



ISSN 2308-9865

№3,
2019

МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ғылыми журналды



Научный журнал

МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ



Scientific Journal

MECHANICS & TECHNOLOGIES



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

№ 3 (65)
Шілде-қыркүйек
2019 ж.

Бас редактор И.И. Бекбасаров

Редакция алқасы: Н.А. Абиев, Б. Абзалбекұлы, К.И. Баданов,
И.И. Бекбасаров, Ю.Л. Винников, Н.А. Горбатовская,
Г.Е. Жидекулова, М.Т. Кейкиманова, Б.А. Койайдаров,
С.М. Койбаков, 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, А.Н. Семернин, Н.А. Смирнова,
Е.С. Спандияров, А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

Корректор және компьютерлік беттеу Е.И. Атенов

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 02.10.2019. Форматы 70×180/16. Шартты баспа
табағы 17,2. Тираж 300 дана. Тапсырыс 712.

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

© М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, 2019

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

№ 3 (65)
Июль-сентябрь
2019 г.

Главный редактор И.И. Бекбасаров

Редакционная коллегия: Н.А. Абиев, Б. Абзалбекулы, К.И. Баданов,
И.И. Бекбасаров, Ю.Л. Винников, Н.А. Горбатовская,
Г.Е. Жидекулова, М.Т. Кейкиманова, Б.А. Койайдаров,
С.М. Койбаков, М.М. Мукумов, М.И. Никитенко, А. Нурлыбаева,
Г.Е. Омарова, С.А. Орынбаев, А.В. Пилягин, А.А. Сагындыков,
Х.Р. Садиева, А.С. Сейтказиев, А.Н. Семернин, Н.А. Смирнова,
Е.С. Спандияров, 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 02.10.2019. Формат 70×180/16. Усл. печ. л. 17,2. Тираж
300 экз. Заявка 712.

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

© Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, 2019

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

№ 3 (65)

July-September
2019

Editor in chief I.I. Bekbasarov

Editorial board: N.A. Abiev, B. Abzalbekuly, K.I. Badanov,
I.I. Bekbasarov, N.A. Gorbatovskaya, M.T. Keikimanova,
B.A. Koiaidarov, S.M. Koibakov, 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, Yu.L. Vinnikov, G.Y. Zhidekulova

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 02.10.2019. Form 70×180/16. Cond. print. sh. 17.2. Edition 300 copies. Application 712.

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, 2019

МАЗМУНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

МЕХАНИКА И ОБРАБОКА МАТЕРИАЛОВ

- Мардонов Б.Т., Шеров К.Т., Куанов И.С., Шеров А.К.,
Изотова А.С., Альжанова А.Г.**
Аяқтаушы өңдеуден соң цилиндрлік тісті дөңгелек тістерінің
микроқаттылығын зерттеу 6
- Сазамбаева Б.Т., Тогизбаева Б.Б., Маханов М., Джундибаев В.Е.,
Сексенбай М.Ж., Канаева Ж.М., Ибрагимов А.**
К вопросу определения напряженно-деформированного состояния
режущего диска рабочего оборудования гидравлического экскаватора .. 13
- Кейкиманова М.Т., Узбекова Д.С., Муканалы Т.**
Динамические свойства квазидвумерной однокомпонентной плазмы ... 20

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

- Умирзакова С.Х., Солтыбаева Б.Е.**
Применение муки цельнозерновой пшеничной в производстве кекса 39
- Borankulova A.S., Abdikaem U.D., Akhmet Z.S.**
Studies of the physico-chemical composition of the rosehip extract and
syrup, obtained on the basis of cottage cheese whey 45
- Киябаева А.Т., Муратов С.А., Оңғарбаева Н.О., Нурмат Д.Н.**
Қазақстандық селекциясының тритикале дәнінің физикалық
қасиеттерін зерттеу 50
- Амирханов Қ.Ж., Игенбаев А.Қ.**
Өсімдік шикізатын және құс етін геродиеталық өнім өндіруде қолдану .. 57

ТЕХНОЛОГИИ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- Ракипов В.Г., Гуляев Р.А., Юнусов Р.Ф., Назиров Р.Р.**
Разработка установки для сушки хлопка-сырца с применением в
качестве энергоносителя сжиженный углеводородный газ 64
- Байешов Б.Т., Раева Б.О.**
Анализ внешнего фактора на свойств материала швейных изделий 74
- Байешов Б.Т., Уалиев Б.М., Байешов Б.Б.**
Қой терісін шелдейтін механизмнің бейімдеуші күшін анықтау 79
- Байешов Б.Т., Байешов Б.Б., Сахыбаев Р.Т.**
Қой терісін шелдейтін тасымалдағыш механизмдегі тері бетіндегі еттер
мен майлардың сығылып деформациялануы 85

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

- Абдрахманова К.А., Байджанов Д.О.**
Влияние комплексных минеральных добавок и пластификатора на
свойства цементного камня 92

Есиркепова А.Б., Шеров К.Т., Бақтыбай И.С. Темірбетон бұйымдарын дайындау кезінде арматуралық шыбықтарды біріктіру тәсілдерін зерттеу	96
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ЭНЕРГЕТИКА

Глушков И.Н., Артамонова О.Н., Михайлов А.В., Виньков Я.В., Шальнов А.К. Перспективы и практические недостатки перехода от традиционных источников энергии к альтернативным	107
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

МЕЛИОРАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Жатқанбаева А.О., Юлдашева Д.И. Тамшылатып суғару кезінде топырақта қалыптасатын ылғалдану контурының ерекшеліктері	112
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

ЭКОЛОГИЯ

Қусмухамбетов М.Е., Байтурсев А.М. Исследование физико-химических свойств пыли на ТФ ТОО «Казфосфат» (НДФЗ)	120
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Механика и обработка материалов

УДК 621.9.1

**Б.Т. Мардонов¹, К.Т. Шеров², И.С. Қуанов³, А.К. Шеров⁴,
А.С. Изотова⁵, А.Г. Альжанова⁶**

¹Техн. ғылымдары д-ры, доцент, ²Техн. ғылымдары д-ры, профессор,
³Техн. ғылымдары магистрі, ⁴PhD д-ры, ⁵Аға оқытушы, ⁶Магистрант

¹Науаи мемлекеттік тау-кен институты, Науаи қ., Өзбекстан
^{2,3,5,6}Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті,
Қарағанды қ., Қазақстан

⁴«Қазақстан авиациялық индустриясы» ЖШС конструкторлық бюросы,
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан

Электрондық пошта: ¹mbt69@mail.ru, ²shkt1965@mail.ru,
³isa_kuan@mail.ru, ⁴knyazluni@mail.ru, ⁵aikerimizat@mail.ru, ⁶lunnaiaduwa@mail.ru

АЯҚТАУШЫ ӨНДЕУДЕН СОҢ ЦИЛИНДРЛІК ТІСТІ ДӨНГЕЛЕК ТІСТЕРІНІҢ МИКРОҚАТТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

Мақалада Р6М5 және ШХ15 болаттарынан даярланған «шевер-прикатниктермен» өңдеуден соң тістердің өңделген беттерінің микроқаттылықтарын зерттеу нәтижелері берілген. Микроқаттылықтың орташа мәні HB263-279 шегінде болатындығы анықталған. Кесу жылдамдығын арттыру тісті дөңгелек тісінің бүйірлік және негізгі жұмыс бетінің микроқаттылығына теріс әсер ететіндігі, ал азайту беттің кедір-бұдырлығының артуына әкелетіндігі айқындалған.

Тірек сөздер: шевер-прикатник, микроқаттылық, цилиндрлік тісті дөңгелек, тіс пішіні, аяқтаушы өңдеу.

Зерттеу өзектілігі. Орындалған зерттеулер [1,2] машина жасау саласының, атап айтқанда тісті дөңгелектер өндірісінің қазіргі жай-күйі прогрессивті технологиялық жабдықтарды, кесетін құралдарды және механикалық өңдеудің жоғары өнімді ресурс үнемдейтін технологияларын әзірлеу және енгізу қажеттілігін көрсетіп отыр. Тісті дөңгелектерді дайындаудың технологиялық процестерінің үздіксіз жетілдірілуіне қарамастан, тісті жасау операцияларының еңбек сыйымдылығы өте жоғары болып қалады және тісті дөңгелектерді механикалық өңдеудің жалпы еңбек сыйымдылығы 50-60% құрайды [3]. Тісті дөңгелектерді өңдеу дәлдігі мен сапасының талап етілетін жоғары көрсеткіштерін қамтамасыз етуге оларды дайындау технологиясын жетілдіру жолымен қол жеткізіледі.

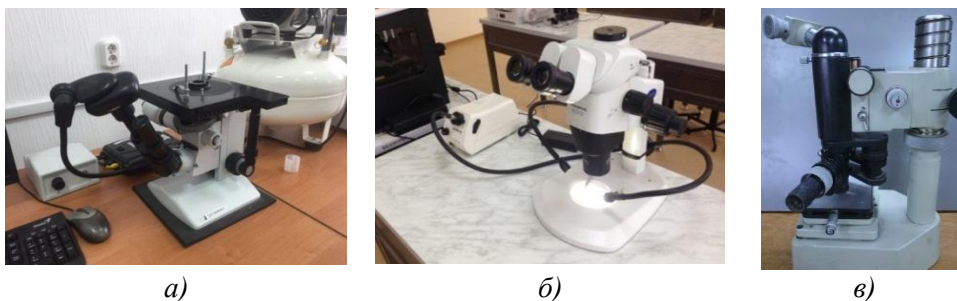
Бұл мәселені шешу үшін тісті цилиндрлік тісті дөңгелектердің тістерін соңғы өңдеу үшін ресурс үнемдеуші әдіс пен құрал құрылымы ("шевер-прикатник") әзірленді [4,5].

"Шевер-прикатникпен" өңдеу кезінде тістің түйіспелі беттерінің қорытынды жай-күйінің қасиеттерін толық бағалау үшін бүйір беттерінің

әртүрлі учаскелеріндегі микроқаттылықтың зерттеулері күмәнсіз қызығушылық тудырады. Осыған байланысты цилиндрлік тісті дөңгелек тістерінің бүйір беттерінің микро қаттылығын "шевер-прикатник" өңдеу кезінде зерттеу өзекті міндет болып табылады.

Зерттеу әдістемесі мен жабдықтары. Зерттеу әдістемесі жалпы алғанда металдар мен қорытпалар теориясы, металдар технологиясы, материалтану және металтану сияқты ғылымның ғылыми жағдайына негізделген. Тістің бүйірлік жұмыс беттеріндегі микро қаттылықты зерттеу бұрын әзірленген әдістеме бойынша жүргізілді [6,7]. Микро қаттылықты анықтау кезінде ПМТ-3М аспабы қолданылды. Металлографиялық зерттеулер Olympus SZX10 модульдік оптикалық микроскоптың көмегімен орындалды. Үлгілердің микроқұрылымдары металлографиялық микроскоптың көмегімен ЛОМО МЕТАМ РВ-21 арқылы зерттелді.

1-суретте зерттеу кезінде пайдаланылған аспаптар көрсетілген.

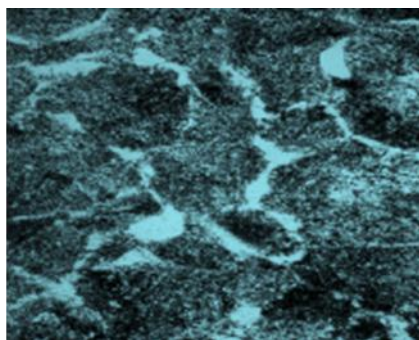


a - ЛОМО МЕТАМ РВ-21 металлографиялық микроскобы; *б* - Olympus SZX10 модульді оптикалық микроскобы; *в* - ПМТ-3М аспабы

Сурет 1. Зерттеу кезінде пайдаланылған аспаптар

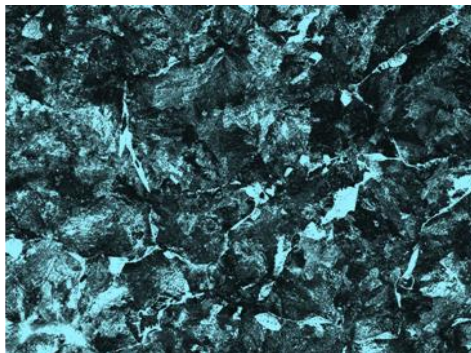
40X маркалы болат құрылымын зерттеу. Металлографиялық РВ-21 ЛОМО МЕТАМ микроскоптың көмегімен үлгілердің микроқұрылымдары зерттелді.

2-суретте 40X маркалы болатты ыстықтай тапталған илем құрылымының суреті көрсетілген.



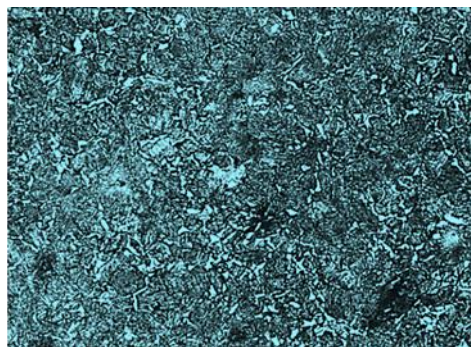
Сурет 2. 40X-перлит + феррит, x500 болат маркалы ыстықтай тапталған (горячекатаного) илемінің құрылымы

Суреттерден макро құрылымы біртекті болып табылатыны, катпарлануы және шөгетін қопсытқыштар жоқ, жарықтар немесе басқа да ақаулар байқалмайтыны көрінеді. 40X болаттан жасалған бастапқы дайындаманың микроқұрылымының суреті сорбиттік перлит болып табылады, 3-суретте 200 есе ұлғайған кезі ұсынылған.



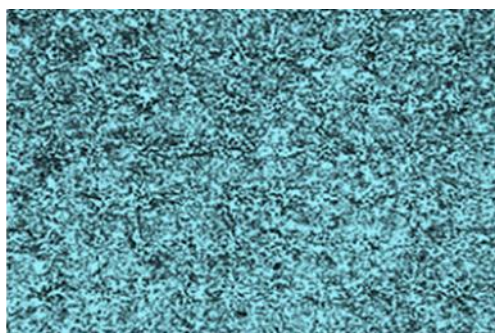
Сурет 3. Қалыпқа келтірілгеннен кейінгі болаттың микроқұрылымы, x200

40X болаттың қалыпқа келтірілгеннен кейін эвтектоидқа дейінгі болаттың типтік феррит-перлитті құрылымы бар. 4-суретте шыңқтырылғаннан кейін 40X болаттың микроқұрылымының суреті көрсетілген.



Сурет 4. Шыңқтырылғаннан кейінгі болаттың микроқұрылымы, x200

40X болат үшін шыңқтырылғаннан кейін 500-650 °C температурада жоғары температуралық босату қолданылады. Шыңқтыру нәтижесінде ішкі кернеу алынады. 5-суретте 40X болаттың сорбиттінің микроқұрылымының суреті көрсетілген.

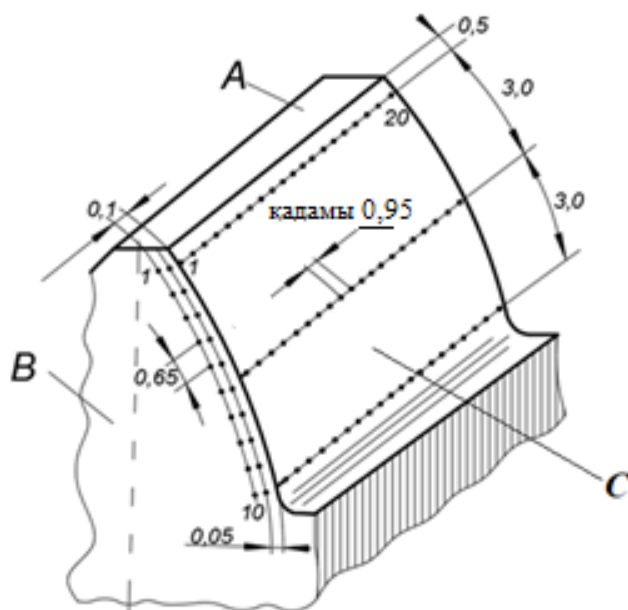


Сурет 5. Жақсартудан кейін 40X болаттың микроқұрылымының суреті, x200

200x ұлғайған кезде, микроталдау құрылымы жақсарғаннан кейін сорбит болатынын көрсетеді. 500-650 °С кезінде шыңдалған болаттың құрылымы сорбиттен тұрады.

Микроқаттылықты зерттеу. Тістің бүйірлік бетінің микро қаттылығын зерттеу 240-280НВ қаттылығы 40Х жақсартылған болаттан жасалған цилиндрлік тісті дөңгелектерде ($m = 3$ мм, $\alpha = 24$) жүргізілді. Өңдеу Р6М5 және ШХ15 болаттан жасалған шевер-прикатниктерді қолдану арқылы жүзеге асырылды, 200 ÷ 400 айн/мин диапазонында кесу жылдамдығы кезінде тұрақты берілетін $S=0,1$ мм/айн / мин [8].

Микроқаттылықты өлшеу сұлбасы Нц тістің жұмыс беттерінің микрошлифтерінде 6-суретте көрсетілген.

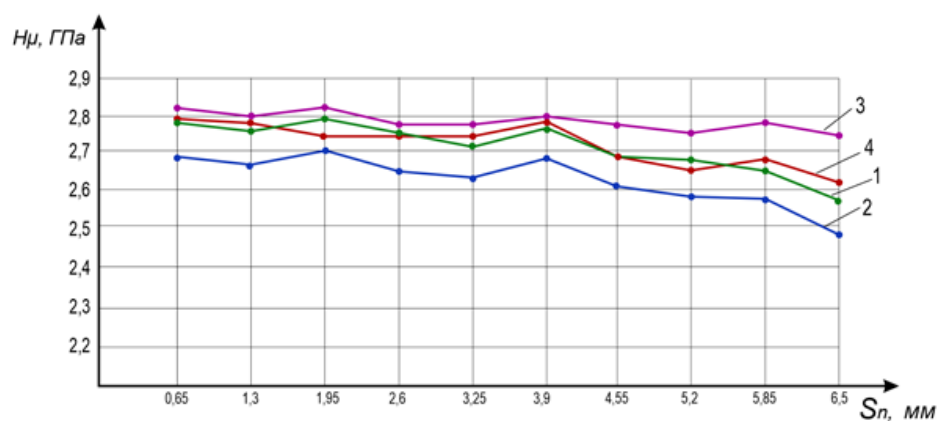


Сурет 6. Микроқаттылықты өлшеу сұлбасы

Микроқаттылықты өлшеу С және В тісінің жұмыс беттеріне жүргізілді. Өлшеулер осьаралық арақашықтығы 3 мм параллель орналасқан үш жерде жүргізілді және өлшеулер А бетінен 0,5 мм қашықтықта басталды. Бұл ретте өлшенетін нүктелердің қадамы 0,95 мм құрайды және нүктелер саны 20 (үш жерде барлығы 60) құрайды.

Микротұрақтылық В бетінде 0,05 мм және 0,1 мм аралықтағы параллель орналасқан екі жерде өлшенген. Бұл ретте өлшенетін нүктелердің саны 10 (екі жерде барлығы 20) құрайды, өлшенетін нүктелердің арасындағы қадам 0,65 мм-ге тең. Алынған нәтижелердің негізінде тістің эвольвенттік профилінің бойымен бүйір бетінде және тістің жұмыс бүйірінде микро қаттылықты бөлу кестесі жасалды.

7-суретте тістің эвольвенттік профилінің бойымен бүйір бетінде микро қаттылықты бөлу кестесі көрсетілген.

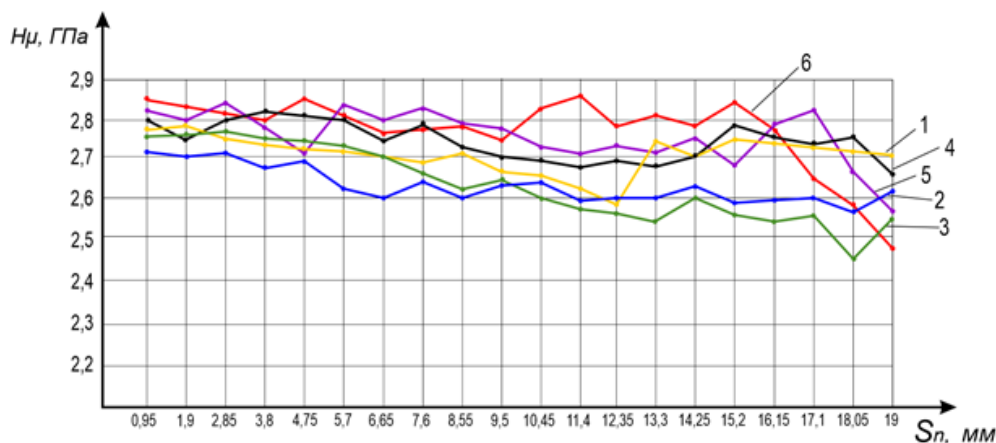


1-Р6М5, 0,05 мм; 2-Р6М5, 0,1 мм; 3-ШХ15, 0,05 мм; 4-ШХ15, 0,1 мм

Сурет 7. Тістің эвольвенттік профілі бойымен тік беттегі микро қаттылықты үлестіру кестесі

8-суретте тістің жұмыс бүйірлік бетінде микро қаттылықты бөлу кестесі көрсетілген. Тісті дөңгелектің жұмыс бетіндегі микроқаттылықты зерттеу нәтижелері (7-сурет) Р6М5 болаттан жасалған "шевер-прикатникті" пайдалана отырып өңдеу кезінде микроқаттылықтың мәні НВ 248-279 шегінде, ал НВ 261-282 шегінде ШХ15 болаттан жасалған "шевер-прикатникті" пайдалана отырып өңдеу кезінде алынатынын көрсетті. Микроқаттылықтың орташа мәні НВ 263-279 шегінде.

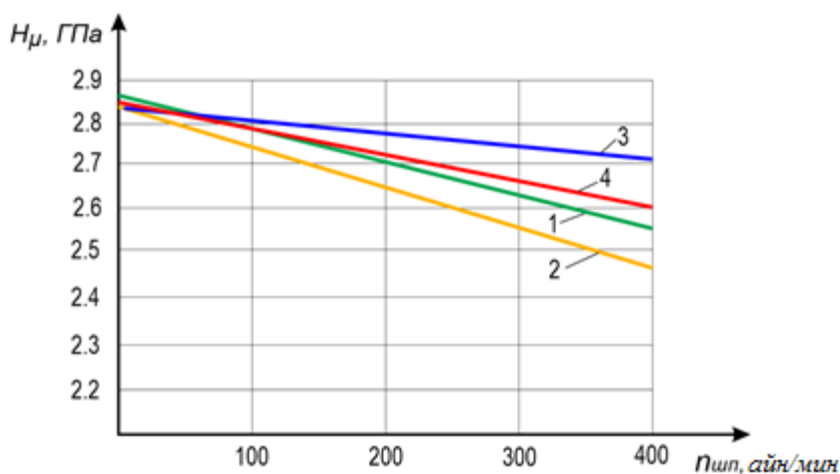
Тісті дөңгелектен С жұмыс бетіндегі микроқаттылықты зерттеу нәтижелері (8-сурет) Р6М5 болаттан жасалған "шевер-прикатникті" пайдалана отырып өңдеу кезінде микроқаттылықтың мәні НВ 263-271 шегінде, ал НВ 274-276 шегінде ШХ15 болаттан жасалған "шевер-прикатникті" пайдалана отырып өңдеу кезінде алынатынын көрсетті. Микроқаттылықтың орташа мәні НВ 263-276 шегінде.



