуді Ньютон сандық әдісімен $a = 6$ мәнінде шешіп көрейік. Алғашқы жуықтау ретінде мынаны қабылдаймыз:

> $x_1 := 4$;

$x_1 := 4$

Сонда төрт итерация арқылы табатынымыз:

> for n from 1 to 3 do $x_{n+1} := \text{evalf}\left(x_n - \frac{F(x_n)}{F'(x_n)}\right)$ end do

$x_2 := 4.999330647$

$x_3 := 5.000090779$

$x_4 := 5.000090779$

Алайда теңдеу түбірін a параметрінің әрбір бекітілген мәнінде жуықтап таба алғанымен, сандық әдіс сол түбірдің a параметрінен тәуелділік заңдылығын қандайда бір $x(a)$ формуласы түрінде көрсете алмайды. Бұл сандық әдістердің негізгі кемшілігіне жатады.

Енді түбірді асимптотикалық әдістердің көмегімен іздеп көрейік. Алдымен $x + \tanh x$ функциясы монотонды екенін байқаймыз. Демек, әрбір a мәнінде $x + \tanh x = a$ теңдеуінің жалғыз ғана $x(a)$ түбірі табылады.

Сондай ақ, $|\tanh x| < 1$ болғандықтан, $a \rightarrow \infty$ кезінде $x(a) \approx a$ болады. Осыны алғашқы жуықтау ретінде қабылдайық. $\lim_{x \rightarrow \infty} \tanh x = 1$, яғни $\tanh x = 1 + o(1)$ болғандықтан, келесі жуықтау мынадай болады:

$$x(a) \approx a - 1.$$

Ары қарай $\tanh x$ функциясын $1, e^{-x}, e^{-2x}, e^{-3x}, \dots$ асимптотикалық тізбегі бойынша жіктейтін болсақ, онда (1) формулаға және Maple командаларына сай

```

> a0 := x lim_{x -> +inf} f(x) / 1; S_{-1} := 0:
a0 := 1
for i from 1 to n do
  S_{i-1} := S_{i-2} + a_{i-1} * exp(-(i-1) * x):
  a_i := x lim_{x -> +inf} (f(x) - S_{i-1}) / exp(-i * x)
end do
a1 := 0
a2 := -2
a3 := 0
a4 := 2
a5 := 0

```

Демек, $\tanh x$ функциясы үшін $x \rightarrow \infty$ кезінде

$$\tanh x \approx 1 - 2e^{-2x} + 2e^{-4x} - 2e^{-6x} + \dots$$

асимптотикалық жіктеуі орын алады. Енді $x + \tanh x = a$ теңдеуін өзгертіп жазайық: $x = a - \tanh x$.

Сонда мынаған келеміз: $x = a - 1 + 2e^{-2x} + O(e^{-4x})$.

Сонымен бірге, $x = a - 1 + o(1)$ теңдігіне сай $e^{-2x} = O(e^{-2a})$ болғандықтан, $x + \tanh x = a$ теңдеуінің түбірі үшін

$$x(a) = a - 1 + 2e^{-2(a-1)} + O(e^{-4a})$$

асимптотикалық формуласы алынады. Осы формула арқылы, мысалы, $a = 6$ мәнінде табылатын түбір мәні жоғарыда Ньютон әдісімен табылған түбір мәнінен алшақ еместігін байқаймыз:

```

> x := proc(a) a - 1 + 2 * exp(-2 * (a - 1)) end:

```

```
> x(6)
5 + 2e-10
> evalf(x(6))
5.000090800
```

Түбірдің жоғарырақ реттегі асимптотикасын табу үшін

$$x(a) = a - 1 + 2e^{-2(a-1)} - 2e^{-4(a-1)} + \dots + (-1)^{n+1} e^{-2n(a-1)} + O(e^{-2(n+1)a})$$

формуласын ұсынуға болады.