1-Р6М5, 0,5 мм; 2-Р6М5, 3,5 мм; 3-Р6М5, 6,5 мм; 4-ШХ15, 0,5 мм; 5-ШХ15, 3,5 мм; 6-ШХ15, 6,5 мм

Сурет 8. Тістің жұмысшы бүйірлік бетінде микроқаттылықты үлестіру кестесі

Екі құралдармен де өңдеу кезінде тісті дөңгелек тісінің бүйірлік және негізгі жұмыс бетінің микро қаттылығы мәндерін қанағаттандырады. ШХ15 болаттан жасалған "шевер-прикатникті" пайдалана отырып өңдеу кезінде тісті дөңгелек тісінің бүйір және негізгі жұмысшы бетінде беттің қатты және берік қабаты пайда болғанын атап өту қажет. 9-суретте тісті дөңгелек тістерінің өңделген бетінің микроқаттылығына кесу жылдамдығының әсер ету кестесі көрсетілген.



1-Р6М5, S=0,2 мм/айн; 2-Р6М5, s=0,1 мм/айн; 3-ШХ15, S=0,2 мм/айн;
4-ШХ15, s=0,1 мм/айн

Сурет 9. Тісті дөңгелек тістерінің өңделген бетінің микроқаттылығына кесу жылдамдығының әсері кестесі

Тәжірибелік зерттеулер нәтижелері тісті дөңгелек тісінің бүйірлік және негізгі жұмысшы бетінің микроқаттылығының кесу жылдамдығының ұлғаюымен азайғанын көрсетті (9-сурет).

Ең оңтайлы нәтижелер ШХ15 болаттан жасалған құралмен өңдеу кезінде алынған (9-сурет, тік сызық 3). Қолданылған кесу режимдері: $n=100-400$ айн/мин; $S=0,2$ мм/айн [8].

Қорытынды:

1) Тістің эвольвенттік профилінің бойының шеткі бетінде микроқаттылықты зерттеу нәтижелері Р6М5 болаттан жасалған "шевер-прикатникті" пайдалана отырып өңдеу кезінде микроқаттылықтың мәні НВ 248-279 шегінде, ал НВ 261-282 шегінде ШХ15 болаттан жасалған "шевер-прикатникті" пайдалана отырып өңдеу кезінде алынғанын көрсетті. Микроқаттылықтың орташа мәні НВ263-279 шегінде.

2) Тістің жұмысшы бүйір бетіндегі микроқаттылықты зерттеу нәтижелері Р6М5 болаттан жасалған "шевер-прикатникті" пайдалана отырып өңдеу кезінде микроқаттылықтың мәні НВ 263-271 шегінде, ал НВ 274-276 шегінде ШХ15 болаттан жасалған "шевер-прикатникті" пайдалана отырып өңдеу кезінде алынатынын көрсетті. Микроқаттылықтың орташа мәні НВ263-276 шегінде.

3) ШХ15 болаттан жасалған "шевер-прикатникті" пайдалана отырып өңдеу кезінде тісті дөңгелек тісінің бүйір және негізгі жұмысшы бетінде

беттің қатты және берік қабаты пайда болғаны анықталды. Кесудің оңтайлы режимдері анықталды: $n=100-400$ айн/мин; $S=0,2$ мм/айн.

4) Кесу жылдамдығын арттыру тісті дөңгелек тісінің бүйірлік және негізгі жұмысшы бетінің микроқаттылығына теріс әсер етеді, ал азайту беттің кедір-бұдырлығының артуына әкеледі.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Аликулов, Д.Е. Повышение эффективности нарезания цилиндрических зубчатых колес [Текст] / Д.Е. Аликулов, Б.Т. Мардонов, А. Ирзаев, Б.К. Шакулов // Горный вестник Узбекистана. - 2008. - № 4. - С. 92-93.
2. Шеров, К.Т. Ірі модульді тісті дөңгелектерді дайындаудың қолданыстағы тәсілдері (шолу-1) [Мәтін] / К.Т. Шеров, А.В. Маздубай, А.К. Шеров, Г. Таттимбек, Н.Б. Тулиева // Труды университета. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2014. - №4(57). - С.12-14.
3. Калашников, С.Н. Изготовление зубчатых колес [Текст] / С.Н. Калашников, А.С. Калашников. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1986. – 287 с.
4. Mardonov, B.T. The investigation of precision of installation pieces of cylindrical gears in the process of rolling gear shaving // International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 8, Issue 5, May-2017. – P.1205-1207.
5. Мардонов, Б.Т. Новая конструкция дисковой фрезы для зубофрезерования [Текст] / Б.Т. Мардонов, К.Т. Шеров, Т.М. Бузауова, Г. Таттимбек, А.Г. Альжанова // Механика и технологии. – Тараз: Изд-во «Тараз университеті» ТарГУ им. М.Х. Дулати, 2019. - №1(63). - С.13-19.
6. Производство зубчатых колес [Текст]: справочник / С.Н. Калашников, А.С.Калашников, Г.И. Коган [и др.] Под. общ. ред. Б.А.Тайца. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 440 с.
7. Мардонов, Б.Т. Повышение точности обработки прямозубых цилиндрических зубчатых колес обкатным инструментом [Текст] / Автореф. дис....докт. техн. наук. -Ташкент: ТашГТУ, 2019. - 32 с.
8. Мардонов, Б.Т. Экспериментальное исследование обработки зубьев прямозубых цилиндрических зубчатых колес обкатным инструментом «шевером-прикатником» [Текст] / Б.Т. Мардонов // Механика и технологии. – Тараз: Изд-во «Тараз университеті» ТарГУ им. М.Х. Дулати. - 2018. - №3. - С.64-71.

Материал редакцияга 28.06.19 түсті.

**Б.Т. Мардонов¹, К.Т. Шеров², И.С. Куанов², А.К. Шеров³,
А.С. Изотова², А.Г. Альжанова²**

¹Навоийский государственный горный институт, г. Навои, Узбекистан

²Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Казахстан

³Конструкторское бюро ТОО «Казахстанская авиационная индустрия»,
г. Нур-Султан, Казахстан

**ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ ЗУБЬЕВ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПОСЛЕ ФИНИШНОЙ
ОБРАБОТКИ**

В статье приводятся результаты исследования микротвердости обработанных поверхностей зубьев после обработки «шеверами-прикатниками», изготовленными из стали Р6М5 и ШХ15. Среднее значение микротвердости находится в пределах HB263-279. Установлено, что увеличение скорости резания отрицательно влияет на микротвердость боковой и основной рабочей поверхности зуба зубчатого колеса, а уменьшение приводят к увеличению шероховатости поверхности.

Ключевые слова: шевер-прикатник, микротвердость, цилиндрическое зубчатое колесо, профиль зуба, финишная обработка.

**B.T. Mardonov¹, K.T. Sherov², I.S. Kuanov², A.K. Sherov³
A.S. Izotov², A.G. Alzhanova²**

¹*Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan*

²*Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan*

³*Design Bureau of Kazakhstan Aviation Industry LLP, Nur-Sultan, Kazakhstan*

**STUDY OF MICROTURNITY OF TEETH CYLINDRICAL TEETH
WHEELS AFTER FINAL TREATMENT**

This article presents the results of the study of the microhardness of the machined surfaces of the teeth after the treatment with “Shaver-hanger” made of steel P6M5 and SHX15. The average value of microhardness is in the range of HB263-279. It is established that an increase in cutting speed adversely affects the microhardness of the side and main working surfaces of the gear tooth, and a decrease leads to an increase in surface roughness.

Keywords: shaver-prikatnik, microhardness, spur gear, tooth profile, finishing.

УДК 684.864

**Б.Т. Сазамбаева¹, Б.Б. Тогизбаева¹, М. Маханов²,
В.Е. Джундибаев¹, М.Ж. Сексенбай³, Ж.М. Канаева⁴, А. Ибрагимов⁴**

¹*Д-р техн. наук, ²Канд., техн. наук, ³Канд., техн. наук, ⁴Магистрант*

^{1,2,4}*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,*

г. Нур-Султан, Казахстан

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

**К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННО-
ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ РЕЖУЩЕГО ДИСКА
РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА**

В статье представлены вопросы компьютерного исследования напряженно-деформированного состояния предложенной конструкции дополнительной фрезы

многоцелевого рабочего оборудования гидравлического экскаватора, предназначенной для резания твердых асфальтобетонных покрытий дорог с целью снижения силы сопротивления зубьям ковша экскаватора при восстановительных и ремонтных работах

Ключевые слова: рабочее оборудование, экскаватор, дорожно-строительные работы, усталостная прочность, напряжение.

Развитие дорожной сети и транспортной инфраструктуры определяет интенсивность экономических связей и является одним из важнейших условий развития экономики страны. Активный рост экономики государства может быть ограничен и даже остановлен инфраструктурными ограничениями, в основе которых лежит низкое качество дорог и низкая пропускная способность инфраструктурных объектов дорожной сети.

Совершенствование организации дорожных работ, строительство подземных, инженерных коммуникаций требует применения многопрофильных дорожных машин. Машины для земляных работ используются на всех этапах строительного производства, в технологических процессах возведения зданий и сооружений, строительстве дорог и коммуникаций, объектов гидротехнического, энергетического и др. видов строительства [1].

Учитывая постоянную потребность в проведении поисковых и научно-исследовательских работ, направленных на решение данных задач по совершенствованию рабочих органов землеройно-дорожных строительных машин, в том числе и одноковшовых экскаваторов путем внедрения дополнительных рабочих органов нами проводятся определенные работы в этом направлении [2].

Анализ отечественного и зарубежного опыта расчёта жёстких, дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием также показывает, что существует устойчивая мировая тенденция постоянного совершенствования теории расчёта дорожных конструкций, основанной на новых, приобретенных знаниях в области нагрузок режущих органов, дорожной одежды, физико-механических свойств материалов, на развитии компьютерной (вычислительной техники) и программных комплексов, а также на более глубоком понимании работы многопрофильной строительно-дорожной машины.

В мировой практике применяются два метода восстановления дорожного покрытия с использованием материала срезаемых слоев покрытия. При первом методе материал срезаемых слоев повторно используется в стационарно смесительной установке. При втором методе – непосредственно на месте, т.е. на участке производства ремонтных работ. Основной операцией первого метода является фрезерование с целью устранения дефектного слоя покрытия. Этот процесс имеет ряд недостатков, потеря материала или нарушение стабильности в слое износа и выравнивающим слое, а также нарушение геометрии дорожного полотна.

В данной работе показаны работа и анализ дополнительного рабочего органа – фрезы, работа которого лимитируется усталостной прочностью режущего диска. Как показывают исследования, в этой области может возникнуть усталостная трещина на стыке крепления ножа с диском или же на стыке переходной с поверхностью впадин.

Предложенная математическая модель учитывает пространственный характер деформации и взаимодействия элементов передачи. Использование таких моделей позволит уточнить влияние различных параметров резания на напряженное состояние режущего диска, получить распределение напряжений по ширине режущего диска. Нагрузочная способность режущих фрез определяется усталостной прочностью режущего диска и долговечностью подшипников на оси, на которых сидят режущие диски.

В предлагаемой нами конструкции (получен патент на полезную модель рабочего органа [3] (рис. 1) рабочего оборудования гидравлического экскаватора режущие диски 7, прикрепленные к рычагу 8 должны составить треугольник, исключая колебания при работе дополнительного рабочего органа 7. Подъем дисков в стреловую полость осуществляется за счет каната, соединенного с блоком на диске и в верхней части, т.е. в полости стрелы с ограничителем, опускающим и поднимающим рычаг, к которому крепятся эти диски. После завершения работы рукоять уходит вверх, не создавая помехи для работы основного рабочего органа-ковша. При работе распределитель распределяет движение жидкости для подъема и опускания штока того или иного гидроцилиндра.

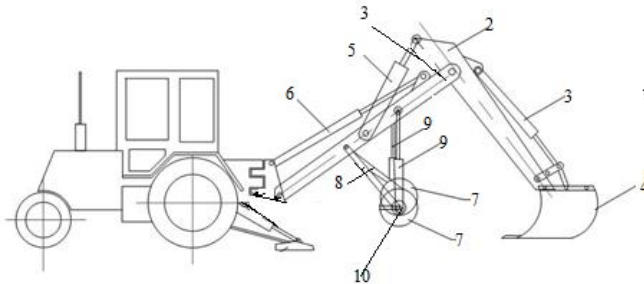


Рис. 1. Рабочий орган одноковшового гидравлического экскаватора

Известно, что напряженно-деформированное состояние режущего органа – это совокупность внутренних напряжений и деформаций, возникающих при действии на нее внешних нагрузок, температурных полей и др. факторов.

Напряженно-деформированное состояние определяется расчетными и экспериментальными исследованиями в виде распределения напряжений, деформации и перемещений в конструкции и является основанием для определения статической прочности режущего диска. Данные нагрузки являются также исходными (рис. 2) при прочностном расчете основных узлов предлагаемого нового рабочего органа, которые были определены на основе предлагаемых формул:

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{рез}} + P_{\text{сопр}} \quad (1)$$

где: $P_{\text{рез}}$ – усилие резания режущего диска; $P_{\text{сопр}}$ – сила для определения сопротивления, оказываемых минеральными зёрнами, касаемыми его режущими кромками.

$$P_{\text{рез}} = Bhs \sin \alpha + \varphi_1 [pl \sin(\alpha + \beta) \sin(\beta + \varphi) + 0,5C \cos \varphi] / \sin \beta(\alpha + \beta + \varphi + \varphi_1) \quad (2)$$

где α - угол резания; ρ - объемный вес грунта в плоском теле; φ и φ_1 - углы внутреннего и внешнего трения ножа режущего рабочего органа; $\beta = \frac{\alpha + \varphi + \varphi_1}{2}$ - угол наклона плоскости сдвига; B – ширина ножа режущего

диска, см; h – толщина стружки, см; C – сцепление среды.

Вторую составляющую определим зависимостью

$$P_{pk} = K_{иt} B d \tau \frac{\sin(\gamma_3 + \varphi_1)}{\cos \varphi}, \quad (3)$$

где: $K_{иt}$ - коэффициент, определяющий гранулометрический состав и форму щебня, а также особенности размещения щебня в массиве асфальтобетона; d - средневзвешенный диаметр фракции щебня, полученный в трех взаимно-перпендикулярных плоскостях; τ – предел прочности щебня при раскалывании определяемый по методике ХАДИ [4]; γ_3 - угол захвата срезаемой плоскости отработанного асфальтобетона.

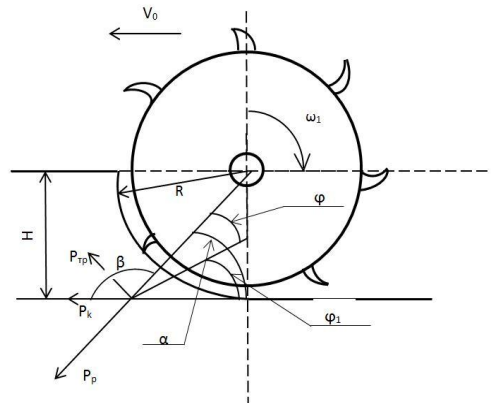


Рис. 2. Режущий диск

В данной работе приводится фрагмент компьютерного исследования режущего диска с помощью программы SolidWorks методом конечных элементов, для которого сводные показатели расчетных нагрузок приведены в таблице 1. Для численного расчета предложена твердотельная модель режущего диска, рис.3.

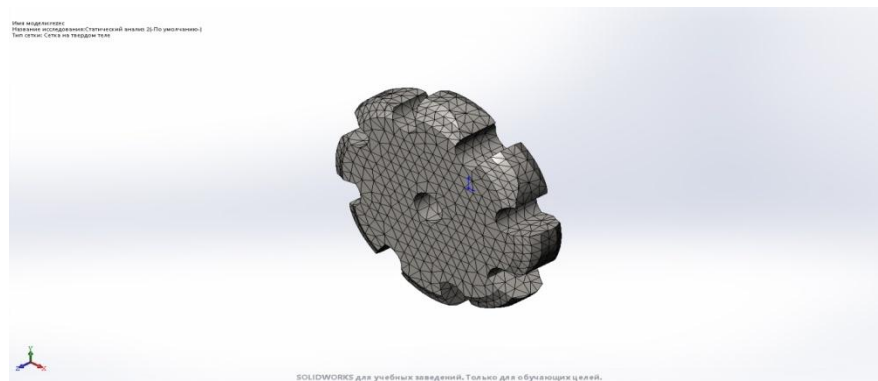


Рис. 3. Твердотельная модель режущего диска

Таблица 1

Сводные показатели расчетных нагрузок

Всего узлов	14342
Внешняя нагрузка, Н	290
Максимальное соотношение сторон	41.751
% элементов с соотношением сторон < 3	98.6
% элементов с соотношением сторон > 10	0.0664
% искаженных элементов (Якобиан)	0,487

Схемы приложения режущих усилий и определение карты напряженности зубьев режущего диска при различных усилиях нагрузки приведены на рисунке 4 а, б, в, г.

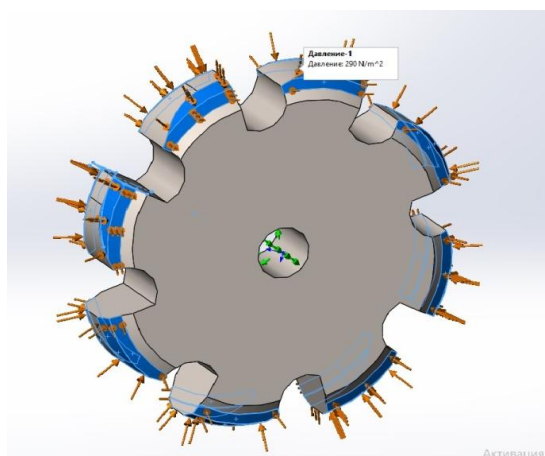


Рис 4 а. Схема приложения внешних нагрузок на зубья режущего диска

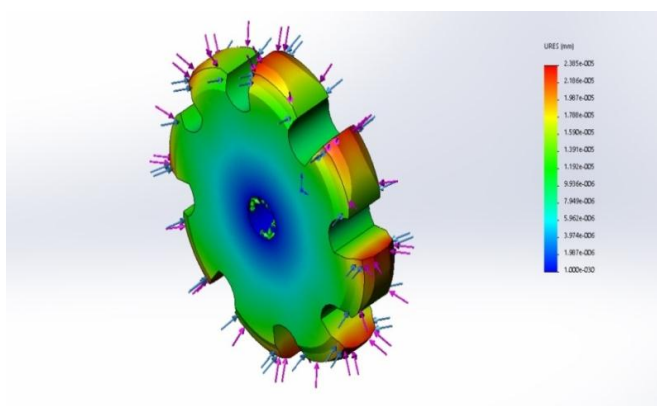


Рис 4 б. Режущие усилия и деформации зубьев режущего диска при внешней нагрузке P=290 Н

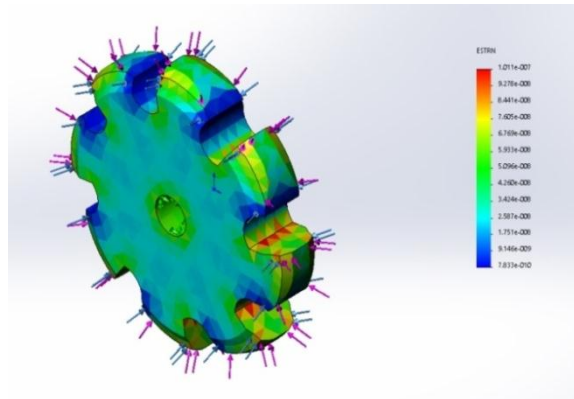


Рис 4 в. Статический анализ напряженности зубьев режущего диска при внешней нагрузке $P=290\text{ Н}$

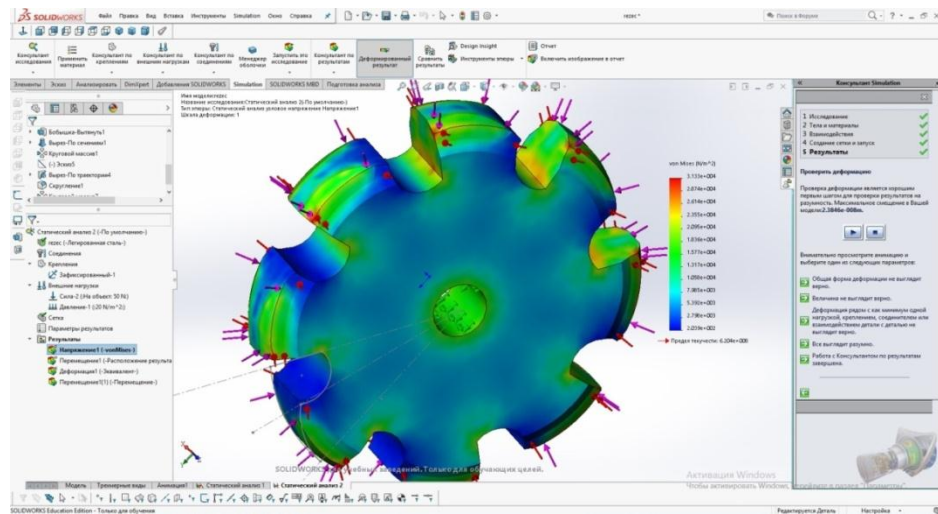


Рис 4 г. Статический анализ узлового напряжения зубьев режущего диска при внешней нагрузке $P=290\text{ Н}$

Результирующие силы					
Силы реакции					
Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N	63,4899	51,56788	70,1456	185,20338
Моменты реакции					
Выбранный набор	Единицы	Сумма X	Сумма Y	Сумма Z	Результирующая
всей модели	N.m	63,45899	45,6321	78,4598	187,55089

Заключение. На основании проведенных исследований установлено:

- наиболее напряженно-деформированной частью режущего органа является кромка зуба;
- по полученным расчетным данным возможен подбор материала или конструкции режущего диска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Добронравов, С.С. Строительные машины [Текст] / С.С. Добронравов, В.Г. Дронов. - М.: Высшая школа, 2006. – 575 с.
2. Сазамбаева, Б.Т. К расчету дорожного покрытия режущими дисками экскаватора [Текст] / Б.Т. Сазамбаева, Б.Б. Тогызбаева, Ж.М. Канаева, А.А. Ибрагимов // Материалы УП международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы транспорта и энергетики». – Астана, 2019.
3. Сазамбаева, Б.Т. Патент на полезную модель. Разработка рабочего оборудования экскаватора [Текст] / Б.Т. Сазамбаева, Б.Б. Тогызбаева, М. Маханов, А. Кинжебаева / Патент «3767(21) 2018/2018/0454 2.922) 22.06.2018; опубл. 19.05.2019.
4. Домке, Э.Р. Управление качеством дорог [Текст] / Э.Р. Домке, Э.Р. Бажанов, А.С. Ширшиков. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006.

Материал поступил в редакцию 19.09.19.

**Б.Т. Сазамбаева¹, Б.Б. Тогызбаева¹, М. Маханов¹,
В.Е. Джундибаев¹, М.Ж. Сексенбай², Ж.М. Канаева¹, А. Ибрагимов¹**

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан

²М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЭКСКАВАТОРДЫҢ ЖҰМЫСШЫ ОРГАНЫНЫҢ КЕСКІШ ДИСКІСІН КЕРНЕУЛІ ДЕФОРМАЦИЯЛАНҒАН КҮЙІН АНЫҚТАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Мақалада жолды қайта қалпына келтіру және жөндеу кезінде экскаватор шөміші тісіне кедергі күштерін төмендету мақсатында асфальт – бетон жабындыларын кесуге арналған гидравликалық экскаватордың көп мақсатты жұмыс жабдығының кескіш дискісінің кернеулі-деформацияланған күйін компьютерлік зерттеу мәселелері қарастырылған.

Тірек сөздер: жұмыс жабдығы, экскаватор, жол-құрылыс жұмыстары, шаршаулық беріктік, кернеу.

**В.Т. Sazambayeva¹, В.В. Togizbayeva¹, М. Makhanov¹,
V.E. Dzundibayev¹, M.Zh. Seksenbay², Z.M. Kanayeva¹, A. Ibragimov¹**

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan

²Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

TO THE QUESTION OF DEFINITION OF STRESSED-DEFORMED CONDITION OF CUTTING DISK OF WORKING EQUIPMENT OF HYDRAULIC EXCAVATOR

The article describes the issues of computer study of the stress-strain state of the proposed design of an additional cutter for a multi-purpose working equipment of a hydraulic excavator, designed for cutting hard asphalt concrete surfaces of roads in order to reduce the resistance to the teeth of the excavator bucket during restoration and repair work.

Keywords: working equipment, excavator, road construction work, fatigue strength, stress.

УДК 533.9.01

М.Т. Кейкиманова¹, Д.С. Узбекова², Т. Муқаналы³¹Канд. техн. наук, доцент, ²Ст. преподаватель, ³Студент
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан**ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КВАЗИДВУМЕРНОЙ
ОДНОКОМПОНЕНТНОЙ ПЛАЗМЫ**

Представлен обзор свойств электронных состояний над поверхностью жидкого гелия как примера квазидвумерной плазмы. Обсуждаются коллективные возбуждения в квазидвумерной плазме. Для определения закона дисперсии мягкой коллективной моды квазидвумерной кулоновской системы применяется классический метод моментов. Найдена интерполяционная формула для продольной диэлектрической проницаемости, удовлетворяющая всем известным точным соотношениям и правилам сумм. Правила сумм (частотные моменты мнимой части обратной диэлектрической проницаемости) рассчитаны с учетом магнитного взаимодействия между электронами.

Ключевые слова: квазидвумерная однокомпонентная плазма, законы дисперсии, электронное состояние.

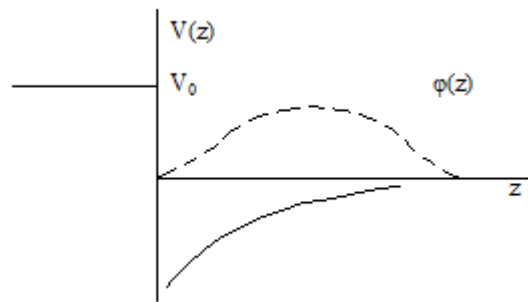
Введение. В последние годы необычайно вырос интерес к исследованиям электронных систем с пониженной размерностью. Такие системы представляют собой однокомпонентную плазму (ОКП) из N идентичных точечных частиц. Для сохранения нейтральности служит равномерный нейтрализующий фон.

В зависимости от потенциалов, с которыми взаимодействуют идентичные частицы, существуют 2 класса ОКП. Различают d -размерную ОКП с "обычным" (трехмерным) кулоновским потенциалом $1/r$ и d -размерную ОКП с d -размерным кулоновским потенциалом, который является решением уравнения Пуассона $\Delta\varphi(r) = -(2\pi)^{d/2} (\Gamma(d/2))^{-1} e^2 \delta(r)$, где Δ - d -размерный оператор Лапласа, $\Gamma(x)$ - гамма-функция Эйлера.

К первому классу относится система электронов над поверхностью жидкого гелия, поверхностный канал структур типа металл-диэлектрик-полупроводник, гетеропереход с модулированным легированием и др. Будем называть такие системы квазидвумерной плазмой. В них электроны удерживаются вблизи поверхности электростатическим полем. Благодаря последнему электроны группируются в энергетические подзоны E_n , соответствующие квантованным уровням для движения в направлении z , перпендикулярном поверхности.

На полупроводниковых поверхностях расстояние между энергетическими подзонами порядка 100K , над поверхностью гелия - порядка 10K . При низких температурах и малых плотностях электронов, когда энергия Ферми E_F , отсчитанная от нижней подзоны E_0 , намного меньше расстояния между подзонами E_0 и E_F , образуется квазидвумерная электронная плазма с фиксированным по направлению z , энергией E и волновой функцией $\varphi(z)$.

1. Электронные состояния над поверхностью жидкого гелия. Потенциал сил, действующих на электрон вблизи свободной поверхности гелия, можно аппроксимировать таким образом (1), (2):



$$V(z) = \begin{cases} V_0, & z \leq 0, \\ \frac{\Lambda_0}{z}, & z > 0, \end{cases} \quad (1)$$

где $\Lambda_0 = \frac{e^z(\varepsilon - 1)}{4(\varepsilon + 1)}$, $\varepsilon = 1,00572$, представляет собой диэлектрическую постоянную гелия.

Потенциал $V_0 \sim 1eV$ описывает жесткое ядро сил отталкивания, противодействующих проникновению электрона в жидкий гелий. При $z > 0$ мы записали потенциал изображения, что оправдано малостью волновой функций вблизи поверхности гелия, и тем, что на расстоянии в несколько ангстрем электрон уже не чувствует микроскопической структуры жидкости, и действует классическое поляризационное притяжение.

Ввиду большого значения V_0 , уравнение Шредингера для волновой функции с потенциалом [1] можно приближенно решить с переходом $V_0 \rightarrow \infty$ или требовать обращения в нуль волновой функции при $z = 0$. Тогда наша задача эквивалентна задаче об атоме водорода с собственными значениями для энергии:

$$E_l(k) = \Delta_l + \frac{\hbar^2 k^2}{2m}, \quad \Delta_l = -\frac{m\Lambda_0^2}{2m} \quad (2)$$

а для собственных волновых функций получаем

$$\Phi_{l,\vec{k}}(\vec{r}, z) = \exp(i\vec{k}\vec{r})\varphi_l(z), \quad \varphi_l(z) = \varphi_l(z) = 2b^{a/z} z e^{-bz}, \quad (3)$$

где $\gamma = m\Lambda_0 / \hbar^2$ - обратный «боровский радиус», \vec{r} - двумерный радиус-вектор вдоль поверхности $z = const$. Для основного состояния имеем

$$E_{\perp,1} = E_1(0) = -\frac{m\Lambda_0^2}{2\hbar^2} \cong -0.65 MeV = -7.5 K, \quad (4)$$

что действительно мало по сравнению с V_0 , но еще велико, чтобы при обычных экспериментальных температурах ($T \leq 1K$) состояние являлось связанным. «Радиус Бора» (или точка максимума вероятности плотности) $B^{-1} = 76 \text{ \AA}$, а среднее значение $z = 3/2B^{-1} = 114 \text{ \AA}$. Эти значения находятся в довольно хорошем согласии с экспериментом [3].

Пока мы пренебрегали взаимодействием между электронами. Если N электронов равномерно распределены по окружности радиуса D , тогда электростатическая энергия, проходящая на один электрон, порядка

$Ne^2 / 2D$; если эта энергия сравнима с энергией связи Δ одного электрона, то наша система станет несвязанной. Это случится, если

$$N \sim \frac{\Delta D}{e^2} \sim 500 \text{ для } D=1 \text{ см.}$$

Чтобы все же удержать электроны вблизи поверхности, в экспериментах прокладывают под поверхностью гелия положительно заряженный электрод, электрическое поле которого является положительным фоном нейтрализующим заряд. При равновесии полное электрическое \vec{E} обращается в нуль, что означает равенство внешнего электрического поля E_{\perp} , созданного электродом, и поля, созданного поверхностными электронами поверхностной плотности n_s :

$$4\pi en_0 = E_{\perp} \quad (6)$$

Из уравнения (6) видно, что с помощью внешнего электрического поля можно регулировать поверхностную плотность электронов. (в эксперименте n_s меняется от 10^5 до 10^9 см). При температуре $T \sim 0.5\text{K}$ [4] поверхностный слой электронов над гелием ведет себя как классическая ОКП, так как энергия Ферми для достижимых плотностей $E_F = \pi \hbar^2 n_s / m \leq 10^{-2}$ К очень мала.

Электроны могут двигаться только параллельно поверхности и при этом взаимодействовать благодаря кулоновскому потенциалу $\varphi(r) = \frac{e^2}{r} \left(e = e_0 \left[2 / (1 + \varepsilon) \right]^{1/2} \right)$, $e_0 = 4.8 \cdot 10^{-10}$ СГС. Такой потенциал получается как решение уравнения Пуассона с соответствующими граничными условиями [5].

Основными преимуществами поверхностных электронов над гелием является чистота системы, простота изготовления и возможность изменить параметры в широких пределах.

Двумерная электронная система характеризуется корреляционным параметром $\Gamma = e^2 (\pi n_s)^{1/2} / k_s$, что представляет собой отношение потенциальной энергии взаимодействия к кинетической энергии электронов или плазменным параметром $\gamma = k_D^2 / 2\pi n$ (где k_D^{-1} длина Дебая, $k_D = 2\pi e^2 n_s / \beta^{-1}$ температура в энергетических единицах). γ^{-1} является числом электронов, находящихся в окружности радиусом длины Дебая.

2. О коллективных возбуждениях в квазидвумерной плазме. Спектр коллективных возбуждений двумерного электронного газа теоретически начали исследовать еще 20 лет назад. Стерн и Чаплик [6] исследовали вырожденный двумерный электронный газ в инверсионных слоях. Фетером [7] был изучен классический электронный газ на поверхности диэлектрика в пределе слабой связи. Платцман и Цоар [8] вычислили спектр плазмонов для системы поверхностных электронов над жидким гелием в приближении хаотических фаз. Результат всех этих исследований состоит в том, что спектр двумерных плазмонов не имеет пороговой частоты, как в трехмерном случае,

и представляет собой мягкую моду, причем в длинноволновом пределе ($k \rightarrow 0$) он имеет вид

$$\omega_p^2(k) = \frac{2\pi n_s e^2 k}{m} \quad (7)$$

Экспериментально плазменные колебания в системе электронов, локализованных над жидким гелием, впервые наблюдали Граймс и Адамс [4]. Результаты эксперимента подтвердили справедливость дисперсионного соотношения $\omega \sim k^{1/2}$.

Дисперсионное соотношение (7), связанное с особым видом двумерного Фурье-образа от кулоновского потенциала взаимодействия $V(k) = 2\pi e^2 / k$ можно легко вывести с помощью приближения хаотических фаз (ПХФ) [8].

Рассмотрим диэлектрическую проницаемость электронного слоя:

$$\varepsilon(\omega k) = 1 - V(k) \Pi(\vec{k}, \omega) \quad (8)$$

В ПХФ функцию $\Pi(\vec{k}, \omega)$ следует приравнять функции отклика для газа невзаимодействующих электронов (функции Линдхарда):

$$\chi_0(\vec{k}, \omega) = \sum_q \frac{n(q) - n(q + \vec{k})}{\frac{q^2}{2m} - \frac{(\vec{q} + \vec{k})^2}{2m} + nU + 1\delta} \quad (9)$$

где $n(\vec{q})$ – функция распределения электронов; δ – положительная, бесконечно малая.

В пределе малых k в (9) пренебрегаем k^2 в знаменателе, а в числителе с такой же точностью заменим $n(\vec{q}) - n(\vec{q} + \vec{k}) \approx -\vec{k} \cdot \vec{\nabla}_q n = (\vec{k} \cdot \vec{q}) \frac{\partial n}{\partial E}$.

Переходя к интегрированию, получим ($n = n_0 l \left(\frac{2\pi}{m}\right)^2$)

$$\chi_0(\vec{k}, \omega) = -n_s \int \frac{(\vec{g} \cdot \vec{k}) \cdot \frac{\partial l}{\partial E} \cdot d^2 g}{\omega - \vec{g} \cdot \vec{k} + 1\delta} \quad (10)$$

В классической плазме распределения f – распределение Максвелла

$$\chi_0(\vec{k}, \omega) = \frac{n_s}{k_s T} \int \frac{(\vec{g} \cdot \vec{k}) \cdot 1_0(g) d^2 g}{\omega - \vec{g} \cdot \vec{k} + 1\delta} \quad (11)$$

Выражение (11) чисто классическое, оно получается из двумерного уравнения Власова.

В пределе $\omega / k \mathcal{G}_T \gg 1$ знаменатель в (11) можно разложить в ряд по степеням $(\vec{k} \cdot \vec{g}) / \omega$ и, применяя обозначения $\omega_p = (2\pi n e^2 k / m)^{1/2}$, получим

$$\varepsilon(\vec{k}, \omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \cdot \left[1 + \frac{3k_B T k^2}{m \omega^2} \right] - 1\pi \left[\frac{2\pi n_s e^2}{mk} \right] \cdot \int \delta(u - \vec{k} \cdot \vec{g}) \vec{k} \cdot \frac{\partial 1_0}{\partial g} d^2 g \quad (12)$$

Для действительной части диэлектрической проницаемости получим

$$\varepsilon\left(\vec{k}, \omega\right) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \cdot \left[1 + \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \cdot 3 \frac{k}{k_0} \right] \quad (13)$$

В случае $k \ll k_0 = 2\pi\beta e^2 n_s$, который и описывает коллективное поведение плазмы, последний член в скобках намного меньше единицы (т.е. $\omega^2 \approx \omega_p^2$). Приравняв $\varepsilon_r\left(\vec{k}, \omega\right)$ нулю и заменив в скобках ω на ω_p , получим закон дисперсии плазмонов в виде

$$\omega_k^2(k) = \omega_p^2 \left(1 + 3 \cdot \frac{k}{k_0} \right)$$

Что в пределе $k \rightarrow 0$ переходит в

$$\omega_k = \omega_p \left(1 + \frac{3}{2} \cdot \frac{k}{k_0} \right) \quad (14)$$

Соотношение (14) напоминает дисперсию ленгмюровских волн в обычной трехмерной плазме. Отличается оно только весом волнового вектора k .

Выражение (14) – это закон дисперсии плазмонов в ПХФ. Однако, как было показано в более поздних работах [9,10], в двумерной плазме возникают особенности, которые делают приближение хаотических фаз неприменимым.

$$\text{Частота электрон-электронного столкновения } \mathcal{G} \sim \omega_0 = \left[\frac{2\pi n e^2 k_0}{m} \right]^{1/2}$$

зависит от плазменного параметра $\gamma = \frac{k_0^2}{2\pi n}$. При $\omega = \omega_p(k) \ll \mathcal{G}$ коллективное поведение (т.е. $k \ll k_0$) сопровождается динамическими столкновениями даже при бесконечно слабой связи. Условие применимости приближения бесстолкновательной плазмы и коллективного поведения ($k \ll k_0$), таким образом, несовместимы.

Если дан кулоновский $1/r$ – потенциал, то можно сказать, что снижение размерности ведет к короткодействующим корреляциям и динамическим эффектам столкновения. Другими словами, квазидвумерная плазма менее коллективна, чем трехмерная или истинно двумерная плазма с $(1/r)$ – потенциалом. Силы $1/r^2$ в квазидвумерной плазме более короткодействующие, чем $1/r$ – силы в истинно двумерной плазме. Снижение коллективности электронной плазмы на поверхности гелия также следует из фурье-образа потенциала взаимодействия $V(k) = 2\pi e^2 / k$ который медленнее стремится к бесконечности при малых волновых векторах k , чем обычный фурье-образ $\left((2\pi)^{d/2} (\Gamma(d/2))^{-1} e^2 / k^2 \right)$ в d -мерной плазме с d -мерным кулоновским потенциалом взаимодействия. Теоретические попытки описать дисперсию двумерных плазмонов для $\Gamma \geq 1$ начались с расширения модели ПХФ в область сильной связи [8]. Стударт и Ипполити применили

статическую теорию среднего поля [12], впервые развитую для трехмерной плазмы Сингви [13] для расчета поправки на локальное поле. Эта теория, однако, не удовлетворяет правилу сумм. Более удовлетворительный подход развили Голден и Лю [14]. В этой работе динамическая поляризуемость рассчитана с помощью линеаризованных уравнений для плотности, скорости, тензоров давления и потока тепла, а также нелинейной флуктуационно-диссипативной теоремы. Выделяют две области частот. Первая (высокочастотная, $\omega \gg \mathcal{G}$), в которой столкновения не играют существенной роли. Тогда возбуждения одномерны и определяются продольной компонентой тензора давления:

$$P_a(\vec{k}, \omega) = \frac{3}{\beta} \cdot \frac{\omega_p^2}{\omega^2} + \text{члены взаимодействия (ч.взд.)}$$

Поляризуемость в этой области

$$a(\vec{k}, \omega) = -\frac{\omega_p^2}{\omega^2} \cdot \left[1 + 3 \frac{\omega_p^2}{\omega^2 k_0} + \text{ч.взд.} \right], \quad (15)$$

что представляет собой обобщение выражения для поляризуемости $a = \varepsilon - 1$ в ПХФ по формуле (13).

В гидродинамической области частот $k \mathcal{G}_{TH} \ll \omega \ll \mathcal{G}$ динамические столкновения играют важную роль. Поэтому возбуждение в перпендикулярном направлении и определяется следом тензора давления:

$$p = \frac{1}{2} (p_u + p_v) = \frac{2}{\beta} \cdot \frac{\omega_p^2}{\omega^2} + \text{ч. взд.}$$

Поляризуемость в этой области принимает вид

$$a(\vec{k}, \omega) = -\frac{\omega_p^2(k)}{\omega^2} \cdot \left(1 + 2 \frac{\omega_p^2(k)}{\omega^2 k_0} + \text{ч. взд.} \right) \quad (16)$$

а закон дисперсии плазмонов

$$\omega(k \ll k_0, \gamma \ll 1) = \omega_p(k) \left(1 + \frac{k}{k_0} \right) \quad (17)$$

Впервые закон дисперсии (17), содержащий поправку к ПХФ вида $(-k/2k_0)$, был получен в работе [10].

В работе [9] Тоцудзи высказал мнение о том, что при малых значениях k и слабой связи γ – независимое затухание из-за столкновения преобладает над затуханием Ландау.

Значительный интерес представляет собой область больших плазменных параметров Γ . Известно, что при $\Gamma_m = 137 \pm 15$ двумерная ОКП кристаллизуется в гексагональный вигнеровский кристалл; дисперсионное соотношение для кристаллического состояния вычислили Бонсал и Марадудин [15], используя гармоническое приближение. Их закон дисперсии фононов имеет вид

$$\omega(k \rightarrow 0, \Gamma = \infty) = \omega_p(k) (1 - 0.172ka) \quad (18)$$

В работах [16,17] предложен подход для расчета закона дисперсии в сильно неидеальной плазме. Он основан на модели квазилокализованных

частиц, хаотически занимающих места локализации и совершающих колебания около них. Считается, что для описания быстрых колебаний достаточно усреднить дрейфующие квазиравновесные конфигурации по времени. Диэлектрическая проницаемость, рассчитанная на основе этой модели, равна

$$\varepsilon(\vec{k}, \omega) = 1 - \frac{\omega_p^2(k)}{\omega^2 - \omega_p^2(k)D(k)}, \quad (19)$$

$$\text{где } D(k) = \frac{1}{A} \sum_q \frac{(\vec{k} \cdot \vec{q})^2}{k^2} \cdot [S(\vec{k} - \vec{q}) - S(\vec{q})], \quad (20)$$

A – площадь системы, $S(\vec{q})$ – структурный фактор. Закон дисперсии принимает вид

$$\omega = \omega_p(k) [1 + D(k)]^{1/2} \quad (21)$$

Выражение (21) удовлетворяет обычному ω^{-4} правилу сумм при больших Γ , для которых $3ka / 2\Gamma < D(k)$.

Как мы видели, существенную роль при проверке каждого из подходов играют правила сумм или разложение диэлектрической проницаемости при $\omega \rightarrow \infty$. В работе [11] найдено такое разложение вплоть до $\omega^{-\sigma}$, причем учитывалось, как и во всех остальных названных работах, лишь кулоновское взаимодействие между электронами. В [19], однако, была показана существенная роль фотонных степеней свободы. Дело в том, что при коллективном поведении плазмы взаимодействие электронов экранируется на длине Дебая λ_D . Выделенный электрон взаимодействует с другими только внутри сферы радиуса Дебая – энергия взаимодействия порядка $-Ne^2 / \lambda_D$ (N – число электронов в сфере Дебая).

Если, однако, учесть, что электрон движется со средней скоростью U_{TH} , то наряду с кулоновским взаимодействием появляется взаимодействие по закону Био-Савара (магнитное взаимодействие). Это взаимодействие является притягивающим и тоже экранируется, только радиус экранировки равен $\lambda_D \cdot \frac{C}{U_{TH}}$. Поэтому электрон взаимодействует со всеми электронами

$N \cdot (C / U_{TH})$ внутри большой сферы радиуса $\lambda_D \cdot C / U_{TH}$. Энергия экранированного магнитного взаимодействия, приходящаяся на электрон, поэтому равна

$$E_{МАГН} = N \cdot \frac{\left(\frac{C}{U}\right)^2 e^2 \left(\frac{U}{C}\right)^2}{\left(\lambda_D \cdot \frac{C}{U}\right)} = \frac{Ne^2}{\lambda_D} = -E_{Кулон}$$

В [18] показано, что учет магнитного взаимодействия существенно видоизменяет ω^{-4} правило фаз в случае трехмерной плазмы. Естественно поэтому ожидать аналогичного эффекта в двумерной плазме.

3. Правила сумм для квазидвумерной плазмы. Чтобы правильно учесть фотонную степень свободы (фотоны трехмерные 1), надо учесть третью размерность при движении электронов в виде фиксированной функции $\varphi(z)$ вдоль оси Oz.