б-мысал [2]. a нақты оң параметрлі $x^2 - \ln x = a$ теңдеуі берілсін. Жоғарыдағы тәсілдерді қолдана отырып, бұл теңдеудің түбірі үшін мынадай асимптотикалық өрнек алуға болады:

$$x(a) = \sqrt{a} \left(1 + \frac{\ln a}{4a} + O\left(\frac{1}{a}\right) \right).$$

Таңдалынған $a = 500$ мәніне сәйкес келетін $x(a)$ түбірі:

```
> x := proc(a) sqrt(a) * (1 + ln(a)/(4*a)) end;
```

```
> x(a)
10*sqrt(5) * (1 + 1/2000 * ln(500))
```

```
> evalf(x(a))
22.43016120
```

Осыған ұқсас нәтиже Ньютон әдісінің алтыншы итерациясында алынады:

```
x1 := 40
x2 := 26.29182719
x3 := 22.71415659
x4 := 22.43190205
x5 := 22.43012278
x6 := 22.43012271
```

Қорытынды. Асимптотикалық қатарлар мен жинақты қатарлардың арасында мынадай ұқсастықтар мен айырмашылықтар орын алады:

1) $f(x)$ функциясы әртүрлі $\sum_{k=0}^{\infty} a_k \phi_k(x)$ немесе $\sum_{k=0}^{\infty} b_k \psi_k(x)$ асимптотикалық қатарларына жіктелінуі мүмкін (1-мысал). Сонымен бірге, әртүрлі $f(x)$ және $g(x)$ функциялары үшін ортақ $\sum_{k=0}^{\infty} a_k \phi_k(x)$ асимптотикалық жіктелінуі табылуы мүмкін (2-мысал). Белгілей кететін жағдай- жинақты қатарларларға жіктелінген функциялар үшін мұндай қасиеттер орын алмайды, себебі қатардың коэффициенттері берілген функция

бойынша бірден-бір ғана жолмен анықталады (мысалы, Тейлор немесе Фурье қатарларында);

2) Асимптотикалық қатар ақырлы сандағы қосылғыштардан құрастырылуы мүмкін (3-мысал). Асимптотикалық қатарды мүшелеп интегралдауға болады. Алайда мүшелеп дифференциалдау әрқашан заңды бола бермейді. (4-мысал). Мұндай қасиет жинақты қатарларға да тән екенін білеміз.

3) $f(x)$ функциясы монотонды болған жағдайларда асимптотикалық қатарларға жіктеу арқылы $f(x) = a$ теңдеуінің түбірі үшін $x(a)$ асимптотикалық формуласын алуға болады (5,6-мысалдар).

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Erdelyi A. Asymptotic expansions. Dover Publications Inc. VI, New York, 1956. - 108 p.
2. Olver F.W.J. Asymptotics and special functions. Academic Press Inc., New York-London, 1974. XVI+572 p.
3. Wasow W. Asymptotic expansions for ordinary differential equations. Reprint. Dover Publications, Mineola, New York, 2018.- 374 p.

Материал редакцияға 10.01.20 түсті.

Н.А. Абиев, К.Г. Бекетай

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НА КОМПЬЮТЕРЕ СВОЙСТВ АСИМПТОТИЧЕСКИХ РЯДОВ

Работа посвящена обсуждению основных свойств асимптотических рядов. Сравняются общности и различия асимптотических и сходящихся рядов. Показана реализация асимптотических методов на современных вычислительных системах. Разобраны асимптотические формулы нахождения корней трансцендентных уравнений.

Ключевые слова: асимптотическая последовательность, асимптотический ряд, остаточный член, трансцендентное уравнение.

N.A. Abiev, K.G. Beketay

M.Kh.Dulaty Taraz State University, Taraz, Kazakhstan

INTERPRETATION ON THE COMPUTER OF PROPERTIES OF ASYMPTOTIC POWER SERIES

The work is devoted to a discussion of basic properties of asymptotic series. Similarities and differences of asymptotic and convergent series are compared. The implementation of asymptotic methods on modern computing systems is shown. Asymptotic formulas for finding the roots of transcendental equations are analyzed.

Keywords: asymptotic sequence, asymptotic power series, residual term, transcendental equation.

ЭОЖ 512.647

Н.А. Абиев¹, Ж.К. Әскербекова²¹Физ.-мат. ғылым. канд., доцент, ²Магистрант

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

АНАЛИТИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ
ПОЛИСЫЗЫҚТЫ АЛГЕБРА ЕСЕПТЕРІНЕ ҚОЛДАНЫСТАРЫ

Тензорлық есептеудің ыңғайлы және тиімді аппараты заманауи математиканың әртүрлі салаларында және оған іргелес ғылымдарда да кең қолданыс тапқан. Дегенмен, бұл аппарат тұтынушыны күрделі әрі ірі есептеулерден құтқармайды. Бұл жұмыста полисызықты алгебраның кейбір есептерін аналитикалық есептеулер жүйелерінде шешу тәсілдерін ұсына отырып, компьютерлік технологиялардың артықшылықтары көрсетілген.