Диэлектрическая проницаемость устанавливает связь между откликом – индуцированной плотностью и плотностью возмущения:

$$\rho_{end}(\vec{k}, \omega) = (\varepsilon^{-1}(k, \omega) - 1) \cdot \rho_{ext}(\vec{k}, \omega) \quad (22)$$

Линейный отклик системы на внешний потенциал $U^{ext}(x, t)$ описывается выражением [19]

$$\rho_{end}(\vec{R}, t) = \frac{1}{h} \int_{t_0}^t d^3 \vec{R}' \langle [\rho(\vec{R}, t'), \rho(\vec{R}', t')] \rangle \cdot U^{ext}(x', t') dt' \quad (23)$$

Здесь t_0 – момент включения внешнего возмущения, $[A, B]$ – коммутатор операторов A и B, угловые скобки означает усреднение по матрице плотности невозмущенной системы,

$$\rho(\vec{R}, t) = e\Phi^+(\vec{R}, t)\Phi(\vec{R}, t) = e\Phi^+(\vec{r}, t)\Phi(\vec{r}, t)|\varphi(z)|^2 = \rho(\vec{r}, t)|\varphi(z)|^2,$$

Чтобы найти диэлектрическую проницаемость, следует установить связь между U^{ext} и ρ_{ext} . Согласно уравнению Пуассона

$$\Delta U^{ext} = 4\pi\rho_{ext} \quad (24)$$

Решение уравнения (24) имеет вид

$$U^{ext}(\vec{R}, t) = \int d^3 R'' \frac{\rho_{ext}(\vec{R}'')}{|\vec{R}'' - \vec{R}|} \quad (25)$$

Подставив (25) и (23) и учитывая, что $\rho(\vec{R}, t) = \rho(\vec{r}, t)|\varphi(z)|^2$, $\rho_{ext}(\vec{R}, t) = \rho_{ext}(\vec{r}, t)|\varphi(z)|^2$ и $\rho_{end}(\vec{R}, t) = \rho_{end}(\vec{r}, t)|\varphi(z)|^2$ найдем

$$\rho_{end}(\vec{r}, t) = \frac{1}{h} \int_{t_0}^t \langle [\rho(\vec{r}', t'), \rho(\vec{r}, t)] \rangle V_\varphi(|\vec{r}'' - \vec{r}'|) \rho_{ext}(\vec{r}'', t') d^3 r' dt' \quad (26)$$

$$\text{Здесь } V_\varphi(r) = \int dz dz' \frac{|\varphi(z)|^2 |\varphi(z')|^2}{\sqrt{(z - z')^2 + r^2}}$$

Поскольку система в плоскости $z = \text{const}$ пространственно однородна, усредненный коммутатор является функцией лишь от $\vec{r} - \vec{r}'$, и (26) представляет собой свертку. После Фурье-преобразования,

$$\rho_{end}(\vec{k}, \omega) = V_\varphi(k) \chi(k, \omega) \rho_{ext}(\vec{k}, \omega) \quad (27)$$

$$\text{где } \chi(k, \omega) = \frac{1}{h} \int_{t_0}^t \langle [\rho(\vec{r}', t'), \rho(\vec{r}, t)] \rangle e^{i(\vec{r}'' - \vec{r}') \cdot \vec{k} + i\omega(r'', t')} d^3 r' dt' \quad (28)$$

$$V_\varphi(k) = \int d^2 r e^{i\vec{k} \cdot \vec{r}}.$$

Отметим еще, что при $|\varphi(z)|^2 \rightarrow \delta(z)V_\varphi(k) = 2\pi/k$.

Сравнивая (27) и (22), найдем

$$\varepsilon^{-1}(\vec{k}, \omega) = 1 + V_\varphi(k) \cdot \chi(k, \omega) \quad (29)$$

Итак, рассмотрим подробнее функцию $\chi(k, \omega)$. Функция отклика аналитична в верхней полуплоскости $\text{Im}\omega > 0$ и при больших значениях ω имеет асимптотику $1/\omega^2$. Поэтому существует интеграл типа интеграла Коши:

$$\rho \int_{-\infty}^{\infty} d\omega \frac{\chi(\vec{k}, \omega)}{\omega - \omega'} \quad (30)$$

Отсюда непосредственно следует соотношения Крамерса-Кронинга:

$$\text{Re} \chi(\vec{k}, \omega) = \frac{1}{\pi} \rho \int_{-\infty}^{\infty} d\omega' \frac{\text{Im} \chi(\vec{k}, \omega')}{\omega - \omega'} \quad (31)$$

Разлагая (...) при $\omega \rightarrow \infty$ и учитывая (28), найдем следующее асимптотическое разложение для действительной части функции отклика

$$\text{Re} \chi(\vec{k}, \omega) = \sum_{r=1}^{\infty} r! = 2 \frac{M_0(k)}{\omega^0} \quad (32)$$

где моменты $M_0(k)$ определяются выражениями

$$\begin{aligned} M_0(k) &= \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \omega^{(n-1)} \cdot \text{Im} \chi(k, \omega) d\omega = \frac{2^{1^{n-1}}}{n} \cdot \left\langle \left[\rho_{\vec{k}}^{n-1}(0), \rho_{-\vec{k}}(0) \right] \right\rangle = \\ &= \frac{1^{n-1}}{n} \cdot (-1)^{((n-1)/2)} \cdot \left\langle \left[\rho_{\vec{k}}^{n-1((n-1)/2)}(0), \rho_{\vec{k}}^{n-1((n-1)/2)}(0) \right] \right\rangle \end{aligned} \quad (33)$$

Здесь $\rho_{\vec{k}}(t)$ – фурье-образ от оператора плотности заряда $\rho(\vec{r}, t)$, а $[\lambda]$ – целая часть числа λ . Производные в (33) последовательно определяются по формулам:

$$\rho_{\vec{k}} = \frac{1}{h} \left[\hat{H}_0, \rho_{\vec{k}} \right], \quad \rho_{\vec{k}} = \frac{1}{h} \left[\hat{H}_0, \rho_{\vec{k}} \right] \quad (34)$$

где \hat{H}_0 – гамильтониан системы в отсутствие внешнего поля. С учетом фотонных степеней свободы он имеет вид

$$\hat{H}_0 = T + U + W + H_I \quad (35)$$

$$\text{где } T = \frac{1}{2m} \int d\vec{R} \left[1h\vec{V} - \frac{e_0}{e} \cdot \vec{A}^{\text{int}}(\vec{R}) \right] \Phi(\vec{R}) \quad (36)$$

Кинетическая энергия системы, масса и заряд электрона соответственно, $\vec{A}^{\text{int}}(\vec{R})$ – векторный потенциал внутреннего магнитного поля, созданного движением электронов,

$$U = \int d^2 \vec{R} \Phi^+ (\vec{R}) U(z) \Phi (\vec{R}) \quad (37)$$

$U(z)$ – потенциал, удерживающий электроны вблизи поверхности.

Далее

$$W = \int d^2 \vec{R}_1 d^2 \vec{R}_2 \Phi^+ (\vec{R}_1) \Phi^+ (\vec{R}_2) \frac{e^2}{|\vec{H}_1 - \vec{R}_2|}$$

Энергия кулоновского взаимодействия электронов, а $H_t = \sum_{a,\lambda} \hbar \omega_a C_{a,\lambda}^+ C_{a,\lambda}$ – энергия фотонного поля. Здесь $C_{a,\lambda}^+$ и $C_{a,\lambda}$ – операторы

рождения и уничтожения фотона с импульсом $\hbar \vec{Q}$ и поляризацией $\lambda=1,2$, $\omega_a = Q \cdot c$. Большая буква Q подчеркивает, что речь идет о трехмерном векторе $\vec{Q} = (\vec{q}, q_2)$. Поскольку $e = e_0 [2/(1+\varepsilon)]^{1/2}$ в случае плазмы электронов на поверхности гелия незначительно отличается от e_0 , то в дальнейшем положим $e = e_0$.

Воспользуемся представлением операторов $\Phi^+ (\vec{R})$ и $\Phi (\vec{R})$ через операторы рождения и уничтожения a_q^+ , a_q электрона с импульсом $\hbar \vec{q}$ в плоскости (x,y) и с волновой функцией $\varphi(z)$ по оси Oz. Для упрощения расчета пренебрегаем спинами электронов:

$$\Phi^+ (\vec{R}) = \sum_P a_P^+ \Phi_P^* (\vec{r}) \varphi(z), \quad \Phi_P^* = \frac{1}{\sqrt{A}} \cdot e^{-i\vec{p}\vec{r}},$$

$$\Phi (R) = \sum_P a_P \Phi_P^* (\vec{r}) \varphi(z), \quad \Phi_P^* = \frac{1}{\sqrt{A}} \cdot e^{-i\vec{p}\vec{r}}$$

где A – площадь системы в плоскости (x, y).

С помощью операторов a_P^+ , запишем ρ_k в виде

$$\rho_{\vec{k}} = \frac{e}{\sqrt{A}} \sum_P a_P^+ a_{P+\vec{k}} \quad (38)$$

Выразим оператор гамильтониана через эти операторы. Введя новый отсчет энергии для оператора $H' = H_0 - NE_0$ (где $N = \sum_P a_P^+ a_P$ – число электронов, а E_0 – наименьшее электронное состояние по оси Oz, определяемое уравнением Шредингера $\left[\frac{\hbar^2 \Delta_2}{2m} + U(z) \right] \varphi(z) = E_0 \varphi(z)$),

найдем

$$H' = T + W + H_t \quad (39)$$

Причем кинетическая энергия распадается на три члена:
 $T = T_1 + T_2 + T_3$,

$$T_1 = \sum_P \frac{\hbar^2 p^2}{2m} a_P^+ a_P, \quad (40)$$

$$T_2 = \sum_{\vec{a}=(\vec{q}, q_2)} \frac{he}{2mc} J_{-q_z} (2p^2 - q^a) A_{\vec{a}}^a a_p^+ a_{p-q}, \quad (41)$$

$$T_3 = \sum_{\vec{a}_1, \vec{a}_2} \frac{e^2}{2mc^2} n_{-q-q_1} J_{-q_z-q_{z1}} A_{\vec{Q}}^{\eta} A_{\vec{Q}_1}^{\eta}, \quad (42)$$

Здесь введены обозначения:

$$n_a = \sum_p a_p^+, \quad J_{q_z} = \int e^{iqz} |\varphi(z)|^2 dz,$$

$a = x, y$ в то время как $\eta = x, y, z$, $A_{\vec{Q}}^{\eta}$ - Фурье-разложение фотонного поля, $\vec{A}^{\text{int}}(\vec{R}) = \sum_{\vec{Q}} \vec{A}_{\vec{Q}} e^{i\vec{Q}\vec{R}}$.

Фурье-образ $A_{\vec{Q}}^{\eta}$ можно выразить с помощью операторов рождения и уничтожения фотонов, а также векторов поляризации $\vec{\epsilon}_{a,\lambda}$,

$$A_{\vec{Q}}^{\eta} = c \sum_{\lambda} \left(\frac{2\pi h}{AL_z \omega_q} \right)^{1/2} \{ \epsilon_{a,\lambda}^{\eta} C_{a,\lambda} + \epsilon_{-a,\lambda}^{\eta*} C_{-a} \}. \quad (43)$$

Векторы поляризации удовлетворяют соотношению

$$\sum_{\lambda} \epsilon_{a,\lambda}^{\eta} \epsilon_{-a,\lambda}^{\chi} = T_{\vec{Q}}^{\eta\chi} = \left(\delta^{\eta\chi} - \frac{Q^{\eta} Q^{\chi}}{Q^z} \right). \quad (44)$$

Оператор энергии кулоновского взаимодействия имеет вид

$$W = \frac{e^2}{2A} \sum_{q \neq a} V_t(q) \cdot [n_q n_{-q} - n_a]. \quad (45)$$

Переходим к расчету моментов. Отметим, что благодаря свойствам симметрии отличны от нуля только четные моменты. Итак,

$$M_2(k) = \frac{1}{h} [\rho_k, \rho_{-k}]. \quad (46)$$

В силу (34) и учитывая, что $[\rho_k, \rho_q] = 0$,

$$\rho_k = -\frac{1e}{\sqrt{Am}} \sum_p a_p^+ a_{p+k} \vec{k} (\vec{k} + 2\vec{p}) + \frac{1e^2 k^4}{\sqrt{Amc}} \sum_{\vec{Q}} n_{-q+k} J_{-q_z} A_{\vec{Q}}^{\eta} \quad (47)$$

Из выражений (47) и (38) следует, что

$$|\rho_k, \rho_{-k}| = -\frac{1hk^2 e^2 n_{\vec{Q}}}{m},$$

где $n_{\vec{Q}}$ - поверхностная концентрация электронов и

$$M_z(k) = \frac{nk^2 e^2 n_{\vec{Q}}}{m}. \quad (48)$$

Уравнение (47), с учетом (32) и (29), дает в предельном случае $[\varphi(z)]^2 + \delta(z)$ известное разложение обратной диэлектрической проницаемости:

$$\varepsilon^{-1}(k, \omega) = 1 + \frac{\omega_p^2(k)}{\omega^2} + O(\omega^{-4}). \quad (49)$$

Для расчета момента М можно пользоваться тензорной записью (20)

$$M_z(k) = 1[\dot{\rho}_k, \dot{\rho}_{-k}] = 1k^\mu k^\nu [I_k^\mu, I_{-k}^\nu] = -1k^\mu k^\nu M_z^{\mu\nu}. \quad (50)$$

Здесь

$$J_k^\mu = \frac{1}{\sqrt{A}} \sum_p \frac{eh}{m} \left(a_p^+ a_{p+k} \frac{2p^\mu + k^\mu}{2} - \frac{e}{ch} n_{k-q} f_{-q_z} A_Q^\mu \right) \quad (51)$$

Оператор тока (спиновым вкладом мы пренебрегли).

Чтобы не загромождать дальнейшую запись, мы будем выписывать только нерелятивистские члены, т.е. такие, которые не содержат усреднение $A_Q^\mu A_Q^\nu$. Последние (релятивистские) следует учитывать лишь при больших температурах. Тогда

$$\mathbf{j}_k^{\mu_{HEP}} = \mathbf{j}_{k, T_1}^{\mu_{HEP}} + \mathbf{j}_{k, w}^{\mu_{HEP}} + \mathbf{j}_{k, H_t}^{\mu_{HEP}}, \quad (52)$$

где

$$\mathbf{j}_{k, T_1}^\mu = -\frac{1}{\sqrt{A}} \sum_p a_p^+ a_{p+k} \left[\frac{2p^\mu + k^\mu}{2} - \frac{e}{ch} n_{k-q} f_{-q_z} A_Q^\mu \right], \quad (53)$$

$$\mathbf{j}_{k, w}^\mu = -\frac{1}{A^{3/2}} \sum_p \frac{e^2}{m} V_\varphi(q) q^\mu n_{q+k} n_{-q}, \quad (54)$$

$$\mathbf{j}_{k, H_t}^{\mu_{HEP}} = \frac{1}{\sqrt{Ah}} \sum_{a, \lambda} \frac{e^2}{m} h \omega_{a, \lambda} \left(\frac{2\pi h}{AL_z \omega_q} \right)^{1/2} n_{k-q} f_{-q_z} : \left\{ \varepsilon_{a, \lambda}^\mu C_{a, \lambda} - \varepsilon_{-a, \lambda}^{*\mu} \right\}. \quad (55)$$

Соответственно нерелятивистский вклад в момент содержит три члена

$$M_4^{\mu\nu_{HEP}}(k) = M_{4, T_1}^{\mu\nu} + M_{4, w}^{\mu\nu} + M_{4, H_t}^{\mu\nu}. \quad (56)$$

Для кинетического члена имеем

$$M_{4, T_1}^{\mu\nu} = \frac{1}{Ah} \sum_p \frac{e^2 h^3}{4m^3} k^\eta (4p^\mu p^\nu k^\eta + 4p^\mu p^\eta k^\nu + 4p^\nu p^\eta k^\mu + 4k^\mu k^\nu k^\eta), \quad (57)$$

Для кулоновского –

$$M_{4, w}^{\mu\nu} = \frac{1}{hA^2} \sum_q \frac{e^4 h}{m^2} V_t(q) \{ n_q n_{-q} (k^\mu q^\nu - q^\mu q^\nu) + n_{k+q} n_{-k-q} q^\mu q^\nu \} \quad (58)$$

Наконец, для фотонного -

$$M_{4, H_t}^{\mu\nu} = \frac{4\pi}{hA^2 L_z} \sum_Q \frac{e^4 h}{m^2} \left(\delta^{\mu\nu} - \frac{Q^\mu Q^\nu}{Q^2} \right) n_{k+q} n_{-k-q} f_{q_z} f_{-q_z}. \quad (59)$$

Несложно заметить, что

$$\sum_{q_z} \frac{f_{q_z} f_{-q_z}}{Q^2} = \frac{4\pi}{L_z} \sum_{q_z} \frac{f_{q_z} f_{-q_z}}{q_z^2 + q^2} = \frac{1}{L_z} \sum_{q_z} \int e^{i\vec{q}\vec{r}_{q_z}} \frac{\varphi(z_1)^2 \varphi(z_2)^2}{\sqrt{r^2 + z^2}} e^{iq_z(z_1 - z_2)} d^3 r dz_1 dz_2 = V_\varphi(q)$$

И для (x, y) – компонент тензора $M_{4,H_f}^{\mu\nu}$, получим

$$M_{4,H_f}^{\mu\nu}(k) = \frac{1}{A^z} \sum_q \frac{e^4 h}{m^z} \left[\delta^{\mu\nu} \frac{4\pi}{L_z} \sum_{q_z} f_{q_z} f_{-q_z} - V_\varphi(q) q^\mu q^\nu \right], \quad (60)$$

Видно, что слагаемое в фотонном вкладе сокращается со вторым слагаемым в кулоновском члене (58). Таким образом проявляется обсуждавшийся во второй главе эффект магнитного экранирования.

Выделим продольную часть четвертого момента $M_4 = k^\mu k^\nu M^{\mu\nu}$,

$$\text{причем } M_{4,T_1}(k) = \frac{1}{A} \sum_q \frac{e^4 h}{4m^z} \left[3(\vec{k} \cdot \vec{p})^2 \cdot k^2 + k^\delta / 4 \right] a_p^+ a_p.$$

После интегрирования по углам получим

$$M_{4,T_1}(k) \frac{2\pi}{k} = \omega_p^4 \left[\frac{3k \langle \varepsilon_{кин} \rangle}{2\pi n} + \frac{h^2}{8\pi n e^z m} \cdot k^2 \right], \quad (61)$$

где $\langle \varepsilon_{кин} \rangle = \frac{1}{N} \sum_p \frac{h^2 p^2}{2m} a_p^+ a_p$ – средняя кинетическая энергия, приходящаяся на один электрон.

Продольный кулоновский член

$$M_{4,w}(k) \frac{2\pi}{k} = \omega_p^4(k) \cdot \frac{1}{N} \sum_{q=0} \frac{(\vec{k} \cdot \vec{q})^2}{2\pi k^2} \cdot V_\varphi(q) \left[S(\vec{k} + \vec{q}) - S(q) \right], \quad (62)$$

где $S(\vec{k} + \vec{q}) = n_{k+q} n_{-k-q}$ – структурный фактор. Члены (61) и (62) были получены в (11) для случая классической плазмы и $V_\varphi(q) \rightarrow 2\pi/q$. В члене (62) можно выделить сингулярный вклад ПХФ при $\vec{q} = -\vec{k}$. Для преобразования фотонного члена нам нужно рассчитывать сумму $\frac{2}{L_z} \sum_{q_z} f_{q_z} f_{-q_z} = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} dq_z \int dz_1 dz_2 e^{iq_z(z_1 - z_2)} \varphi^2(z_1) \varphi^2(z_2) = 2 \int_0^{\infty} dz \varphi^4(z)$.

Этот же интеграл зависит от поперечных свойств системы. Чтобы провести расчет явно, возьмем волновую функцию в виде, предложенном в главе 1:

$$\varphi(z) = 2b^{1/2} z \cdot \exp(-bz), \quad \int \varphi^4(z) dz = \frac{3}{8} b.$$

Тогда для продольного фотонного члена получим

$$M_{4,H_f}(k) \frac{2\pi}{k} = \omega_p^4 \frac{1}{N} \sum_{q \neq 0} S(\vec{k} + \vec{q}) \left[\frac{3b}{4k} - \frac{(\vec{k} \cdot \vec{q})^2}{k^3 2\pi} \cdot V_\varphi(q) \right], \quad (63)$$

А полный момент после выделения сингулярной части в (63), а также добавления и вычитания бесконечно большой суммы $\omega_p^4 \frac{1}{2} \sum_{q \neq 0} \frac{3b}{4k}$ равен

$$M_4(k) \frac{2\pi}{k} = \omega_p^4 \left[\frac{3b}{4k} \cdot g(0) + \frac{3kE_{кин}}{2\pi n_0} + \frac{h^2 k^3}{8\pi n_0 e^2 m} - \frac{1}{N} \right] \sum_{q \neq 0} S \frac{(\vec{k} + \vec{q})^2}{k^3 2\pi} \cdot V_\varphi(q) S(q).$$

Если считать, что два электрона не могут находиться в одной точке, то $g(0) = 1 + \frac{1}{N}(S(q) - 1) = 0$. Учет спиновых переменных изменит этот результат. Далее переходим к пределу $V_\varphi(q) = 2\pi/q$. В длинноволновом пределе и в классическом случае получаем

$$M_4(k) \frac{2\pi}{k} = \omega_p^4 \left[\frac{3ka}{2\Gamma} + D(k) \right], \quad (64)$$

где $a = (\pi n)^{-1/2}$ - двумерный радиус Вигнера-Зейтца,

$$D(k) = \frac{1}{N} \sum_{q \neq 0} S \frac{(\vec{k} + \vec{q})^2}{k^3 q} (S(q) - 1) = \frac{1}{k^2} \int d^2 h(r) (\vec{k} \cdot \vec{\nabla})^2 \frac{1}{2\pi r} = \frac{2}{2k} \int_0^\infty dr \frac{h(r)}{r^2} \quad (65)$$

где $h(r) = g(r)^{-1}$. Поскольку в классической плазме $h(0) = -1$, то интеграл в правой части (65) расходится, а вместе с ним и момент $M_4(k)$. Этот результат не изменится, если учесть различие между e и e_0 .

4. Закон дисперсии плазмонов в двумерной плазме. Формула Неванлинны позволяет выразить диэлектрическую проницаемость через функцию $q = q(k, \omega)$, аналитическую в верхней полуплоскости $Imz > 0$, имеющую положительную мнимую часть, и такую, что $(q(k, z)/z) \rightarrow 0$ при $z \rightarrow \infty$ в угле $\vartheta < argz < \pi - \vartheta (0 < \vartheta < \pi)$ (21):

$$\varepsilon(k, \omega) = 1 - \frac{\omega_p^2 [\omega + q(k, \omega)]}{\omega [\omega^2 - \Omega^2(k)] + q \left[\omega^2 + \omega_p^2 (1 - \varepsilon(k))^{-1} \right]}. \quad (66)$$

Здесь $\omega_p^2 = V_\varphi(k) \frac{e^2 k^2 n_0}{m}$ Поскольку в случае

$$k \ll b: V_\varphi(k) = \frac{2\pi}{k} \cdot (1 + O(k^2)).$$

$$\text{Имеем } \omega_p^2 = \omega_p^2 (1 + O(k^2)).$$

Далее, $\varepsilon(k) = \varepsilon(k, 0)$ - статическая диэлектрическая проницаемость,

$$\Omega^2(k) = \left[\frac{M_4(k)}{M_2(k)} - \omega_p^2 \right].$$

Если в гамильтониане учесть лишь кинетическую энергию электронов и кулоновскую энергию взаимодействия, то

$$\Omega^2(k) = \frac{3ka}{2\Gamma} + \frac{\hbar^2 k^3}{8\pi n_0 e^2 m} + \frac{1}{A} \sum_q \frac{(\vec{k} + \vec{q})^2}{k^3 q} \cdot [S(\vec{k} - \vec{q}) - S(\vec{q})]$$

И выражение (66) представляет собой обобщение формулы (19), которая получается из (66) переходом $q = 0$ и $\Gamma \rightarrow \infty$.

Учет магнитного взаимодействия между электронами приводит к тому, что $\Omega \rightarrow \infty$. Тогда вместо (66) диэлектрическая проницаемость описывается более простым выражением

$$\varepsilon(k, \omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2 - \omega q(k, \omega) + \omega_p^2 (1 - \varepsilon(k))^{-1}}. \quad (67)$$

Здесь $q(k, \omega)$ – функция с такими же свойствами, как $q(k, \omega)$. У нас нет феноменологических оснований для выбора функции $q(k, \omega)$. Возьмем ее значение при $\omega = 0$ $q(k, \omega = 0) = 1\tau^{-1}(k)$:

$$\varepsilon(k, \omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2 - \omega \tau^{-1} + \omega_p^2 (1 - \varepsilon(k))^{-1}}. \quad (68)$$

Отсюда легко найти действительную и мнимую части

$$Re \varepsilon(k, \omega) = 1 - \frac{\omega_p^2 (\omega^2 + \omega_p^2 (1 - \varepsilon)^{-1})}{[\omega^2 + \omega_p^2 (1 - \varepsilon)^{-1}]^2 + \omega^2 \tau^{-2}}, \quad (69)$$

$$Im \varepsilon(k, \omega) = \frac{\omega_p^2 \omega \tau^{-1}}{[\omega^2 + \omega_p^2 (1 - \varepsilon)^{-1}]^2 + \omega^2 \tau^{-2}}. \quad (70)$$

С другой стороны, существует связь между диэлектрической проницаемостью и внутренней проводимостью, определяемой по закону Ома

$$J_x = \sigma_{xx} E_x,$$

где «плотность» тока J_x имеет размерность А/м, т.е. σ_{xx} – это не обычная проводимость. Поэтому

$$\varepsilon(k, \omega) = 1 + \frac{4\pi 1}{\omega} \cdot b\sigma(k, \omega), \quad (71)$$

где b^{-1} – толщина электронного слоя (по оси Oz). Из (4.5) при $k \rightarrow \infty$, имеем

$$\varepsilon(k) \rightarrow \infty \text{ и } \omega_p \rightarrow \infty \omega_p^2, \text{ а}$$

$$Im \varepsilon(0, \omega) = \frac{\omega_p^2 \omega \tau^{-1}}{\omega (\omega^2 + \tau^{-2})}. \quad (72)$$

Особенность в (72) соответствует существованию конечной проводимости $\sigma_0 = \sigma(0,0)$. Сравнивая (72) и (71) при $\omega \rightarrow \infty$, можно определить $\tau(0)$:

$$\begin{aligned} \operatorname{Im} \varepsilon &= \frac{4\pi}{\omega} \cdot b\sigma_0 \equiv \frac{\omega_p^2 \tau}{\omega}, \\ \tau &= \frac{4\pi\sigma_0 b}{\omega_p^2}. \end{aligned} \quad (73)$$

Поскольку нас интересует коллективное поведение плазмы (т.е. область $k \rightarrow 0$), можно аппроксимировать $\tau(k) \cong \tau(0)$, в свою очередь, $\tau(0)$ можно определить из (73), зная статическую проводимость [21].

Закон дисперсии коллективной моды определяется из уравнения $\operatorname{Re} \varepsilon(k, \omega) = 0$, а из (69) имеем при $k \rightarrow 0$

$$\left[\omega^2 + \omega_p^2 (1 - \varepsilon)^{-1} \right]^2 + \omega^2 \tau^{-2} = \omega_p^2 \left[\omega^2 + \omega_p^2 (1 - \varepsilon)^{-1} \right]. \quad (74)$$

Отсюда в случае бесстолкновительной плазмы ($\tau \rightarrow 0$) получим

$$\omega^2 = \omega_p^2 \cdot \left[\frac{\varepsilon(k)}{\varepsilon(k) - 1} \right]. \quad (75)$$

Правильное выражение для $\varepsilon(k)$ при $k \rightarrow 0$ определяется из правила сумм для сжимаемости

$$\varepsilon(k \rightarrow 0) = 1 + \frac{k_0}{k}, \quad (76)$$

где $k_0 \equiv k_0 [\beta(\partial P / \partial n_0)]^{-1}$.

Давление P связано с плотностью энергии корреляций $U_0 = \frac{1}{2} \cdot n_0 \int d^2 r h(r) V_p(r)$ соотношением $P = \beta^{-1} n_0 + \frac{1}{2} U_0$ [22], откуда следует

$$k_0 = k_p \left[1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{\beta U_0}{n_0} + \frac{n_0}{2} \left(\frac{\partial}{\partial n} \cdot \frac{\beta U_0}{n_0} \right)_\beta \right]^{-1}. \quad (77)$$

Выражения для плотности энергии корреляций известны в случае слабой ($\gamma \ll 1$) [23], и сильной ($\Gamma \gg 1$) неидеальности плазмы:

$$\frac{\beta U_0}{n_0} = \frac{\gamma}{2} \cdot [\ln(2\gamma) + 0.1544], \gamma \ll 1, \quad (78)$$

$$\frac{\beta U_0}{n_0} = -1.12\Gamma + 0.71\Gamma^{1/4} - 0.38, \sqrt{2} < \Gamma < 50. \quad (79)$$

Подставляя (78а) и (79б) в (77), получим

$$k_0 = \frac{k_p}{1 + \gamma/2 [\ln(2\gamma) + 0.6544]}, \gamma \ll 1, \quad (80)$$

$$k_0 = \frac{k_p}{0.84\Gamma + 0.399\Gamma^{1/4} + 0.81}, \sqrt{2} < \Gamma < 50. \quad (81)$$

Подстановка (76) в (75) приводит к следующему закону дисперсии.

При $k \rightarrow 0$:

$$\omega_k = \omega_p \left[1 + \frac{k}{2k_0} + o(k^2) \right]. \quad (82)$$

В случае слабой не идеальности плазмы

$$\omega_k = \omega_p \left[1 + \frac{k}{k_0} \left(\frac{1}{2} + \frac{\gamma}{4} [\ln(2\gamma) + 0.6544] \right) \right]. \quad (83)$$

В случае больших значений плазменного параметра Γ получим

$$\omega_k = \omega_p \left[1 - \left(0.21 - \frac{0.10}{\Gamma^{1/4}} - \frac{0.20}{\Gamma} \right) ka \right], \quad (84)$$

где $a = \frac{1}{\sqrt{\pi\pi_0}}$ - двумерный радиус Вигнера-Зейтца.

Формула (84) в пределе переходит в выражение

$$\omega_k = \omega_p (1 - 0.21ka), \quad k \rightarrow 0 \quad (85)$$

что незначительно отличается от выражения, полученного Бонсаллом и Марадудиным (18). Это отличие связано с тем, что последние не учитывали магнитное взаимодействие между электронами.

Полученный выше закон дисперсии (82) с k_0 из (76), за исключением термодинамического множителя C_p / C_v , совпадает с соответствующим результатом Бо [10]. При $\Gamma \rightarrow \infty$, очевидно, (C_p / C_v) и (84) не отличается от выражения, полученного Бо в том же пределе. С другой стороны, при $\gamma \ll 1$ ($C_p / C_v \cong 2$) отличие (82) от соответствующего предельного выражения [10] проявляется.

Заключение. В работе рассмотрены динамические свойства квазидвумерной плазмы, электроны которой имеют фиксированную волновую функцию вдоль оси Oz: $\varphi(z) = 2b^{3/2}ze^{-bz}$. Были рассчитаны второй и четвертый частотные моменты мнимой части обратной диэлектрической проницаемости с правильным учетом третьей размерности, а также с учетом магнитного взаимодействия между электронами. Первое ведет к более сложной зависимости Фурье-образа потенциала взаимодействия, и только в случае $k \rightarrow 0$ ($k \ll b$) мы воспроизводим

привычный результат $V_\varphi(k) = 2\pi/k$ и дисперсию $\omega_k = \omega_p = \left(\frac{2\pi n_0 e^2 k}{m} \right)^{1/2}$.

Второе приводит к расходимости четвертого частотного момента. На основе полученных результатов было построено выражение для диэлектрической проницаемости (68), которое в случае бесстолкновательной плазмы дает закон дисперсии плазмонов в виде (83) и (84). Этот закон дисперсии может существенно измениться, если учесть конечность времени столкновения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Монарха, Ю.П. [?] [Текст] / Ю.П. Монарха, А.К. Шикин // ФНТ. – 1932, т.8. - С.563-600.
2. Milton, W.Cole. Electronic Surface of Liquid Helium, Rev. of Modern Physics, 1974, v.46 p.451.
3. Grimes, C.C., Brown, T.H., Phys.Rev.Lett., 1974, v.32, p.280.
4. Grltr CC.es, Adams G., Phys.Rev.Lett., 1976, V.A36, p.145; 1979, V.B42, p.795.
5. Монарха, Ю.П. [?] [Текст] / Ю.П. Монарха // ФНТ. - 1977, т.3. - С.1460.
6. Чаплин, А.В. [?] [Текст] / А.В.Чаплин // ЖЭТФ. - 1971, т.60. - С.1746-1852.
7. Fetter, A.L. Phys.Rev., 1974, v.BIQ, p.3739-3745.
8. Platsmann, P.M., Tsoar, H., Phys.Rev., 1976, V.B13, p.3197-3198.
9. Totsu, H., J.Phys.Soc.Jpn., (a) 1975, v.39, p.253, (b) 1976, v.40, p.857, (c) Phys.Rev., 1979, V.A19, p.889.
10. Bans, П. J.Stat.Phys., 1978, v.19, p. 163.
11. Lu, D., Golden, K.I. Phys.Rev., 1933, V.A28, p.980.
12. Studart, N., Hipolito, O. Phys.Rev., V.A22, p.2860.
13. Singwi, K.S., Tosi, M.P., Land, H.H. and Jolander, A.S. Phys.Rev., 1968, v.176, p.589.
14. Lu, D., Golden, K.I. Phys.Rev. 1935, V.A31, p.1771.
15. Bonsall, L. and Maradudln, A.A. Phys.Rev., 1977, v.B15, p.1959.
16. Kalman, G. and Golden, K.I. Phys.Rev., 1990, V.A41, p.5516.
17. Golden, K.I., Kalman, G. Ph.Wyns.,1990, V.A41, p.6940.
18. Rylyuk, S., Tkachenko, M., Europhys.Lett., 1991.
19. Крефт, В.Д. Квантовая статистика систем заряженных частиц [Текст] / В.Д. Крефт, Д. Кремп, П. Эбелинг, Г. Репке. - М.: Мир, 1938.
20. Зубарев, Д.Н. Неравновесная статистическая термодинамика [Текст] / Д.Н. Зубарев. - М.: Наука, 1971.
21. Адамян, В.М. Высокочастотная диэлектрическая проницаемость неидеальной плазмы [Текст] / В.М. Адамян, Т. Майер, И.М. Ткаченко // Физ.плазмы. - 1985, т.11. - С.826-833.
22. Totsui, H. J.Phys.Soc.Jpn., 1976, v.40, p.857.
23. Totsui, H. Phye.Rev., 1978, V.A17, p.399.

Материал поступил в редакцию 24.05.19.

М.Т. Кейкиманова, Д.С. Узбекова, Т. Муканалы

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

КВАЗИЕКЮЛШЕМДІ БІРКОМПОНЕНТТІ ПЛАЗМАНЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Квази екі өлшемді плазмалар сияқты сұйық гелий бетіндегі электрондық күйлерінің қасиеттеріне қысқаша шолу жасалған. Квази екі өлшемді плазмадағы коллективтік қозу талқыланады. Квази екі өлшемді кулондық жүйелердің жұмсақ коллективтік сәндерінің дисперсия заңдарын анықтау үшін моменттің классикалық әдісі қолданылады. Баршаға аян дәл қатынас пен қосынды ережелерін қанағаттандыратын кума диэлектрлік

өтімділігі үшін интерполяциялық формуласы табылды. Қосындылар ережесі (диэлектрлік өтімділікке кері жиілік моментінің шын бөлігі) электрондар арасындағы магниттік өзара әсерлесуді ескере отырып есептелген.

Тірек сөздер: квази екі өлшемді бір компонентті плазма, дисперсия заңдары, электрондық күй.

M.T. Keikimanova, D.S. Uzbekova, T. Mukanaly

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

DYNAMIC PROPERTIES OF QUASI TWO DIMENSIONAL ONE COMPONENT PLASMAS

A short review of properties of electroic states on the surface of liquid helium as an example of a quasitwodimensional plasma is given. The collective excitations in quasi dimensional plasmas are diccussed. The classic method of mowents is applied for the determination of the dispersion law of the quasi two dimensional Coulomb system soft collective mode. An interpolational formula is found for the longitudinal dielectric permeability. Satisfying all known exact relations and sum rules. The sum rules (the inberse dielectric permeability imaginary part frequency moments) are calculated taking into account the magnetic interaction between the electrons.

Keywords: quasi-two-dimensional one-component plasma, dispersion laws, electronic state.

Технологии продовольственных продуктов

УДК 664.641.1

С.Х. Умирзакова¹, Б.Е. Солтыбаева²

¹Канд. техн. наук, доцент, ²Д-р PhD, и.о. доцента
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан
E-mail:² soltibaeva@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МУКИ ЦЕЛЬНОЗЕРНОВОЙ ПШЕНИЧНОЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕКСА

Изучена возможность применения муки цельнозерновой пшеничной в производстве кекса, обеспечивающего повышение пищевой ценности. Установлена целесообразность применения муки цельнозерновой пшеничной в рецептуре кекса на химических разрыхлителях с учетом органолептических и физико-химических показателей.

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

Мучные кондитерские изделия, являются продуктом повседневного потребления, имеют высокую калорийность и небольшую пищевую ценность.

Большое внимание при производстве мучных кондитерских изделий уделяется обогащению изделий нетрадиционным сырьем, содержащим биологически активные вещества. Недостатком кексов является высокая калорийность и низкое содержание клетчатки, витаминов, минеральных веществ.

Целью исследования явилось повышение пищевой ценности кекса с использованием муки цельнозерновой пшеничной жернового помола.

При производстве кекса используется пшеничная мука, которая по своему составу беднее целого зерна. В цельнозерновой муке из мягкой пшеницы остается весь состав зерна: эндосперм, алейроновый слой, оболочка и зародыш. В оболочке зерна содержатся белковые вещества, витамины групп В, Е, пищевые волокна, пектины, минеральные вещества: фосфор, кальций, магний, железо. Зародыш содержит витамины, полиненасыщенные жирные кислоты, аминокислоты. В ядре зерна содержится крахмал и меньше белковых и др. питательных веществ, чем в оболочке.

При прорастании зерна изменяются физические свойства, количество и качество химических веществ состава компонентов и происходит максимальная концентрация биологически активных веществ.

Улучшается аминокислотный состав муки из проросшего зерна из-за изменения фракционного состава зерна.

Пророщенное зерно является источником ферментов регулирующих, ускоряющих биохимические процессы в процессе прорастания зерна. При прорастании возрастает активность амилолитических, протеолитических ферментов, а также ферментов β – фруктофуранозидазы, эндо и экзопептидаз, эндо и энзоксиналаз, липазы, фосфатаз.

Увеличивается доля небелкового остатка и возрастает содержание лейцина, валина, лизина, треонина, изолейцина, метионина. Под действием амилолитических ферментов происходит, разжижение амилозы крахмала и его уменьшение с образованием декстринов и мальтозы. Разрушаются фитаты, увеличивается содержание витаминов группы В, РР, Е и появляется витамин С, отсутствующий в зерне, который является антиоксидантом, замедляющим окислительные процессы в организме. Повышается активность целлюлитических ферментов, которые расщепляют целлюлозу до глюкозы, без участия целлобиозы [1].

Пророщенное зерно – источник макро и микроэлементов. Продукты ферментативного расщепления компонентов зерна, которые образуются при прорастании зерна будут усваиваться дрожжевыми клетками, повышать биотехнологические свойства дрожжей при активации их перед приготовлением опары теста кекса.

Процесс производства кекса на основе использования муки из пророщенного зерна пшеницы и мяша практически не изучен. На первом этапе исследований изучен процесс производства кекса, приготовленного на дрожжах. На ход технологического процесса и качество кекса влияет исходная биотехнологическая активность дрожжей и способность их адаптироваться к анаэробным условиям приготовления опары теста. Готовили кекс по рецептуре «Весенний». Продолжительность брожения составляет 4-4,5 ч. Влажность опары 49-52%. Бродильная активность дрожжей в начале брожения опары проявляется недостаточно [2].

Для повышения бродильной активности дрожжей проведена ее активация. Для активации дрожжей применено заварка сухая (мука набухающая) и мука пророщенной пшеницы и мяша в соотношении 1:1.

Хлебопекарные дрожжи выдержаны в питательной среде, состоящей из воды, заварки сухой, муки пророщенной пшеницы и мяша в количестве 1,8-2% к массе муки в тесте. Количество заварки сухой составило 0,2-0,4%.

Продолжительность активации составила 40-50 мин при температуре 30-34⁰С. Влажность смеси 75-78%. Применение заварки сухой сказывается положительно на накопление мальтозы в смеси и следовательно повышает эффект активации под действием состава заварки сухой и ферментативного комплекса муки пророщенной пшеницы и мяша.

Внесение в питательную среду для активации дрожжей заварки сухой, муки пророщенного зерна пшеницы и мяша позволяет обеспечить питанием дрожжевые клетки, которые обусловлены достаточным наличием в смеси белков, углеводов, минеральных веществ, витаминов и ферментов.

Такое питание дрожжей приводит к ускорению процесса подготовки дрожжей к брожению, увеличению подъемной силы и ускорению брожения опары и теста (табл. 1).

Таблица 1

Влияние активации на качество дрожжей

Показатели	Контроль	Опыт
Подъемная сила, мин	14	10
Ферментативная активность, мин:		
- зимазная;	47	42
- мальтазная.	72	64
Продолжительность активации, мин	90	40-50

Предложенный способ позволяет повысить подъемную силу дрожжей, и тем самым интенсифицировать процесс брожения опары кекса. Повысить содержание в кексе неперевариваемых пищевых волокон можно путем использования в производстве изделий муки цельнозерновой пшеничной. Цельное зерно содержит неперевариваемые организмом растительные волокна, состоящие из целлюлозы, гемицеллюлозы, пентозанов и лигнина.

Мука, полученная из цельного зерна жернового помола содержит компоненты содержащие не только в эндосперме, но и в зародыше и оболочке витамины группы В, РР, Е, белки, полиненасыщенные жирные кислоты, минеральные вещества. Такая мука содержит в своем составе такие минеральные вещества как кальций, железо, марганец, селен, цинк, титан, ванадий и др., которые удаляются в процессе получения сортовой муки.

Вначале изучено влияние активации дрожжей на процесс брожения опары и теста приготовленного по рецептуре кекса «Весенний».

Кислотонакопление в опаре с активированными дрожжами нарастает более интенсивно, по сравнению с опарой без активации дрожжей, что позволяет сократить продолжительность брожения опары на 1-1,5 часа. Кислотность опары 3-3,5 град.

Затем изучено влияние использования муки цельнозерновой пшеничной жернового помола на процесс брожения опары теста и качество изделий [3,4].

Было приготовлено три образца кекса. Первый контрольный на активированных дрожжах. Опару и тесто приготовлено с применением пшеничной муки высшего сорта в соответствии с рецептурой. В опару и в тесто внесено по 50% муки по рецептуре. Опытный 1 образец приготовлен из активированных дрожжей, а опару и тесто из муки цельнозерновой пшеничной.

Опытный 2 образец приготовлен из активированных дрожжей, опара приготовлена из муки пшеничной высшего сорта, а в тесто вместо пшеничной муки высшего сорта добавлена мука цельнозерновая пшеничная. На процесс брожения опары и теста оказывает влияние, как активность дрожжей, так и применяемое сырье. Мука цельнозерновая пшеничная имела кислотность 5-5,5 град. Добавление муки с повышенной кислотностью оказывают влияние, как на изменение свойств клейковины, так и на процесс брожения опары и теста.

Если кислотность контрольной опары на активированных дрожжах за 3-3,5ч брожения составила 3-3,5 град., то в опытном образце кислотность была более высокой и составила 4-5 град, что вызвало необходимость снижения продолжительности брожения опары за счет применения активированных дрожжей до 2,5-3 часа, обеспечивающий достаточный подъем теста.

Кислотонакопление в опаре опытного второго образца была аналогична, как в контрольном образце.

После брожения опары проведен замес теста. Влажность теста контрольного образца 30-32%, опытного первого и второго образца была 32-34%. Температура теста 30-32⁰С. Тесто выбражено контрольный образец в течении 1,5-2 ч, опытный 1 – 60-75 мин, опытный 2 в течении 1-1,5 ч. Кислотность готового контрольного теста 3-3,5 град, опытного 1 – 3,5-4,5 град, опытного 2 был 3,5-4 град.

Замена пшеничной муки на муку цельнозерновую пшеничную приводило к повышению начальной кислотности опары (образец 2) и теста, а также повышению влажности теста на 2-4%. Выпечка изделий проведена при температуре 185-210⁰С в течении 18-20 мин массой 100 г. Качество кекса оценено по органолептическим (табл. 2) и физико-химическим показателям

Таблица 2

Органолептические показатели качества кекса

Показатели	Контроль	Опыт-1	Опыт-2
Вкус и запах	Свойственный данному наименованию, без постороннего вкуса и запаха		
Форма	Правильная, в соответствии данному наименованию		
Поверхность	Выпуклая, гладкая не подгорелая	Выпуклая с небольшими трещинами	Шероховатая, без вмятин и вздутий
Цвет	Светло-коричневый	Темно-коричневый	Коричневый
Вид в изломе	Хорошо пропеченное без закала и следов непромеса		
Структура пористости	Мелкая равномерная тонкостенная	Средняя недостаточной толщины	Мелкая равномерная средней толщины

Кексы, приготовленные с применением муки цельнозерновой пшеничной имели более темную окраску по сравнению с контрольным и опытным 2 образцами, что объясняется особенностями качества муки.

Кекс, приготовленный по опытному варианту 1 по показателю цвет – был более темный и имел недостаточную по толщине пористость по сравнению с контрольным и опытным вторым образцом.

По результатам исследований показано, что на структуру кекса оказывает влияние влажность теста. С повышением дозировки муки цельнозерновой пшеничной необходимо повысить влажность теста и изделий на 2-4%, что объясняется наличием периферических частиц зерна в муке и водопоглонительной способностью. Кислотность изделий повышается с увеличением количества муки цельнозерновой пшеничной, что объясняется кислотностью самой муки. Брожение опары и теста проведено при более высокой кислотности по сравнению с тестом из пшеничной муки высшего сорта. Процесс брожения опары и теста несколько интенсифицируется с применением активированных дрожжей. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что при применении цельнозерновой пшеничной муки, при приготовлении теста кекса на дрожжах наилучшим является образец,

когда опару готовят традиционным опарным способом из пшеничной муки ВС, а тесто из муки цельнозерновой пшеничной.

Кислотность опытного 1 образца кекса была 2,7-3,5 град, а опытного 2 образца 2,5-3 град. По потребительским свойствам, кексы, приготовленные с применением муки цельнозерновой пшеничной не уступало контрольным, так как кисло-сладкий вкус складывался большим содержанием сдобящего сырья.

Более рационально муку цельнозерновую пшеничную применить в производстве кекса на химических разрыхлителях.

Изучено влияние муки цельнозерновой пшеничной на получение кекса «Столичный» на химических разрыхлителях.

Была проведена серия лабораторных выпечек с применением муки цельнозерновой пшеничной. В опытных образцах 1 и 2 была заменена пшеничная мука ВС на муку цельнозерновую соответственно на 100 и 50%. Влажность теста и кекса повышали на 2-3%. Оптимальной дозировкой муки цельнозерновой пшеничной является соотношение пшеничной муки ВС к муке цельнозерновой пшеничной (1:1).