Тірек сөздер: векторлық кеңістік, дуалды кеңістік, базис және кобазис, тензор.

Математиканың даму тарихында полисызықты бейнелеулер теориясының пайда болуы мен тензор ұғымының енгізілуі елеулі өзгерістерді ала келді. Жаңадан пайда болған аппараттың тиімділігі тек алгебраның өзінде ғана емес, дифференциалдық геометрияда, көпбейнелер теориясында, механикада да айқын болды. Полисызықты бейнелеулер теориясы қазіргі таңда математиканың жеткілікті зерттелінген салаларының бірі болып табылады. Мақала компьютерлік технологиялардың осы салаға қолданыстарын зерттеуге арналған.

F өрісі үстінен V векторлық кеңістігі берілсін. Жалпылықты кемітпей-ақ, $F = R$ - нақты сандар өрісі деп ұйғарайық. Келесі екі шарт орын алған жағдайда $\{e_1, \dots, e_n\} \subset V$ жиыны V векторлық кеңістігінің *базисі* деп аталады [2,5]: $\{e_1, \dots, e_n\}$ жиыны сызықты тәуелсіз және V кеңістігін туындатады (яғни V -ның кез келген элементі $\{e_1, \dots, e_n\}$ жиыны элементтерінің сызықтық комбинациясына тең болады). Сонымен қатар, базистің қуатын V векторлық кеңістігінің *өлшемі* деп атайды.

Полисызықтық функция. Кез келген $x, y \in V$ және $\lambda \in F$ үшін келесі шарт орындалғанда $T: V \rightarrow R$ функциясы *сызықтық* деп аталады: $T(x + \lambda y) = Tx + \lambda Ty$. Әрбір аргументі бойынша сызықты болатын $T: V_1 \times \dots \times V_m \rightarrow R$ функциясын *полисызықты* деп атайды, мұндағы V_1, \dots, V_m - векторлық кеңістіктер.

Дуалды кеңістік. $V \rightarrow R$ бейнелеуін іске асыратын барлық сызықтық функциялардың жиыны өз бетінше векторлық кеңістік құратыны белгілі [1,4,6]. Осындай кеңістік V векторлық кеңістігі үшін *дуалды* деп аталады да, V^* арқылы белгіленеді. V векторлық кеңістігінің берілген $\{e_1, \dots, e_n\}$

базисіне V^* кеңістігінің мынадай $\{\varepsilon^1, \dots, \varepsilon^n\}$ базисі сәйкес келеді: $\varepsilon^i(e_j) = \delta_j^i$ - Кронекер символы.

V векторлық кеңістігінде басқа да бір $\{f_1, \dots, f_n\}$ базисі берілсін. Сонда оның өзіне сай $\{\phi^1, \dots, \phi^n\}$ дуалды базисі табылады: $\phi^i(f_j) = \delta_j^i$.

Осы базистерді байланыстыратын қатынастарды көрсете кетейік. $\{f_1, \dots, f_n\}$ базисі векторларын $\{e_1, \dots, e_n\}$ базисі бойынша жіктей отырып,

$$\begin{aligned} f_i &= a_i^j e_j, & F &= A^T E, \\ e_k &= b_k^j f_j, & E &= B^T F \end{aligned} \quad (1)$$

теңдіктерін аламыз [1]. a_i^j элементтерінен құрастырылған $A = (a_i^j)$ матрицасын жаңа базиске көшу матрицасы деп атайды. Әрине, b_j^i сандары - $B := A^{-1}$ матрицасының элементтері. (1) формулаларын пайдаланып,

$$\phi^i = b_j^i \varepsilon^j, \quad \Phi = BE \quad (2)$$

теңдіктерін аламыз. Координаталарды байланыстыратын формулаларды еске салайық. Кез келген $x \in V$ элементі үшін $x = x^j e_j = \tilde{x}^i f_i$ базистік жіктеулері орын алатыны түсінікті. Сонда (1) формулалардың біріншісінен мына шығады:

$$x^j = a_i^j \tilde{x}^i, \quad X = A\tilde{X}. \quad (3)$$

Тура осылайша, $\tau = c_j \varepsilon^j = \tilde{c}_i \phi^i$ теңдіктері мен (2) формуладан алатынымыз:

$$c_j = b_j^i \tilde{c}_i, \quad C = B^T \tilde{C}. \quad (4)$$

Тензор. Мынадай дербес жағдайдағы полисызықты функцияны (r, s) – типіндегі тензор деп атайды [1,4,6]:

$$T : \underbrace{V^* \times \dots \times V^*}_r \times \underbrace{V \times \dots \times V}_s \rightarrow R.$$

1-есеп. (1,1) – типіндегі тензорларды есептеу жолдарына тоқталайық. n -өлшемді V векторлық кеңістігінде $T : V^* \times V \rightarrow R$ бисызықты функциясын қарастырамыз. Базистік векторлардағы $T(\varepsilon^i, e_j)$ мәндерін T_j^i арқылы белгілейік. Тура осылайша, жаңа базисте $T(\phi^i, f_j) := \tilde{T}_j^i$ болсын дейік. Сонда (1), (2) формулалардан

$$\tilde{T}_j^i = T(\phi^i, f_j) = T(b_m^i \varepsilon^m, a_j^l e_l) = b_m^i a_j^l T_l^m. \quad (5)$$

Айталық $x \in V$ және $\tau \in V^*$ үшін T тензорының $T(\tau, x)$ мәнін есептеу қажет етілсін. Теорияға сай $T(\tau, x)$ мәні базистердің таңдалуына тәуелді болмайды [1]. Расында да $\{e_1, \dots, e_n\}, \{\varepsilon^1, \dots, \varepsilon^n\}$ және $\{f_1, \dots, f_n\}, \{\phi^1, \dots, \phi^n\}$ базистерінде сәйкесінше

$$T(\tau, x) = T(c_i \varepsilon^i, x^j e_j) = T_j^i c_i x^j, \quad (6)$$

$$T(\tau, x) = T(\tilde{c}_i \phi^i, x^j f_j) = \tilde{T}_j^i \tilde{c}_i x^j \quad (7)$$

теңдіктері орын алады. (6) және (7) формулалары бойынша есептеулердің нәтижесі бірдей шығатынын көрсетеміз. Ол үшін (5), (4) және (3) формулаларын есепке алсақ, онда (7) формуласының оң жағы қайтадан (6) формуласына келеді:

$$\tilde{T}_j^i \tilde{c}_i x^j = b_m^i a_j^l T_l^m \tilde{c}_i x^j = T_l^m b_m^i \tilde{c}_i a_j^l x^j = T_l^m c_m x^l.$$

Енді осы байқауларымызды компьютерде сипаттаймыз. Баяндауымызды жеңілдету мақсатында қарапайым $n=2$ жағдайына тоқталайық. Біздің негізгі мақсат- ұсынылып жатқан алгоритмнің идеясын және іске асырылуын көрсету. (1) формуладағы көшу матрицасы кездейсоқ таңдалынсын:

> $A := \text{Matrix}(n, (i, j) \rightarrow a[i, j]);$

$$A := \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} \\ a_{2,1} & a_{2,2} \end{bmatrix}$$

Сонда (1), (2) формулаларға сай жаңа f, ϕ базистері e, ε базистері арқылы былайша өрнектеледі:

> $F := \text{MatrixVectorMultiply}(\text{Transpose}(A), E)$

$$F := \begin{bmatrix} a_{1,1} e_1 + a_{2,1} e_2 \\ a_{1,2} e_1 + a_{2,2} e_2 \end{bmatrix}$$

> $B := \text{MatrixInverse}(A) : \Phi := \text{simplify}(\text{MatrixVectorMultiply}(B, E))$

$$\Phi := \begin{bmatrix} -\frac{a_{1,2} \varepsilon_2 - a_{2,2} \varepsilon_1}{a_{1,1} a_{2,2} - a_{1,2} a_{2,1}} \\ \frac{a_{1,1} \varepsilon_2 - a_{2,1} \varepsilon_1}{a_{1,1} a_{2,2} - a_{1,2} a_{2,1}} \end{bmatrix}$$