Влажность теста контрольного 23-25%, опытных 25-27%. Общая продолжительность замеса теста 23-28 мин. Продолжительность выпечки штучного кекса 25-30 мин при 205-215°C.

Исследовано влияние влажности теста на качество кекса (табл. 2).

Таблица 2

Влияние влажности на плотность кекса

Наименование	Влажность, %		Плотность, г/см ³
	Теста	кекса	
Контроль	23,0	21,6	0,62
Опыт 1	25,2	22,6	0,7
	26,0	23,5	0,67
	26,5	2,6	0,65
Опыт 2	25,0	22,5	0,68
	25,8	23,3	0,65
	26,0	24,7	0,64

Кексы, приготовлены с заменой пшеничной муки ВС на муку цельнозерновую пшеничную имели более темную окраску (образец 1) по сравнению с 2 образцом кекса, где мука пшеничная ВС и цельнозерновая была в соотношении 1:1.

Кексы характеризовались как правильной формы, без постороннего запаха и вкуса, с равномерной пористостью. Контрольный образец имел более тонкостенную пористость, чем опытные, поверхность выпуклая гладкая (контроль) и шероховатая опыт 1,2. Увеличение доли муки цельнозерновой пшеничной в рецептуре кекса «Столичный» вызывало увеличение влажности теста и кекса в пределах нормативных требований.

Возрастание плотности изделий с мукой цельнозерновой пшеничной объясняется большим содержанием клейковины и водопоглотительной способностью муки. Щелочность изделий была в пределах 1,5-1,8 град.

Мука цельнозерновая пшеничная жернового помола имело преимущество по содержанию белков, клетчатки, минеральных веществ, витаминов и может быть использовано при приготовлении кекса на

химических разрыхлителях. Применение цельнозерновой пшеничной муки в производстве кекса на химических разрыхлителях, повысило пищевую ценность изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

Материал поступил в редакцию 11.09.19.

С.Х. Умирзакова, Б.Е. Солтыбаева

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

КЕКС ӨНДІРІСІНДЕ БҮТІНДЕЙ ҰНТАҚТАЛҒАН БИДАЙ ҰНЫН ҚОЛДАНУ

Тағам құндылығын арттыруды қамтамасыз ететін кекс өндірісінде бүтіндей ұнтақталған бидай ұнын қолдану мүмкіндігі зерттелді. Органолептикалық және физико-химиялық көрсеткіштерді есепке ала отырып, химиялық қосытқыштарда кекс рецептурасында бүтіндей ұнтақталған бидай ұнын қолданудың орындылығы анықталды.

Тірек сөздер: ашытқыларды елсендіру, кекс өндіру технологиясы, өнген дән ұны, бүтіндей ұнтақталған бидай ұны, тағамдық құндылығын жоғарылату.

S.Kh. Umirzakov, B.E. Soltymbaeva

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

APPLICATION OF WHOLE-GRAIN WHEAT IN CUPCAKE PRODUCTION

The possibility of using whole-grain wheat flour in the production of cupcake that provides increased nutritional value has been studied. The expediency of the use of whole wheat flour in the cupcake recipe on chemical leavening agents, taking into account organoleptic and physico-chemical parameters, is established.

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

UDC 637.146

A.S. Borankulova¹, U.D. Abdikaem², Z.S. Akhmet³

¹Phd D., Associate Professor, ²Master student, ³Student
Taraz State University. M. H. Dulati, Taraz, Kazakhstan
E-mail: ¹aselboor@mail.ru, ²abdikaem11@gmail.com

STUDIES OF THE PHYSICO-CHEMICAL COMPOSITION OF THE ROSEHIP EXTRACT AND SYRUP, OBTAINED ON THE COTTAGE CHEESE WHEY

Health improvement of the human body and ensuring its active life-activity on the basis of the mass use of fermented milk drinks with probiotic properties is a new promising direction in medicine and nutritiology. The growing popularity of plant extracts in the production of combined drinks is due to the presence of numerous medicinal properties in some plants, such as rosehip, which will allow these medicinal properties to be preserved in the final product. Physico-chemical compositions and organoleptic characteristics of fermented milk drink were determined. Based on the results, the optimal extraction mode is recommended: temperature 85 ± 5 °C, duration 30 ± 5 minutes. The extract and syrup using rosehip were obtained.

Keywords: whey drink, fermented milk product, functional food, vegetable raw materials, rose hips.

The most important condition for the preservation of health and life extension of the population is the creation of specialized products that not only meet the physiological needs of humans in food and energy, but also perform preventive and therapeutic functions.

A promising direction is the use in the production of modern dairy drinks using vegetable raw materials. The popularity of the use of plant extracts in dairy products due to the presence in their composition of a wide range of biologically active substances (vitamins, bioflavonoids, antioxidants, tannins, macro and trace elements).

Vegetable raw materials have long been used for both treatment and prevention of many diseases, which allows positioning them in the technology of functional food products as BAD parapharmaceuticals. The combination of lactic microflora and biologically active substances of plant extracts will significantly expand the range of functional products. Human physiological needs for basic nutrients and energy change with working and living conditions. The set and quality of food raw materials and food products, technological methods of their processing and storage, which significantly affect the chemical composition and nutritional value of these products, do not remain unchanged. In this regard, one of the possible directions of development of the food industry is the direction of the creation of therapeutic and preventive food.

Of particular importance among the functional products are lactic acid drinks with extracts of vegetable raw materials, as one of the simplest forms of enrichment of the diet with food containing biologically active substances. The growing popularity of plant extracts in the production of combined beverages is due to the presence of numerous medicinal properties of some plants and technologies that allow these medicinal properties to preserve and convey to the consumer in the final product [1].

For application in technology of the combined dairy products it is possible to use rosehip fruits as the vegetable raw material including the chemical components vital for a human body. Rosehip is not only available for use, but also a good compatibility of organoleptic characteristics with fermented milk drinks, easy to obtain the extract, but also high biological activity [2].

Useful properties of rose hips are explained by the fact that its biological composition includes vitamins C, P, K, A, B vitamins, manganese, sodium, iron, magnesium, potassium, calcium and phosphorus, as well as manganese and phosphates (table 1) [3].

Table 1

Chemical composition of rosehip

Indicators	Value
Proteins (g)	4,0
Fats (g)	-
Carbohydrates (g)	60
Energy value (g)	1059
Sodium (g)	13
Potassium (mg)	58
Calcium (mg)	66
Magnesium (mg)	20
Phosphorus (mg)	20
Iron (mg)	28
Carotene (mg)	6,7
B1 (mg)	0,15
B2 (mg)	0,20
C (mg)	1200
PP(mg)	1,50

The composition of rose hips also includes essential oils, tannins, organic acids, pectins, sugars and many other substances that are necessary for the proper life process of the human body.

The purpose of our study is to study the use of plant materials (rose hips) in the production of fermented milk drink. In this connection, the physicochemical composition of the extract and rosehip syrup obtained on the basis of curd whey was studied.

When obtaining the extract as an extractable material, rosehip collected in the summer of 2018 in the territory of the Dzhambul region, corresponding to the requirements of the NTD, SanPiN 2.3.2.1078-01, P 96.282.10, was used.

As an extractant, a protein-free serum obtained in the dairy kitchen of Galenika LLP (Taraz) in the production of children's curd by ultrafiltration was chosen, which is characterized by the following indicators: the mass fraction of dry substances is 5.0 ± 0.2 %, including lactose 4.3 ± 0.05 %, nitrogen compounds 0.25 ± 0.05 %, pH 5.2 ± 0.2 .

Pre-dried vegetable raw materials (rosehip) were extracted on water and serum. The samples were placed in a thermostat at a temperature of 30 to 60 ° C and kept for 30 to 90 minutes. After that, the extract was carefully filtered, 100 ml of extract was measured and analyzed. The mass proportion of plant material ranged from 5 to 20 % (increments of 5%). With an equal amount of

extraction in the extraction of serum mass fraction of the extractive substances of rose hips, including (mass for dry substances, nitrogen compounds, carbohydrates) is higher than in the extraction of water.

Based on previous studies, the following extraction parameters were selected: temperature 85 ± 5 °C, duration 30 ± 5 minutes. After extraction, the resulting mixture was filtered, separating the pulp. The resulting pulp can be used as a source of dietary fiber in the production of dietary supplements. The extract has a pronounced brown color, has a pleasant taste and aroma characteristic of the rosehip plant, opaque (cloudy) appearance, a tendency to settle with the formation of sediment.

To prepare the syrup in the hot extract was introduced into the sugar the ratio is 50:50. The mixture was stirred and heated to boiling point, cooled to $60-65$ °C and introduced acidity regulator (citric acid) to pH 4.3-4.7 [4-6].

Unlike the extract, the syrup after heating becomes more transparent without suspensions, sweet and sour taste with a pleasant aroma of rose hips.

Analysis of physical and chemical composition, microbiological indicators, the content of toxic elements, the specific activity of radionuclides of the extract and syrup of rose hips based on serum shows that they contain biologically active substances capable of having a pronounced physiological effect (table 2).

Table 2

Organoleptic and physico-chemical parameters
 of the extract and syrup based on rosehip

Name of indicators	The designation ND on tests	Value of indicator		
		Thenormat ND	Actually obtained result	
			Rosehip extract	Rosehip syrup
Appearance, consistency	GOST 6687.5-86	Transparent viscous liquid without sediment and foreign inclusions. The presence of sediment and suspensions due to the characteristics of the raw material used without the inclusion of non-typical product is allowed	Homogeneous, opaque liquid, without sediment	Homogeneous, opaque liquid, without sediment
Taste and smell	GOST 6687.5-86	Taste and smell clean without foreign taste and smell	Taste and smell clean without foreign taste and smell	Without foreign taste and smell, pronounced taste of rose hips
Color	GOST 6687.5-86	Characteristic color of fruits or vegetables from which the syrup is made	Peach color	Uniform, slightly brown-red
Physical and chemical parameters				
Mass fraction of soluble solids, % not less	GOST 6687.2-86	50,0	5,4	51,2

Acidity, solution 1.0 mol/ DM per 100 cm	GOST 6687.4-86	According to the sparkling	87	5,0
Microbiological indicators				
Mafai M, CFU/g, not more	GOST 10444.15-91	5×10^2	3×10^2	2×10^2
CGB (coliforms) in 1.0 g	GOST 321747-2012	prevent	not detected	not detected
Pathogenic, including salmonella in 25g	GOST 31659-2012	prevent	not detected	not detected
Content of toxic elements in MK/g, not more than				
Lead	GOST26932-86	0,4	not detected	not detected
Arsenic	GOST 26930-86	1,0	not detected	not detected
Cadmium	GOST 26933-86	0,05	not detected	not detected
Mercury	GOST 26927-86	0,2	not detected	not detected
Pesticide residue, mg/kg, max				
HCH(α, β, γ isomers)	GOST 6687.5-86	0,5	not detected	not detected
DDT and its metabolite	GOST 6687.5-86	0,1	not detected	not detected
Specific activity of radionuclides, Bq/kg, not more than				
Cesium-137	GOST 6687.5-86	160	3,0	3,1
Strontium-90	GOST 6687.5-86	-	-	-

In connection with the above indicators, it can be said that the use of plant components, in particular rosehip fruits, in the production of fermented milk drinks will not only expand the range of dairy products, but also give them a therapeutic and preventive orientation and with daily use, will contribute to the preservation and improvement of health. The rosehip fruit used by us is well combined with the serum, and its use as an extract or syrup is confirmed by organoleptic and physical-chemical parameters.

On the basis of the conducted researches it is possible to draw a conclusion about expediency of use of vegetable raw materials (rosehip) in production of fermented milk drink as a product of new generation with high food value, and to recommend it for use to the population of Kazakhstan.

REFERENCES

1. Antonova, B.C. Technology of milk and dairy products [Text] / B.C. Antonova, S.A. Soloviev, M.A. Sechin.- Orenburg, 2001. - 440 p.
2. Gerasimova T.V. Some aspects of the use of extracts of medicinal plant raw materials in the dairy industry [Text]/T.V. Gerasimova, A.D. Lodygin, E.A. Abakumova// Scientific and practical multi-subject journal "Science Park". - 2011.-№2. - P. 34-37.

3. Pokrovskiy, A.A. Chemical composition of food products [Text]/Pokrovskiy, A.A.- Moscow, 1976.
4. Baymatova E.V. Research and development of technology of products from whey using medicinal plants. The author's abstract Diss. on competition of a scientific degree of candidate of technical Sciences [Text]/ E.V. Baymatova - Kemerovo: Kentish 1.-2006.16 PP.
5. Moiseeva Y.A. Research and development pythonython from fermented whey using lemon balm. The author's abstract Diss. on competition of a scientific degree of candidate of technical Sciences[Text]/ Y.A. Moiseeva - Kemerovo: Kemtipp.-2006.16 PP.
6. Yakovleva, L.A. The Influence of factors on extraction of medicinal and technical raw materials in the serum [Text]/ L.A. Yakovleva, С.М. Lupinskaya // Federal and regional aspects of the policy of healthy nutrition: Proceedings of an international Symposium.- Kemerovo: Kemtipp, - 2002.- From 225-226 p.

Material received at 16.05.19.

А.С. Боранкулова, У.Д. Абдіқайым, З.С. Ахмет

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

СҮЗБЕ САРЫСУЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕ АЛЫНҒАН ИТМҰРЫН ШЫРЫНЫ МЕН СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Адам ағзасын сауықтыру және оның белсенді өмірін қамтамасыз ету пробиотикалық қасиеттері бар сүтқышқылды сусындарды жаппай пайдалану негізінде медицинада және нутрициологияда жаңа перспективалы бағыт болып табылады. Аралас сусындар өндірісіндегі өсімдік сығындыларының өсіп келе жатқан танымалдығы кейбір өсімдіктерде көптеген емдік қасиеттердің болуына байланысты, бұл емдік қасиеттерді соңғы өнімде сақтауға мүмкіндік беретін итмұрын өсімдігі. Сүзбе сарысуының негізіндегі итмұрын шәрбаты мен итмұрын сығындысының физика-химиялық құрамы мен органолептикалық көрсеткіштері анықталды. Алынған нәтижелер негізінде экстракцияның оңтайлы режимі ұсынылады: температура 85 ± 5 °С, ұзақтығы 30 ± 5 минут. Итмұрын қолданылған сығынды мен сиропы алынды.

Тірек сөздер: сарысу, қышқыл сүт өнімі, функционалдық тамақтану, өсімдік шикізаты, итмұрын.

А.С. Боранкулова, У.Д. Абдикаем, З.С.Ахмет

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

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЭКСТРАКТА И СИРОПА ШИПОВНИКА, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ

Оздоровление организма человека и обеспечение его активной жизнедеятельности на основе массового использования кисломолочных напитков с пробиотическими свойствами является новым перспективным направлением

в медицине и нутрициологии. Растущая популярность растительных экстрактов в производстве комбинированных напитков обусловлена наличием многочисленных целебных свойств у некоторых растений, в таком, как шиповник, который позволит эти целебные свойства сохранить в конечном продукте. Определены физико-химические составы и органолептические показатели сиропа шиповника и экстракта шиповника на основе творожной сыворотки. На основе полученных результатов рекомендован оптимальный режим экстракции: температура 85 ± 5 °C, продолжительность 30 ± 5 минут. Получен экстракт и сироп с использованием шиповника.

Ключевые слова: сывороточный напиток, кисломолочный продукт, функциональное питание, растительное сырьё, шиповник.

ӘОЖ 664.07

А.Т. Киябаева¹, С.А. Муратов², Н.О. Онғарбаева³, Д.Н. Нурмат⁴

*¹PhD докторант, ²Магистрант, ³Техн. ғылымд. д-ры, профессор, ⁴Магистр, оқытушы Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы
E-mail: ¹aizhan.kiyabaeva@yandex.ru, ³o.nurlaim@mail.ru*

ҚАЗАҚСТАНДЫҚ СЕЛЕКЦИЯСЫНЫҢ ТРИТИКАЛЕ ДӘНІНІҢ ФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Мақалада егіншілік және өсімдік шаруашылығы ҚазҒЗИ-да өсірілген тритикале астығы Қожа сортының жеке физикалық қасиеттерінің көрсеткіштерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Тритикале дәнінің физикалық сипаттамалары анықталған: 1000 дәннің салмағы, натурасы, шынылығы, дәннің тығыздығы және көлемі. Тритикале астығын тамақ өнімдерін өндіруде, қайта өңдеу технологияларында пайдалану мүмкіндігі нақтыланды.

Тірек сөздер: дән, сұрып, тритикале, физикалық қасиеттері, сапа көрсеткіштері.

Астықтың физикалық қасиеттерінің көрсеткіштері тәжірибелік маңызы бар қолданбалы мәселелердің бірқатарын шешуге мүмкіндік береді. Мәселен, астық мөлшерін анықтайтын көрсеткіштер бойынша астықтағы эндосперм құрамы туралы жанама түрде айтуға болады, бұл дайын өнімнің шығуын болжау үшін өте маңызды. Астықтың геометриялық өлшемдері де сепарациялау процестерін модельдеуге, технологиялық жабдықтың режимдік параметрлерін таңдауға мүмкіндік береді. Эндоспермге тән ерекшеліктерін анықтайтын көрсеткіштер бойынша, мысалы, шынылығы, гидротермиялық өңдеу параметрлерін таңдауға, ұн технологиясының бастапқы кезеңінің аралық өнімдерінің шығуын болжауға, сондай-ақ технологиялық процесс жүйесінің санын және т.б. анықтауға болады.

Зерттеудің мақсаты қазақстандық селекционерлер шығарған Қожа сортының тритикале астығының физикалық сипаттамаларын зерттеу болып табылады.

Жұмыста тритикале дәнінің физикалық қасиеттерін сипаттайтын, оның мақсаты бойынша пайдалануға жарамдылығын сипаттайтын көрсеткіштер анықталған.

Астықтың физикалық қасиеттерін сипаттайтын маңызды көрсеткіштің бірі – 1000 дәннің массасы. Бұл көрсеткіш астықтағы қоректік заттардың қорының көптігін, оның ірілігі мен жітіктілігін көрсетеді. Ірі дәндерде эндоспермнің қалған компоненттерге жоғары қатынасы бар, бұл ұнның шығуына оң әсерін тигізеді.

Астықтың натурасы деп астықтың белгіленген көлемінің салмағын түсінеді (г/л). Натура астық дәндері үшін анықталады. Табиғи астық дәннің түрлі бөліктеріндегі біркелкі емес тығыздылығымен және дәннің әр бөлігіндегі тығыздықпен түсіндіріледі. Натура үлкен технологиялық маңызы бар астықтың қалыптасуы туралы түсінік береді. Астықтың натурасы жоғары болған сайын, онда пайдалы заттар көп, демек сапасы да жоғары. Қалыптасқан астықта (жоғары натура) эндоспермасы (ядро) көп және қабықтың аз үлесі бар, яғни қайта өңдеу кезінде ұн мен жарманың көп шығымы болады. Осылайша, натура дәннің ұн тарту және жарма сапасын сипаттайды. Сонымен қатар, натура ылғалдылықпен, ластанумен, астықтың беті мен түріне байланысты. Көптеген факторлардың натура жағдайына әсерін ескере отырып, әдетте бұл көрсеткіш астық сапасын басқалармен бірге толық бағалауға мүмкіндік береді, мысалы, 1000 дәннің массасы, ылғалдылығы, ластануы [1].

Шынылық – астық сапасының маңызды көрсеткіші. Шынылық астық тарту кезінде жақсы жуылады және жоғары сұрыпты ұнның көп шығымын береді. Алайда кейбір зерттеушілер шынылық сұрыптың тұқым қуалайтын ерекшеліктеріне байланысты астықтың сапасын әрдайым көрсетпейді деп санайды.

Астықтың тығыздығы едәуір дәрежеде оның химиялық құрамы мен анатомиялық құрылымына байланысты. Ол сондай-ақ, астықтың қалыптасуының көрсеткішімен байланысты, яғни тығыздығы жоғары болған сайын, астық солғұрлым қалыптасқан болып табылады. Дәннің әртүрлі бөліктеріне түрлі тығыздық тән, бұл олардың құрылымы мен химиялық құрамының ерекшеліктерімен байланысты. Тритикале дәнінде ең жоғарғы тығыздық эндоспермде, ал ең азы – қабығында келеді. Шынылы эндосперм ұнға қарағанда тығызырақ, бұл ұнды эндоспермдегі қуыстың болуына байланысты. Ұсақтаудан кейін ұн және шынылы эндосперм бөлшектерінің тығыздығы бірдей болады. Жоғары тығыздық астықтың ұн қасиеттеріне жақсы әсер етеді. Астықтың меншікті салмағы ол астықтың химиялық құрамы мен анатомиялық құрылысына байланысты және оның сапасын бағалау критерийі болып табылады.

Астықтың көлемі астық массасының ұңғымалылығын, көлем массасының шамасын есептеу үшін (барлық басқа тең жағдайларда астықтың үлкен көлемді массасын береді), астықты тазалау және қайта өңдеу режимін, дайын өнімнің шығуының шамасын анықтау үшін (үлкен көлемді – үлкен шығым) маңызды. Бір астықтың орташа көлемі астықтың ісінуін туындатпайтын сұйықтықтың белгілі бір көлемі (ксиллол, толуол және т.б.) бар өлшеуіш шыны колбаға астық сынағасы арқылы анықталады [1,2].

Зерттеу әдістері. 1000 дәннің массасын анықтау кезінде мынадай кең таралған әдістеме қолданылды: зерттелетін үлгіден, қоспалардан және бүтін

дәндерден орамдау әдісімен тазартылған астық сынамасы құралды. Маңдайшадан әрқайсысы 500 дәннен екі сынама алынды.

Астықтың екі сынамасының салмағы арасындағы айырмашылық олардың орташа салмағының 3% аспады, бұл жалпы қабылданған норманың талаптарына сәйкес келеді. 500 дәннің бірінші және екінші сынамаларының массасы жиынтықталды, алынған сома тритикале астықтың талданатын үлгісінің нақты ылғалдылығы кезінде 1000 дәннің массасы болды. Одан әрі алынған 1000 дән массасы құрғақ затқа қабылданған формула бойынша қайта есептелді. Анықтама үш рет қайталанды.

Литрлік пуркада тритикале дәнінің натурасын анықтау талданатын сынамадан ірі қоспаларды бөліп алғаннан кейін, тесігінің диаметрі 6 мм болатын електе елеу жолымен жүргізілді. Таразыларды коромыслаларға оң жағынан оған түсіп қалған жүкпен өлшеп, сол жақ – кіртасқа арналған тостағанға іліп қойып, пурка таразысының тепе-теңдігі тексерілді. Құлайтын жүк өлшеуден алынып, жәшіктің қақпағына арнайы ұяға өлшеп қойылды. Өлшеуіштің саңылауына пышақ салынған, ал оған құлап бара жатқан жүк қойылды, содан кейін өлшеуге толтырғыш кигізілді.