$x = x^j e_j$ векторы мен $\tau = c_j \varepsilon^j$ коекторын олардың координаталары арқылы сипаттауға болады:

> $C := \langle seq(c_j, j = 1..n) \rangle : X := \langle seq(x_j, j = 1..n) \rangle :$

Сонда (6) формуласындағы $T_j^i c_i x^j$ өрнегінің мәні:

> $W := add(add(T_{i,j} \cdot C[i] \cdot X[j], j = 1..n), i = 1..n)$

$$W := T_{1,1} c_1 x_1 + T_{1,2} c_1 x_2 + T_{2,1} c_2 x_1 + T_{2,2} c_2 x_2$$

Енді (7) формуласындағы $\tilde{T}_j^i \tilde{c}_i \tilde{x}^j$ өрнегінің мәнін есептейміз. Ол үшін (3),(4) формулаларынан $\tilde{C} = (\tilde{c}_i)$ және $\tilde{X} = (\tilde{x}^j)$ векторларын табуымыз тиіс:

$\tilde{X} := simplify(MatrixVectorMultiply(B, X));$

$\tilde{C} := simplify(MatrixVectorMultiply(Transpose(A), C));$

$$\tilde{X} := \begin{bmatrix} -\frac{a_{1,2} x_2 - a_{2,2} x_1}{a_{1,1} a_{2,2} - a_{1,2} a_{2,1}} \\ \frac{a_{1,1} x_2 - a_{2,1} x_1}{a_{1,1} a_{2,2} - a_{1,2} a_{2,1}} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{C} := \begin{bmatrix} a_{1,1} c_1 + a_{2,1} c_2 \\ a_{1,2} c_1 + a_{2,2} c_2 \end{bmatrix}$$

Сонда $\tilde{T}_j^i \tilde{c}_i \tilde{x}^j$ өрнегі үшін мынаны аламыз:

> $\tilde{W} := simplify(add(add(\tilde{T}_{i,j} \cdot \tilde{C}[i] \cdot \tilde{X}[j], j = 1..n), i = 1..n))$

$$\tilde{W} := \frac{1}{a_{1,1} a_{2,2} - a_{1,2} a_{2,1}} (a_{1,1}^2 c_1 x_2 \tilde{T}_{1,2} - a_{1,1} a_{1,2} c_1 x_2 \tilde{T}_{1,1} + a_{1,1} a_{1,2} c_1 x_2 \tilde{T}_{2,2} - a_{1,1} a_{2,1} c_1 x_1 \tilde{T}_{1,2} + a_{1,1} a_{2,1} c_2 x_2 \tilde{T}_{1,2} + a_{1,1} a_{2,2} c_1 x_1 \tilde{T}_{1,1} + a_{1,1} a_{2,2} c_2 x_2 \tilde{T}_{2,2} - a_{1,2}^2 c_1 x_2 \tilde{T}_{2,1} - a_{1,2} a_{2,1} c_1 x_1 \tilde{T}_{2,2} - a_{1,2} a_{2,1} c_2 x_2 \tilde{T}_{1,1} + a_{1,2} a_{2,2} c_1 x_1 \tilde{T}_{2,1} - a_{1,2} a_{2,2} c_2 x_2 \tilde{T}_{2,1} - a_{2,1}^2 c_2 x_1 \tilde{T}_{1,2} + a_{2,1} a_{2,2} c_2 x_1 \tilde{T}_{1,1} - a_{2,1} a_{2,2} c_2 x_1 \tilde{T}_{2,2} + a_{2,2}^2 c_2 x_1 \tilde{T}_{2,1})$$

(5) формуласынан \tilde{T}_j^i матрицасы элементтері табылады:

for i from 1 to n do for j from 1 to n do

$\tilde{T}_{i,j} := add(B_{i,m} \cdot add(T_{m,l} \cdot A_{l,j}, l = 1..n), m = 1..n)$

end do end do

Алгоритмнің соңғы қадамында $\tilde{T}_j^i \tilde{c}_i \tilde{x}^j = T_j^i c_i x^j$ теңдігі расталынады:

> $simplify\left(\frac{\tilde{W}}{W}\right)$

2-есеп [1]. (1,2) – типіндегі $T : V^* \times V \times V \rightarrow R$ тензорын қарастырайық. Базистік векторлардағы $T(\varepsilon^i, e_j, e_k)$ мәндерін $T_{j,k}^i$ арқылы белгілейік. Тура осылайша, жаңа базисте $T(\phi^i, f_j, f_k) := \tilde{T}_{j,k}^i$ болсын дейік. Сонда (5) формуланың мынадай жалпылануы алынады [1]:

$$\tilde{T}_{j,k}^i = b_m^i a_j^l a_k^p T_{l,p}^m. \quad (8)$$

Мұнда 1-есептегі алгоритмнің идеясы сақтала отырып, тек программаның фрагменттері жалпыланады. Анығырақ айтқанда, жоғарыда сипатталынған қос циклдардың орнына сәйкесінше мұнда қабатталынған үш цикл бойынша есептеулер жүргізіледі. Осыны демонстрациялау үшін қайтадан $n = 2$ жағдайына тоқталайық. Бірқалыпты үлестірілген кездейсоқ шамалардың генераторын пайдаланып, көшу матрицасын таңдаймыз:

$$A := \begin{bmatrix} 7 & 9 \\ 0 & 8 \end{bmatrix}$$

Сонда жаңа f, ϕ базистері:

$$F := \begin{bmatrix} 7e_1 \\ 9e_1 + 8e_2 \end{bmatrix}$$

$$\Phi := \begin{bmatrix} \frac{1}{7}\varepsilon_1 - \frac{9}{56}\varepsilon_2 \\ \frac{1}{8}\varepsilon_2 \end{bmatrix}$$

Мұнда енді $x = x^j e_j$, $y = y^k e_k$ векторларын және $\tau = c_j \varepsilon^j$ ковекторын енгізуге тиіспіз:

$$\triangleright X := \langle \text{seq}(x_p, j=1..n) \rangle : Y := \langle \text{seq}(y_p, j=1..n) \rangle : C := \langle \text{seq}(c_p, j=1..n) \rangle :$$

Сонда (6) формулаға сай e, ε базистеріндегі $T(\tau, x, y)$ мынадай болады:

$$\triangleright W := \text{add}(\text{add}(\text{add}(T_{i,j,k} \cdot C[i] \cdot X[j] \cdot Y[k], j=1..n), i=1..n), k=1..n)$$

$$W := T_{1,1,1} c_1 x_1 y_1 + T_{1,1,2} c_1 x_1 y_2 + T_{1,2,1} c_1 x_2 y_1 + T_{1,2,2} c_1 x_2 y_2 + T_{2,1,1} c_2 x_1 y_1$$

$$+ T_{2,1,2} c_2 x_1 y_2 + T_{2,2,1} c_2 x_2 y_1 + T_{2,2,2} c_2 x_2 y_2$$

(3), (4) формулалары бойынша x, y және τ векторларының жаңа базистегі координаталарын есептейміз:

$$\tilde{X} := \text{simplify}(\text{MatrixVectorMultiply}(B, X));$$

$$\tilde{Y} := \text{simplify}(\text{MatrixVectorMultiply}(B, Y));$$

$$\tilde{C} := \text{simplify}(\text{MatrixVectorMultiply}(\text{Transpose}(A), C));$$

$$\tilde{X} := \begin{bmatrix} \frac{1}{7}x_1 - \frac{9}{56}x_2 \\ \frac{1}{8}x_2 \end{bmatrix}$$

$$\tilde{Y} := \begin{bmatrix} \frac{1}{7}y_1 - \frac{9}{56}y_2 \\ \frac{1}{8}y_2 \end{bmatrix}$$

$$\tilde{C} := \begin{bmatrix} 7c_1 \\ 9c_1 + 8c_2 \end{bmatrix}$$

Олай болса, (7) формулаға сай f, ϕ базистерінде $T(\tau, x, y)$ мына түрге келеді:

$$\tilde{W} := \text{simplify}(\text{add}(\text{add}(\text{add}(T_{i,j,k} \cdot \tilde{C}[i] \cdot \tilde{X}[j] \cdot \tilde{Y}[k], j=1..n), i=1..n), k=1..n))$$