Бұдан әрі астық шөміштен жасалған цилиндрге тегіс ағыспен, итерусіз, толтырғыштың сыйымдылығын көрсететін цилиндрдің ішіндегі сызыққа дейін төгілді. Цилиндр құйғышпен жабылып, толтырғышқа құйғышқа төмен қойып, дәнді толтырғышқа құйғаннан кейін құйғышпен цилиндр түсірілді. Пышақ тез, аспапты шайқамай, саңылаудан алынып, жүк пен дән өлшеуге құлап, тағы да сол сақтықпен саңылауға салынды. Пышақтың қозғалысы соңында пышақтың жүзі мен саңылаудың шеттері арасында түскен жекелеген дәндер пышақпен бөлінген. Өлшеуіш толтырғышпен бірге ұяшықтан алынып тасталды, пышақты және толтырғышты ұстай отырып аударылды, сосын пышақта қалған артық астық төгілді. Толтырғыш түсірер алдында, саңылаудан пышақты шығарып, пышақта қалып қойған дән түсірілді. Астықпен өлшеуішті өлшеп, тритикале дәннің талданатын үлгісінің натурасы анықталды [3].

Зерттеліп отырған тритикале дәні үлгілерінің шынылығын анықтау үшін кассетасы және есептегіші бар ДСЗ-2 диафаноскоп аспабы қолданылды. Анықтауды келесі кезеңдермен жүргіздік. Кассетаны аспаптан алып, оған тазартылған тритикале дәнінің өлшендісі төгілді. Көлденең жазықтықтағы кассеталар шеңберлі айналғанда 100 ұяшықты дәндермен толтырылды, әрбір ұяшықта бір-бірден. Содан кейін кассета аспап корпусының ойығына салынып, шамды қосты.

Диафаноскоптың окуляры арқылы әрбір қатарда кассеталар кезекпен толық шынылық (толығымен жарық түсіретін) және жеке ұнды (толығымен жарық түсірмейтін) дәндердің саны есептелді және нәтижелері есептегішке қойылды. Қаламды сағат тілі бойынша бұрып, шынылы дәндердің санын, ал қаламды сағат тіліне қарсы бұрып – ұнды саны қойылды. Ішінара жарықтандырылатын немесе ішінара жарықтандырылмайтын эндосперммен астықты ішінара шынылы дәндерге жатқызып, саналған жоқ. Дәндердің соңғы ондық қатарын көргеннен кейін есептеуіштің төменгі таблосында жалпы шынылық пайыз, ал жоғарғы жағында – дәндердің құрамы толық шынылық пайызбен көрсетілді. Астықтың жалпы шынылығын есептеу кейіннен нәтижені бүтін санға дейін дөңгелектей отырып, ондық пайызға дейін жүргізілді.

Астық сапасының келесі көрсеткіші тығыздық болып табылады. Бұл көрсеткіш астықтың технологиялық қасиеттерін кешенді сипаттайды, өйткені ол шынылығына, 1000 дәннің массасына, ірілігіне, сондай-ақ астықтың химиялық құрамына байланысты, себебі түрлі биополимерлердің тығыздығы әртүрлі келеді. Мысалы, крахмалдың салыстырмалы тығыздығы (1,46...ақуыздардың тығыздығы (1,35), ал ең аз – майларда (0,84...0,98). Астық тығыздығының жоғарылауымен бірінші сападағы аралық өнімдердің шығуы артады. Тығыздығын арттырумен астықтың ұн тарту қасиеттері жақсарады. Тығыздыққа астықтың ылғалдылығы, температура және басқа да факторлар айтарлықтай әсер етеді. Астық тығыздығын оның салмағы мен көлемін біле отырып анықтауға болады [3,4].

Зерттелетін астық үлгілерінің тығыздығы тритикале пикнометриялық әдіспен анықталды. Зерттелетін үлгіден аналитикалық таразыларында 2-3 г астық сынамасы өлшенді. Пикнометрлік әдісте жұмыс сұйықтығы ксилолмен ерітіледі, ал артығы сүзгіш қағазбен жойылады. Сұйықтық деңгейі төменгі менискпен анықталды. Пикнометр мұқият сүртіліп, аналитикалық таразыда ксилолмен бірге өлшенді. Өлшенгеннен кейін ксилолдың бір бөлігі құйылып, пикнометрге астық тасымалдап, тағы да ксилолмен белгіге дейін құйылды. Пикнометр ішіндегі ауа көпіршігі қалмағаны тексерілді. Одан әрі талдау таразыларында қалған ксилол мен астық пикнометрде өлшенді. Астық тығыздығы қабылданған формула бойынша (г/см^3) есептелді.

Бір астықтың көлемі ұзындығының, ені мен қалыңдығының қатынасы ретінде анықталады. Үлкен көлемдегі астық ірі және қалыптасқан, демек, онда көп қоректік заттар бар. Астық көлемі астықты тазалау және қайта өңдеу режимін, дайын өнімнің шығу шамасын анықтау үшін маңызды. Зерттелетін тритикале үлгілерінің астық көлемі сұйықтықпен (ксилолмен) толтырылған 5-10 г астықты аспапқа (бюреткамен тегістелген ыдыс) батыру жолымен анықталды. Есептеу өлшенген астықтың сұйықтың көлемі бойынша жүргізілді.

Нәтижелерді талқылау. Зерттеу объектісі ретінде тритикале дәнінің "Қожа" сортының үлгілері таңдалған. Тритикале астық тұқымы қысқа төзімді, жоғары өнімді, аурудың кейбір түрлеріне иммунитеті бар, қышқыл топыраққа төзімді келеді. Соңғы жылдары нан, печенье және басқа да азық-түлік өнімдерін өндіру үшін тритикале астығын пайдалануға жіті назар аударыла бастады. Осыған орай біз қазақстандық селекцияның тритикале астығының физикалық ерекшеліктерін анықтауға бағытталған зертханалық зерттеулер жүргіздік [5]. Астықтың физикалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Жалпы алынған мәндерді талдау нәтижесі астықтың таза екенін көрсетті: арамшөп қоспасы – 0,4% дейін; дәнді қоспасы – шамамен 3,78%; негізгі астық – 94,90%. Пішіні бойынша тритикале ұзынша, жұқа әрі қалың болып келеді. Барлық үлгілерде дәнді дақылдардың геометриялық өлшемдері орташа: ені – 3,39 мм (3,15-тен 3,80 мм дейін); қалыңдығы – 2,52 мм (2,33-тен 2,84 мм дейін); ұзындығы – 7,44 мм (6,70-тен 8,2 мм дейін). Дәндердің ені бойынша (95,33%) неғұрлым теңдестірілген және қалыңдығы бойынша (75,65%) ең аз теңдестірілген; ұзындығы бойынша теңдестірудің орташа мәні 84,8% құрады.

Жүргізілген талдаулар нәтижесінде тритикале барлық үлгілерінің ылғалдылығы орташа алғанда $12,8\% \pm 0,3$, яғни құрғақ екені анықталды.

Талданатын үлгілердің астық сапасының бұл белгісі СЭШ аспабының көмегімен жалпы қабылданған әдістеме бойынша анықталды.

Кесте 1

Тритикале дәнінің физикалық қасиеттері

Үлгі №	1000 дәннің салмағы, г	Натурасы, г/л	Жалпы шынылығы, %	Тығыздығы, г/см ³	Дәннің көлемі, мм ³
№1	39,9	690	46	1,31	36,2
№2	38,5	680	45	1,28	34,9
№3	36,4	671	38	1,24	33,6
№4	34,9	684	27	1,34	34,6
№5	38,3	702	46	1,4	32,7
№6	39,1	686	29	1,34	35,6
№7	33,8	661	33	1,36	31,9

Үлгілердегі 1000 дәннің салмағы 33,8 – 39,9 г дейін өзгерді. №1 үлгілердегі 100 астық салмағының ең жоғары көрсеткіші 39,9 г, ең төменгі көрсеткіші – 33,8 г (№7 үлгі).

Дәннің төменгі натурасы №7 үлгідегі тритикале дәннің төменгі натурасын эндосперм құрылысында ақаумен байланыстыруға болады (тегіс емес бет, терең сақалшасы, қалың және қатты қабықты) [5,6].

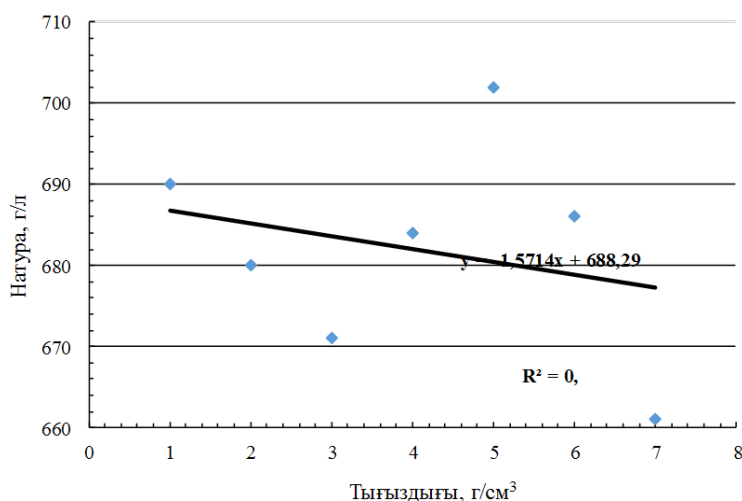
Тритикале дәнінің шынылығы орташа есеппен 38% болды, 27-ден (№4 үлгі) 46% - ға дейін (№1,5 үлгі) жетті. Тритикале дәнінің шынылығына ауа райы әсер етті.

Астық тығыздығы 1,32 г/см³ құрады, бұл астықты орындалған деп бағалауға мүмкіндік береді. Астық тығыздығының ең аз және ең көп мәндері №3 және №5 үлгілерге тән, тиісінше 1,24 г/см³ және 1,4 г/см³. Крахмал құрамының жоғарылауымен астық тығыздығы артады, ал ақуызы керісінше азаяды.

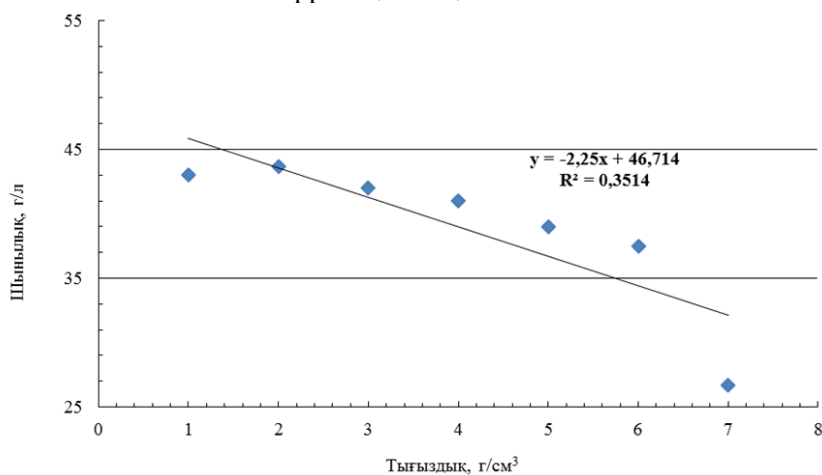
Тритикале дәнінің көлемі орта есеппен 34,2% тең болды, ең жоғарғы мәні 36,2 мм³ (№1 үлгі) және ең төменгі мәні 31,9 мм³ (№7 үлгі).

Жекелеген көрсеткіштер арасында корреляциялық тәуелділік анықталды. Корреляциялық тәуелділік астық тығыздығы тритикале, астық массасы 1000 және астық натурасы арасында болмашы, корреляция коэффициенті тиісінше 0,0659 және 0,3514 құрады (1-ші және 2-суреттер) [6].

Алынған мәндерді талдау сапа көрсеткіштерінің деңгейі бойынша зерттелетін тритикале дәндерінің үлгілерін 1000 дән салмағы жоғары ірі астық ретінде сипаттауға болатынын көрсетті, табиғи көлемі кең көлемде ауытқиды, негізінен шынылы бидай. Осы көрсеткіштердің кешені бойынша №1 үлгі үздік үлгі болып табылады.



Сурет 1. Тритикале дәнінің тығыздығына натурасының тәуелділігінің корреляциялық аймағы



Сурет 2. Тритикале дәнінің шынылығы тығыздығына тәуелділігінің корреляциялық аймағы

Қорытынды. Осылайша, қазақстандық селекционерлер шығарған «Қож» сұрыбының тритикале астығы тек жоғары астық өнімділігімен ғана емес, физикалық қасиеттерін анықтайтын жақсы сапа көрсеткіштерімен ерекшеленеді, демек, тритикале «Қожа» сұрыбы, оны тамақ өнеркәсібінде пайдаланудың тиімділігі мен мақсаттылығын алдын ала анықтайтын бірқатар технологиялық қасиеттерге ие.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Онгарбаева, Н. Исследование распределения амилолитических ферментов в зерне ржи [Текст] / Н. Онгарбаева, К. Елеукунова, Н. Батырбаева, Ж. Нургожина // Новости науки Казахстана. – 2018. – №3 (137). – С.191-198.
2. Жанабаева, К.К. Исследование гранулометрического состава и качества муки из тритикале казахстанской селекции [Текст] / К.К. Жанабаева, О.Н. Онгарбаева, Л.В. Рукшан // Вестник МГУП. - 2018. - №2(25). - С.65-70.

3. Жанабаева, К.К. Оптимальные режимы холодного кондиционирования зерна тритикале озимых сортов Казахстана [Текст] / К.К. Жанабаева, Н.Т. Онгарбаева, Л.В. Рукшан [и др.] // Механика и технологии.– 2018. – №3 (61). – С.94-100.
4. Жанабаева, К.К. Крупнообразующая способность зерна тритикале казахстанской селекции [Текст] / К.К. Жанабаева, Н.Т. Онгарбаева, Л.В. Рукшан [и др.] // Механика и технологии. – 2018. – №3 (61). – С.101-104.
5. Мелешкина, Е.П. Всероссийский институт зерна и продуктов его переработки: итоги 20-летия [Текст] / Е.П. Мелешкина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – №9. – С.9-13.
6. Мелешкина, Е.П. Инновационные разработки ВНИИЗ для предприятий мукомольно-крупяной промышленности [Текст] / Е.П. Мелешкина // Научно-инновационные аспекты хранения и переработки зерна: монография к 85-летию ГНУ ВНИИЗ Россельхозакадемии. – М.: ИД «Типография Россельхозакадемии», 2014. – 123 с.

Материал редакцияга 15.10.19 түсті.

А.Т. Киябаева, С.А. Муратов, Н.О. Онгарбаева, Д.Н. Нурмат

Алматынський технологічний університет, г. Алматы, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ КАЗАХСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

В статье представлены данные исследований физических свойств образцов зерна тритикале сорта Кожа, выращенных в различных опытных полях КазНИИ земледелия и растениеводства. Изучены физические характеристики зерновки тритикале: масса 1000 семян, натура, стекловидность, плотность и объем зерновки. При этом установлено, что зерно тритикале, могут быть использованы в технологиях переработки, в производстве продуктов питания.

Ключевые слова: зерно, сорт, тритикале, физические свойства, показатели качества.

A.T. Kiyabaeva, S.A. Muratov, N.O. Ongarbaeva, D.N. Nurmat

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

THE STUDY OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF TRITICALE GRAIN KAZAKHSTAN SELECTION

The article presents research data of the physical properties of the samples of triticale grain Kozha varieties, grown in different experimental fields of the Kazakh research Institute of farming and crop production. The physical characteristics of the triticale caryopsis are studied: weight of 1000 seeds, nature, vitreousness, density and volume of the caryopsis. It is established that triticale grain can be used in processing technologies in food production.

Keywords: grain, variety, triticale, physical properties, quality indicators.

ӨОЖ 637.138

Қ.Ж. Амирханов¹, А.Қ. Игенбаев²

¹Техн. ғылымдарының д-ры, профессор, ²PhD, аға оқытушы
¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университеті,
Семей қ., Қазақстан Республикасы
²С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы
Электрондық пошта: ¹aspirant57@mail.ru, ²aidyn_tamyt@mail.ru

ӨСІМДІК ШИКІЗАТЫН ЖӘНЕ ҚҰС ЕТІН ГЕРОДИЕТАЛЫҚ ӨНІМ ӨНДІРУДЕ ҚОЛДАНУ

Бұршақ дақылы жасымықты және күркетауық етін геродиеталық ет өнімін өндіруге қолдану бағытындағы зерттеулердің нәтижелері баяндалады. Қазақстанда өндірілген күркетауық етінің химиялық құрамын, аминқышқылдық құрамын зерттеу нәтижелері келтірілді. Жасымық дақылы мен бидай дөнегін қосу арқылы өсімдік-ет қоспасы әзірленді. Қоспаның сапалық құрамы мен физика-химиялық көрсеткіштері анықталды. Қоспаның оңтайлы мөлшерін қосу арқылы геродиеталық бағыттағы паштет өнімінің рецептурасы жасалды. Үлгілік паштеттің химиялық, аминқышқылдық, майқышқылдық құрамдары анықталды.

Тірек сөздер: геродиеталық өнімдер, күркетауық еті, жасымық, жылқы еті, паштет өнімі, аминқышқылдары, дәрумендер, көмірсулар, өсімдік-ет қоспасы.

Кіріспе. Азық-түлік қауіпсіздігі саласындағы мемлекеттік саясат халықтың әртүрлі әлеуметтік топтарын дәстүріне, әдет-ғұрыпқа және экономикалық жағдайына байланысты тиімді тамақ өнімдерімен қамтамасыз етуге бағытталған. Тамақтану сапасы адамзат өмірінің барлық кезеңдеріндегі оның денсаулығына тұрақты әсер ететін фактор болып табылады. Әлеуметтік-экономикалық өзгерістердің және дамудың нәтижесінде адам тамақтануының да сипаты өзгеріп отырады. Соңғы жылдары азық-түлік өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігі ерекше маңызға ие болды [1].

Қазақстан халқының жеке әлеуметтік топтарының азық-түлік, оның ішінде ет өнімдерімен қамтамасыз етілуі, әртүрлі жастағы адамдардың тамақтану ерекшеліктері толықтай зерттелмеген. Балаларға арналған ет өнімдерінің шектеулі ассортиментін есептемегенде, бұл бағытта өндіріс көлемінде өндірілетін өнімдер жоқтың қасы деуге болады.

Адамдардың әлеуметтік, психологиялық және биологиялық қартаюын зерттейтін ғылым саласы геронтология деп аталады. Осы саланың мамандарының зерттеулері бойынша салауатты өмір салтын ұстанған, әсіресе салауатты тамақтануды пайдаланған адамдардың ұзақ жасайтыны белгілі.

Қазір еліміздегі тұрғындардың 20 пайыздан астамы егде жастағы адамдар, яғни тамақтану ерекшеліктері басқа жастағы адамдар санаттарымен салыстырғанда өзгеше және олардың ағзаларының бейімделу және метаболиттік қызметтері нашарлаған [2].

Егде жастағы адамдардың тамаққа деген физиологиялық қажеттіліктері жастармен салыстырғанда бөлек және зерттеулерді керек етеді. Қазіргі кезде егде жастағы адамдарға олардың ақуызға, майға, көмірсуға, май қышқылдарына, алмастырылмайтын аминқышқылдары, дәрумен мен макро

және микроэлементтерге деген тәуліктік қажеттіліктерін қанағаттандыратын тамақ өнімдерінің технологиялары мен ассортименттері қажет. Сондықтан осы бағытта геродиеталық ет өнімдерінің технологияларын жасау өзекті мәселе болып табылады.

Зерттеу нысандары және әдістемелері. Зерттеу нысандары ретінде Қазақстанда өндірілген күркетауық еті, жылқы еті, жасымық дақылы пайдаланылды.

Тәжірибелік зерттеулер 3-5 реттен қайталанып жасалды. Ғылыми жұмысты жүргізу кезінде кешенді және стандартты зерттеулер үшін физика-химиялық, микробиологиялық, құрылымдық-механикалық, органолептикалық әдістер қолданылды. Зерттеу нәтижелерін статистикалық өңдеу және талдау жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері. Арнаулы және емдік бағыттағы ет өнімдерін өндіру үшін әртүрлі құс еттері пайдаланылып жүргені мәлім. Өндіру көлемі артып келе жатқан құс етінің бір түрі – күркетауық еті. Сапасы мен құндылығы жағынан жоғары орында тұрған құс етінің бұл түрі мамандар мен тұтынушылардың қызығушылығын тудыруда [3].

Күркетауық етінде толыққұнды ақуыз бен майлар, минералды және экстрактивті заттар мол. Ал В тобының дәрумендерінің мөлшері бойынша сиыр, бұзау және бройлер балапаны еттерінен кем түспейді, ал РР дәрумені жағынан асып түседі [4].

Күркетауықтарды ет бағытына бордақылау 5-6 ай уақытта іске асырылады. Жемделген 6-12 айлық күркетауықтардың салмағы қажетті 12-20 кг салмаққа жетіп, ет құрамының биологиялық құндылығы артады (1-кесте).

Кесте 1

Күркетауық етінің химиялық құрамы

Көрсеткіштер	6-12 айлық күркетауық		3-4 айлық күркетауық	
	1-сорт (қызыл ет)	2-сорт (ақ ет)	1-сорт (қызыл ет)	2-сорт (ақ ет)
Ылғал	66,9	63,8	67,3	64,5
Ақуыз	18,8	21,7	19,5	21,4
Май	11,7	12,0	11,3	12,4
Күл	2,6	2,5	1,9	1,7

Зерттеулер көрсеткендей, күркетауық етіндегі ақуыз мөлшері басқа құс еттерімен салыстырғанда жоғары. Ақ еттегі май және ақуыз мөлшері қызыл еттегіден жоғары болады. Күркетауық етінде алмастырылмайтын аминқышқылдары толық құрамда бар (2-кесте).

Кесте 2

Күркетауық етіндегі алмастырылмайтын аминқышқылдар мөлшері

Алмастырылмайтын аминқышқылдары	6-12 айлық күркетауық еті		3-4 айлық күркетауық еті	
	қызыл ет	ақ ет	қызыл ет	ақ ет
Валин	3,14	4,18	3,25	4,09
Изолейцин	2,98	3,65	2,76	3,51
Лейцин	5,32	5,84	5,25	5,23
Лизин	5,01	5,91	4,89	4,94
Метионин + цистин	3,37	3,66	3,26	2,67

Треонин	3,24	3,96	3,17	2,95
Гистидин	4,59	3,84	4,45	3,54
Триптофан	0,93	1,31	0,76	1,12
Фенилаланин+тирозин	3,59	3,51	3,16	3,03
Жиынтығы	32,54	35,86	30,95	31,08

Зерттеу нәтижелері күркетауық ақ етінің құрамындағы алмастырылмайтын амин қышқылдары қызыл етке қарағанда көбірек екенін көрсетті. Май қышқылдары құрамы жағынан күркетауық еті диеталық етке жақын, өйткені құрамында қанықпаған май қышқылдары өте көп.

Сонымен қатар, құрама ет өнімдеріне өсімдік қоспаларын қосу арқылы олардың құрамын оңтайландыру іске асырылады. Өсімдік тектес шикізаттарды қосу арқылы өнімнің функционалды-технологиялық қасиеттерін, органолептикалық көрсеткіштерін жақсартып, дайын өнімнің өзіндік құнын төмендетуге болады.

Бағалы бұршақ дақылдарының ішінде құндылығы бойынша жасымық алдыңғы орында, ал ақуыз мөлшері бойынша майбұршақтан (соя) кейін екінші орын алады. Жасымықтың ерекше қасиеті - оның гендік құрамы түрлендірілмеген. Жасымық табиғи ортада өскен кезінде құрамына радионуклидтер мен нитраттарды сіңірмейді. Сондықтан экологиялық таза, қауіпсіз шикізат болып есептеледі, құрамында көмірсулар, макро- және микроэлементтер көп, В тобының дәрумендері, антиоксиданттық қасиетке ие [5].