$$\begin{aligned} \tilde{W} := & \frac{7}{64} \tilde{T}_{1,2,2} c_1 x_2 y_2 + \frac{1}{7} \tilde{T}_{1,1,1} c_1 x_1 y_1 - \frac{9}{56} \tilde{T}_{1,1,1} c_1 x_1 y_2 - \frac{9}{56} \tilde{T}_{1,1,1} c_1 x_2 y_1 \\ & + \frac{81}{448} \tilde{T}_{1,1,1} c_1 x_2 y_2 + \frac{1}{8} \tilde{T}_{1,2,1} c_1 x_2 y_1 - \frac{9}{64} \tilde{T}_{1,2,1} c_1 x_2 y_2 + \frac{9}{49} \tilde{T}_{2,1,1} c_1 x_1 y_1 \\ & - \frac{81}{392} \tilde{T}_{2,1,1} c_1 x_1 y_2 - \frac{81}{392} \tilde{T}_{2,1,1} c_1 x_2 y_1 + \frac{729}{3136} \tilde{T}_{2,1,1} c_1 x_2 y_2 \\ & + \frac{8}{49} \tilde{T}_{2,1,1} c_2 x_1 y_1 - \frac{9}{49} \tilde{T}_{2,1,1} c_2 x_1 y_2 - \frac{9}{49} \tilde{T}_{2,1,1} c_2 x_2 y_1 + \frac{81}{392} \tilde{T}_{2,1,1} c_2 x_2 y_2 \\ & + \frac{9}{56} \tilde{T}_{2,2,1} x_2 c_1 y_1 - \frac{81}{448} \tilde{T}_{2,2,1} x_2 c_1 y_2 + \frac{1}{7} \tilde{T}_{2,2,1} x_2 c_2 y_1 - \frac{9}{56} \tilde{T}_{2,2,1} x_2 c_2 y_2 \\ & + \frac{1}{8} \tilde{T}_{1,1,2} c_1 y_2 x_1 - \frac{9}{64} \tilde{T}_{1,1,2} c_1 y_2 x_2 + \frac{9}{56} \tilde{T}_{2,1,2} y_2 c_1 x_1 - \frac{81}{448} \tilde{T}_{2,1,2} y_2 c_1 x_2 \\ & + \frac{1}{7} \tilde{T}_{2,1,2} y_2 c_2 x_1 - \frac{9}{56} \tilde{T}_{2,1,2} y_2 c_2 x_2 + \frac{9}{64} \tilde{T}_{2,2,2} x_2 y_2 c_1 + \frac{1}{8} \tilde{T}_{2,2,2} x_2 y_2 c_2 \end{aligned}$$

Жоғарыда айтылғандай, (8) формуласы қабатталынған үш цикл арқылы программаланады:

```
for i from 1 to n do for j from 1 to n do for k from 1 to n do
  Ti,j,k := add(Bi,m · add(Al,j · add(Ap,k · Tm,l,p, p=1..n), l=1..n), m=1..n)
end do end do end do
```

Мұнда да алатынымыз

$$> \text{simplify}\left(\frac{\tilde{W}}{W}\right)$$

1

Енді мысалға тоқталайық. Айталық кездейсоқ генератор көмегімен

$$> X := \langle \text{seq}(\beta(\cdot), j=1..n) \rangle; Y := \langle \text{seq}(\beta(\cdot), j=1..n) \rangle; C := \langle \text{seq}(\beta(\cdot), j=1..n) \rangle;$$

$$X := \begin{bmatrix} -2 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$Y := \begin{bmatrix} 0 \\ 9 \end{bmatrix}$$

$$C := \begin{bmatrix} -3 \\ -2 \end{bmatrix}$$

координаталары таңдалынды дейік. Сонда e, ε базистеріндегі $T(\tau, x, y)$ мәні мынаған тең шығады:

$$\triangleright W := \text{add}(\text{add}(\text{add}(T_{i,j,k} \cdot C[i] \cdot X[j] \cdot Y[k], j = 1 \dots n), i = 1 \dots n), k = 1 \dots n)$$

$$W := -27$$

Сәйкесінше жаңа f, ϕ базистеріндегі координаталар:

$$\tilde{X} := \begin{bmatrix} -\frac{25}{56} \\ \frac{1}{8} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{Y} := \begin{bmatrix} -\frac{81}{56} \\ \frac{9}{8} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{C} := \begin{bmatrix} -21 \\ -43 \end{bmatrix}$$

Осылардан T тензорының $T(\tau, x, y)$ мәні f, ϕ базистерінде де сақталатыны көрініп тұр:

$$\triangleright \tilde{W} := \text{add}(\text{add}(\text{add}(\tilde{T}_{i,j,k} \cdot \tilde{C}[i] \cdot \tilde{X}[j] \cdot \tilde{Y}[k], j = 1 \dots n), i = 1 \dots n), k = 1 \dots n)$$

$$\tilde{W} := -27$$

Қорытынды. 1) Компьютерлік есептеулерде расталынған негізгі нәтиже- полисызықты бейнелеудің мәні оның аргументтерінен ғана тәуелді болатыны және сол мәндің кез келген базистегі тұрақтылығы. Осындай қасиет полисызықты бейнелеудің инварианттылығын, яғни оның мәнінің базистің таңдалуынан тәуелсіздігін білдіреді.

2) Сонымен қатар, полисызықты алгебраның есептері есептеу үшін күрделі екенін де көрсеттік. $T: V^* \times V \times V \rightarrow R$ тензоры үшін V кеңістігінің өлшемі типті 2-ге тең болған күнде де $T(\tau, x, y)$ мәндерін қолмен есептеу қиынға тұратынын байқаймыз.

Ескерту. Maple есептеу жүйесі кең мүмкіншіліктерді қамтиды. Сондықтан, мысалы, with(tensor) кітапханасында осындағы есептерді жылдамырақ есептейтін немесе программа мәтінін қысқартатын командалар табылуы ықтимал. Maple жүйесінің осындай құралдарымен әзірше таныс болмаған себепті, біз with(LinearAlgebra) кітапханасы командаларына сүйендік.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Bishop R.L., Goldberg S.I. Tensor analysis on manifolds. The Macmillan Co., New 266

- York; Collier-Macmillan Ltd., London, 1968. viii+280pp.
2. Blyth T.S., Robertson E.F. Basic Linear Algebra. Springer Undergraduate Mathematics Series. Second edition. Springer-Verlag, London, 2002. 232 pp.
 3. Borwein J.M., Skerritt M.P. An introduction to modern mathematical computing. With Maple. Springer Undergraduate Texts in Mathematics and Technology. Springer, New York, 2011. xvi+216 pp.
 4. Bowen R. M., Wang C.-C. Introduction to Vectors and Tensors, Vol. 1: Linear and Multilinear Algebra. Mineola, NY: Dover Publications, 2008. viii+294p.
 5. Friedberg S.H., Insel A.J., Spence L.E. Linear Algebra. Second edition. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1989. xiv+530 pp.
 6. Grinfeld P. Introduction to tensor analysis and the calculus of moving surfaces. Springer, New York, 2013. xiv+302 pp.

Материал редакцияға 27.01.20 түсті.

Н.А. Абиев, Ж.К. Аскербекова

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Тараз, РК

ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ К ЗАДАЧАМ ПОЛИЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ

Тензорное исчисление обладает удобным и эффективным вычислительным аппаратом, который нашел широкое применение в самых различных разделах математики и смежных с ней наук. Тем не менее этот аппарат не избавляет пользователя от рутинных и громоздких вычислений. В работе предложены способы решения некоторых задач полилинейной алгебры в системах аналитических вычислений с демонстрацией преимуществ компьютерных технологий.

Ключевые слова: векторное пространство, дуальное пространство, базис, кобазис, тензор.

N.A. Abiev, Zh.K. Askerbekova

M.Kh.Dulaty Taraz State University, Taraz, Kazakhstan

APPLICATIONS OF ANALYTICAL COMPUTING SYSTEMS TO PROBLEMS OF MULTILINEAR ALGEBRA

Tensor calculus has a convenient and efficient computing apparatus, which has found wide application in various fields of mathematics and related sciences. Nevertheless, this apparatus does not save the user from routine and huge calculations. The paper offers methods for solving some problems of multilinear algebra in analytical computing systems with a demonstration of computer technology advantages.

Keywords: vector space, dual space, basis, cobasis, tensor.