Ұн өндірісінің қосымша шикізаты ретінде бидай ұрығын тиімді қолдану қалдықсыз технологияға жатады. Бидай дәнінің ұрығы табиғаттың баға жетпес сыйы болып табылады, өйткені құрамында 12 дәрумен, 18 аминқышқылы және 21 макроэлемент бар. Бидай ұрығы құрамындағы қанықпаған май қышқылдарының көптігімен ерекшеленеді және құрамы дәрумендерге бай: Е-158 мг/кг, В₁ – 19 мг/кг, В₂ – 12 мг/кг, В₆– 12,5 мг/кг, РР – 64 мг/кг. Кальцийдің мөлшері жағынан толық дәнмен салыстырғанда 1,5-2,5 есе, калий мөлшерінен – 2,5-5 есе жоғары [6].

Құрама ет өнімдерінде қолдану үшін математикалық модельдеу әдісімен ет-өсімдік қоспасының оңтайлы рецептурасы алынды.

Кесте 3

Ет-өсімдік қоспасының оңтайлы рецептурасы

Шикізат түрлері	Шикізат мөлшері, 100 кг өнімге кг есебімен
Күркетауық еті	50
Жасымық	25
Бидай ұрығы	15
Ет сорпасы	10
Барлығы	100

Ақуызды қоспаны алу үшін күркетауық етін 2-3 мм ет тартқышта ұсақтайды. Салқын суда жуылған жасымықты, алдын-ала ұсақталған бидай ұрығын қосып, компоненттерді біртекті қоймалжың масса түзілгенше куттерде 3-5 мин ұсақтайды. Ұсақтау соңында сорпаны қосады. Дайын қоспаны 2-4⁰ С-та 18-24 сағ сақтауға болады. Қоспаның тамақтық және биологиялық құндылығын анықтау мақсатында оның аминқышқылдық және майқышқылдық құрамы зерттелді.

Кесте 4

Қоспаның аминқышқылдық құрамы, 100 г өнімге г мөлшерімен

Аминқышқылдары	ФАО/ДҚҰ көрсеткіші	Тәжірибелік үлгі	Бақылау үлгісі (әдебиет көзінен)
Валин	5,00	5,15	5,01
Изолейцин	4,00	5,69	5,12
Лейцин	7,00	10,63	7,23
Лизин	5,50	12,61	5,67
Метионин	3,50	3,73	3,53
Треонин	4,00	5,15	4,58
Триптофан	1,00	2,59	1,23
Фенилаланин	6,00	10,61	6,98

Қоспаның құрамындағы егде және қарт адамдардың ағзасына қажетті лейцин, триптофан, лизин сияқты аминқышқылдары жеткілікті мөлшерде, әсіресе триптофан мөлшері идеалды ақуыз көрсеткішінен 2 есеге жоғары.

Кесте 5

Ақуызды қоспаның майқышқылдық құрамы, 100 г өнімге мг есебімен

Май қышқылдары	Тәжірибелік үлгі	Бақылау үлгісі (әдебиет көзінен)
Қаныққан май қышқылдары	22,24	22,9
Моноқанықпаған май қышқылдары	42,64	50,25
Жартылай қанықпаған май қышқылдары	16,25	10,40
Соның ішінде:		
С _{18:2} линольдi	5,69	3,07
С _{20:4} арахидон	4,06	4,13
С _{20:3} линолендi	6,50	3,20
Май қышқылдарының жалпы мөлшері	81,13	90,55

Егде жастағы адамдардың тамақтануында ерекше маңызды полиқанықпаған май қышқылдарының мөлшері өсімдік-ет қоспасының құрамында жоғары екендігі анықталды.

Геродиеталық тамақтануға арналған ет өнімдерінің құрамына ет-өсімдік қоспасын қосу ұсынылды. Қосылатын қоспаның оңтайлы мөлшерін анықтау дайын өнімнің қолданылу бағытына, тамақтық құндылығына және органолептикалық көрсеткіштеріне байланысты. Мысалы, геродиеталық тамақтануға арналған паштет өнімі үшін қосылатын қоспа мөлшері математикалық модельдеу әдісімен жалпы шикізат мөлшеріне 45 % болатыны анықталды. Үлгілік паштеттің құрамы, % – жылқы еті -45, өсімдік-ет қоспасы – 45, сәбіз – 10.

Паштет өнімінің құрамындағы ингредиенттерге байланысты функционалдық-технологиялық қасиеттері мен химиялық құрамы зерттеулер барысында негізделді.

Кесте 6

Паштет өнімінің жалпы химиялық құрамы, массалық үлесі, %

Көрсеткіштер	Тәжірибелік үлгі	Бақылау үлгісі (бауыр паштеті)
Ылғал	69,41±0,10	64,55±0,51
Ақуыз	17,03±0,18	16,20±0,23
Май	4,79±0,11	13,40±0,26
Минералды заттар	3,20±0,09	1,50±0,11
Көмірсулар	5,57±0,06	4,35±0,90

Тәжірибелік үлгі ылғал, ақуыз, минералды заттар мөлшері жағынан бақылау үлгісінен жоғары, майлылығы жағынан төмен тұр. Тәжірибелік үлгідегі паштеттің ақуыздарының толық құндылығы олардың аминқышқылдық құрамымен дәлелденді.

Кесте 7

Паштет өнімінің алмастырылмайтын аминқышқылдар құрамы, г/100 г өнімге

Аминқышқылдары	ФАО/ДДҰ	Тәжірибелік үлгі	Бауыр паштеті
Валин	5,00	9,85	6,56
Изолейцин	4,00	8,80	6,41
Лейцин	7,00	15,03	8,45
Лизин	5,50	15,67	9,19
Метионин	3,50	4,62	3,51
Треонин	4,00	8,20	5,01
Триптофан	1,00	2,50	0,9
Фенилаланин	6,00	7,86	7,54

Тәжірибелік үлгіде алмастырылмайтын аминқышқылдары - изолейцин, лейцин және лизиннің жоғары мөлшері анықталды.

Геродиеталық тамақ өнімі болғандықтан оның құрамындағы май қышқылдарының, әсіресе, полиқанықпаған май қышқылдарының алатын орны ерекше.

Кесте 8

Паштет өнімінің май қышқылдық құрамы, 100 г өнімге мг есебімен

Май қышқылдарының түрлері	Тәжірибелік үлгі	Бауыр паштеті
Қаныққан май қышқылдары	25,604	31,45
Моноқаныққан май қышқылдары	21,113	49,86
Полиқанықпаған май қышқылдары	53,283	17,27
Соның ішінде:		
C _{20:1n6} арахидонді	0,103	0,124
C _{18:2n6c} линоинді	50,436	15,61
C _{18:3n6} линоинді	1,650	0,789
C _{18:2n6c} линолеинді	0,040	0,012
C _{18:3n3} линоленді	0,186	0,042
C _{20:2} эйкозодиенді	0,115	0,013

C _{20:3n6c} эйкозатриенді	0,617	0,429
C _{20:3n3c} эйкозатриенді	0,039	0,021
C _{20:5n3} Эйкопентаенді	0,098	0,016

Нәтижелерге сәйкес, үлгілік паштеттің құрамында алмастырылмайтын май қышқылдарының барлығы да бар. Әсіресе, егде жастағы адамдардың денсаулығына пайдалы, атеросклероз ауруының алдын алатын поликанықпаған май қышқылдарының көп мөлшері паштет өнімінің жоғары биологиялық құндылығын көрсетті.

Сонымен қатар дайын өнімнің микробиологиялық және тамақтық қауіпсіздік көрсеткіштері зерттелді. СанЕжН талаптары бойынша тексерілген өнім үлгілерінен ешқандай патогенді КФАФАНМ, БГКП, сальмонелла, т.б. микроағзалардың шамадан тыс мөлшері табылмады немесе мүлде кезікпеді. Қосымша паштет өнімінің құрамы ауыр металдар, пестицидтер, антибиотиктерге тексерілді. Нәтижесінде, қорғасын мөлшері 0,0018 мг/кг - нормадан төмен, ал басқа улы элементтер, пестицидтер табылмады.

ЖШС «Семей ет комбинаты» өндірісінде жаңа паштет өнімінің технологиясы сынақтан өткізіліп, мамандардың оң бағасын алды. Геродиеталық паштет өнімін өндіру үшін нормативтік-техникалық құжаттама жасалды және бекітілді.

Қорытынды:

- геродиеталық тамақ өніміне арналған ингредиенттердің функционалды-технологиялық қасиеттері мен химиялық құрамы зерттелді;
- күркетауық еті және жасымық негізінде жасалған ет-өсімдік қоспасының геродиеталық тамақтануға арналған дайын паштетінің құрамына қосу мөлшері және дайын өнімнің физика-химиялық, органолептикалық қасиеттеріне әсері анықталды;
- ет-өсімдік қоспасының және дайын паштет өнімінің сапалық көрсеткіштері зерттелді;
- геродиеталық тамақтануға арналған жаңа паштет өнімінің рецептурасы мен оны өндірудің технологиялық параметрлері бекітілді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Уголев, А.М. Теория адекватного питания и трофология [Текст] / А.М. Уголев. - СПб.: Наука, 1991. - 140 с.
2. Касьянов, Г.И. Технология продуктов питания для людей пожилого и преклонного возраста [Текст] / Г.И. Касьянов, А.А. Запорожский, С.Б. Юдина. - Ростов- на Дону: Март, 2001. - 192 с.
3. Гоноцкий, В.А. Судьба индейки [Текст] / В.А. Гоноцкий, Л.П. Федина // Мясная индустрия. – 2006. – №3. – С.39-45.
4. Архипов, А.В. Липидное питание, продуктивность птицы и качество продуктов птицеводства [Текст] / А.В. Архипов. – [?], 2007. - 440 с.
5. Игенбаев, А.Қ. Геродиеталық тамақтануға арналған ет өнімдерінің құрамына өсімдік тектес шикізаттарды қосуды ғылыми негіздеу [Мәтін] / А.Қ. Игенбаев, Қ.Ж. Амирханов // Семей қ. Шәкәрім атындағы мемлекеттік университетінің Хабаршысы. - Семей, 2016. - №3(75). - Б.88-91.

6. Амирханов, К.Ж. Комплексная переработка зародышей зерна пшеницы [Текст]: монография / К.Ж. Амирханов, Б.К. Асенова, Ф.Х. Смольникова [и др.]. – Алматы, 2015. – 180 с.

Материал редакцияга 24.05.19 түсті.

К.Ж. Амирханов¹, А.К. Игенбаев²

¹*Государственный университет им. Шакарима города Семей, г. Семей, Казахстан*

²*Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, Республика Казахстан*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И МЯСА ПТИЦЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО ПРОДУКТА

Представлены результаты исследований по использованию чечевицы и мяса индюков в производстве геродиетического продукта. Приведены результаты определения химического и аминокислотного состава мяса индюков, произведенного в Казахстане. Приготовлена мясо-растительная добавка с внесением чечевицы и зародыша зерна пшеницы. Определены качественный состав и физико-химические показатели добавки. Разработана рецептура паштета для геродиетического питания с внесением оптимального количества добавки. Определены химический, аминокислотный и жирнокислотный составы мясного паштета.

Ключевые слова: геродиетические продукты, мясо индюков, чечевица, конина, паштет, аминокислоты, витамины, углеводы, мясо-растительная добавка.

K.Zh. Amirkhanov¹, A.K. Igenbayev²

¹*Shakarim State University of Semey, Semey, Kazakhstan*

²*S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

USE OF PLANT RAW MATERIALS AND POULTRY MEAT IN THE MANUFACTURE OF HERODYETARY PRODUCT

The results of research on the use of lentils and turkey meat in the production of gerodietary product are shown. The results of determining the chemical and amino acid composition of turkey meat produced in Kazakhstan are given. Cooked meat-vegetable supplement with the introduction of lentils and wheat germ. The qualitative composition and physicochemical parameters of the additive were determined. Formulated pate for gerodietary nutrition with the introduction of the optimal amount of the additive. The chemical, amino acid and fatty acid compositions of the model pate were determined.

Keywords: gerodietic products, turkey meat, lentils, horse meat, pate, amino acids, vitamins, carbohydrates, meat and vegetable additives.

Технологии текстильной промышленности

УДК 677.21.021

В.Г. Ракипов¹, Р.А. Гуляев², Р.Ф. Юнусов¹, Р.Р. Назиров¹

¹Канд. техн. наук, с.н.с., ²Д-р техн. наук, с.н.с.
ГУП Центр по развитию семеноводства, Узбекистан
Электронная почта: rgsifat@gmail.com

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ СУШКИ ХЛОПКА-СЫРЦА С ПРИМЕНЕНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯ СЖИЖЕННЫЙ УГЛЕВОДОРОДНЫЙ ГАЗ

В статье представлены результаты анализа существующих методов сушки хлопка-сырца с применением углеводородных газов и методов регазификации сжиженного пропана с учетом относительной безопасности системы обогрева емкости. Описана разработанная новая установка сушилки, которая содержит несколько резервуаров расположенных горизонтально по их длинной оси и обеспечивает непрерывное газоснабжение. Установка позволяет решить важные технологические проблемы, как необходимость непрерывного надежного электроснабжения, потребность выполнения большого объема земельных работ по обвязке теплоносителя и теплоизоляции резервуара.

Ключевые слова: сушка, хлопок-сырец, углеводородные газы, установка, сушилка, сжиженный углеводородный газ.

Введение и анализ существующей технологии. Для получения качественной продукции хлопок-сырец, имеющий влажность 10% и выше, перед очисткой от сорных примесей на хлопкозаводах подвергается искусственной сушке [1].

Сушка хлопка-сырца осуществляется в специальных сушилках барабанного или другого типа с помощью сушильного агента, получаемого, как правило, путем сжигания какого-либо энергоносителя или из электрообогревательных устройств.

В Узбекистане наиболее экономически выгодным энергоносителем является природный газ – метан. В регионах, где отсутствует природный газ – метан, применяют чаще жидкое топливо – технический керосин или печное топливо. Применения жидкого топлива, в свою очередь создает сложности. Во-первых, это высокая стоимость такого энергоносителя, во-вторых – проблемы с выработкой качественного хлопкового волокна.

В таких случаях предлагается применение в качестве энергоносителя сжиженный углеводородный газ, который часто называют как “пропан” или “пропан-бутан”.

При получении в природных условиях сжиженные углеводородные газы (СУГ) могут существенно различаться по содержанию в своем составе

различных составляющих компонентов, что существенно может влиять на условия их практического применения.

В целях выбора приемлемой технологии сушки хлопка-сырца рассмотрим некоторые свойства углеводородных газов, описанных в работах [2,3].

Углеводородные газы резко отличаются друг от друга по температурам кипения. Метан может перейти в жидкое состояние лишь при очень низких температурах. Жидкий метан кипит и превращается в газ лишь при температуре -161°C . Критическая температура метана -82°C . Следовательно, в толщах горных пород, где температура выше 0°C , ни при каком давлении метан не перейдет в жидкое состояние.

Этан кипит при довольно низкой температуре (-88°C), но его критическая температура 32°C , поэтому при температуре более низкой чем 32°C и при достаточном давлении этан может перейти в жидкое состояние. Еще легче переводят в жидкое состояние пропан, бутан и изобутан. Например, для того чтобы при комнатной температуре перевести эти углеводороды в жидкое состояние, требуется давление для пропана 7-8 ат., для изобутана около 3 ат., для бутана около 2 ат.

Отмечается большое различие их плотностей. Метан является наиболее легким из углеводородных газов, его плотность составляет 0,55 по отношению к атмосферному воздуху. Плотность этана близка к плотности воздуха. Пропан и бутан уже значительно тяжелее. Пары жидких углеводородов имеют плотность в 3-4 раза большую, чем плотность воздуха.

Метан, этан, этилен в виде жидкой фазы в силу их физических свойств практически невозможно хранить в емкостях под давлением. Для этой цели применяют изотермические резервуары, в которых эти продукты хранятся под атмосферным давлением при температуре кипения. В ряде случаев пропан, бутан или их смеси целесообразно хранить также в изотермических емкостях.

Конструкция емкостей определяется множеством факторов, однако основными являются химические и физические свойства, а также давление и температура находящихся в них жидкостей и газов. Сжиженные газы (пропан, бутан и др.) и легкие фракции бензина хранят в горизонтальных или вертикальных цилиндрических пустотелых емкостях, устанавливаемых на фундаментах или постаментах. В таких же емкостях, часто называемых монжусами, хранят химически активные вещества, в этом случае поверхности покрывают антикоррозионным облицовочным слоем.

Пропан, C_3H_8 – органическое вещество класса алканов. Содержится в природном газе, образуется при крекинге нефтепродуктов, при разделении попутного нефтяного газа, «жирного» природного газа, как побочная продукция при различных химических реакциях. Как представитель углеводородных газов пожаро- и взрывоопасен, малотоксичен, не имеет запаха, обладает слабыми наркотическими свойствами.

Пропан бесцветный газ без запаха. Очень мало растворим в воде. Точка кипения $-42,1^{\circ}\text{C}$. Точка замерзания -188°C . Образует с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации паров от 2,1 до 9,5 %. Температура самовоспламенения пропана в воздухе при давлении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.) составляет 466°C . Критическая температура пропана $T_{\text{кр}} = 370\text{ K}$, критическое давление $P_{\text{кр}} = 4,27\text{ МПа}$, критический удельный объем $V_{\text{кр}} = 0,0444\text{ м}^3/\text{кг}$. Плотность сжатого и сжиженного пропана при 298 K – 0,493

кг/л. Плотность жидкой фазы = 510 кг/м³. Плотность газовой фазы при нормальных условиях = 2,019 кг/м³. Плотность газовой фазы при температуре при 15°C = 1,900 кг/м³. Удельная теплота сгорания = 48 МДж/кг.

В закрытом резервуаре СУГ образует двухфазную систему. Давление в баллоне зависит от давления насыщенных паров (давления паров в замкнутом объеме в присутствии жидкой фазы) и характеризует испаряемость сжиженного газа, которая, в свою очередь, зависит от температуры жидкой фазы и процентного соотношения пропана и бутана в ней. Испаряемость пропана выше, чем бутана, поэтому и давление при отрицательных температурах у него выше.

Кроме пропана и бутана, в состав СУГ входит незначительное количество метана, этана и других углеводородов, которые могут изменять свойства смеси. Так, этан обладает повышенным, по сравнению с пропаном, давлением насыщенных паров, что может оказать отрицательное влияние при положительных температурах.

Пропан-бутановая смесь обладает большим коэффициентом объемного расширения жидкой фазы, который для пропана составляет 0,003, а для бутана – 0,002 на 1°C повышения температуры газа. Для сравнения: коэффициент объемного расширения пропана в 15 раз, а бутана – в 10 раз, больше, чем у воды. Техническими нормативами и регламентами устанавливается, что степень заполнения резервуаров и баллонов зависит от марки газа и разности его температур во время заполнения и при последующем хранении. Для резервуаров, разность температур которых не превышает 40° С, степень заполнения принимается равной 85%, при большей разности температур степень заполнения должна снижаться. Баллоны заполняются по массе в соответствии с указаниями «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением». Максимальная допустимая температура нагрева баллона не должна превышать 45°C, при этом упругость паров бутана достигает 0,385 МПа, а пропана – 1,4–1,5 МПа. Баллоны должны предохраняться от нагрева солнечными лучами или другими источниками тепла.

При испарении 1 л сжиженного газа образуется около 250 л газообразного. Таким образом, даже незначительная утечка СУГ может быть очень опасной, так как объем газа при испарении увеличивается в 250 раз. Плотность газовой фазы в 1,5-2,0 раза больше плотности воздуха. Этим объясняется тот факт, что при утечках газ с трудом рассеивается в воздухе, особенно в закрытом помещении. Пары его могут накапливаться в естественных и искусственных углублениях, образуя взрывоопасную смесь.

Для сравнения в таблице 1 приведены физико-химические свойства составляющих сжиженного газа и бензина.

Одним из основных условий применения сжиженного пропана в народном хозяйстве является подведение к сжиженной фазе тепловой энергии извне, без чего через некоторое время остановится процесс регазификации.

Как видно из таблицы 1, для испарения 1 кг сжиженного пропана расход тепловой энергии составляет 484,5 кДж.

Для выбора более приемлемой системы снабжения регазифицированным пропаном были изучены разные способы и устройства, предназначенные для этой цели.

Первым, наиболее простым, является способ наиболее распространенный – получение газообразного пропана из резервуара со сжиженным газом путем открывания крана. При этом регазификация происходит за счет тепловой энергии сжиженного пропана. Регазификация имеет место до достижения температуры $-42,1^{\circ}\text{C}$. Как отмечалось выше, при испарении каждого килограмма сжиженный пропан теряет тепловую энергию, равную 484,5 кДж, при этом, естественно, снижается температура сжиженного газа.

Вначале процесс регазификации идет достаточно интенсивно, а затем – интенсивность снижается, и при охлаждении сжиженного газа до $-42,1^{\circ}\text{C}$ процесс регазификации затухает, выделение газа останавливается, резервуар снаружи покрывается инеем.

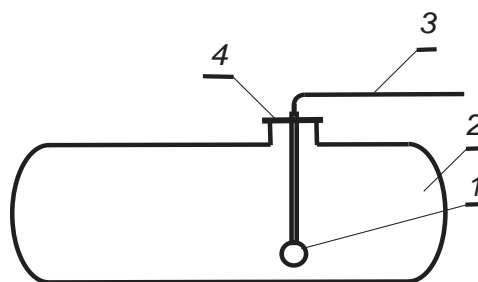
Таблица 1

Физико-химические свойства составляющих сжиженного газа и бензина

Показатель	Пропан	Бутан (нормальный)	Бензин
Молекулярная масса	44,10	58,12	114,20
Плотность жидкой фазы при нормальных условиях, кг/м ³	510	580	720
Плотность газовой фазы, кг/м ³ :			
- при нормальных условиях	2,019	2,703	–
- при температуре 15 ^o C	1,900	2,550	–
Удельная теплота испарения, кДж/кг	484,5	395,0	397,5
Теплота сгорания низшая:			
- в жидком состоянии, МДж/л	65,6	26,4	62,7
- в газообразном состоянии, МДж/кг	45,9	45,4	48,7
- в газообразном состоянии, МДж/м ³	85,6	111,6	213,2
Октановое число	120	93	72-98
Пределы воспламеняемости в смеси с воздухом при нормальных условиях, %	2,1–9,5	1,5–8,5	1,0–6,0
Температура самовоспламенения, ^o C	466	405	255–370
Теоретически необходимое для сгорания 1 м ³ газа количество воздуха, м ³	23,80	30,94	14,70
Коэффициент объемного расширения жидкой фракции, % на 1 ^o C	0,003	0,002	–
Температура кипения при давлении 1 бар, ^o C	-42,1	-0,5	+98...104 (50%-я точка)

Такой способ регазификации для сушки хлопка-сырца является не подходящим, поскольку процесс сушки хлопка-сырца требует постоянной подачи гарантированного и регулируемого количества теплоносителя.

Второй способ предусматривает подведение тепловой энергии внутрь резервуара с сжиженным пропаном. Этот способ может быть реализован в установке, схематично изображенной на рисунке 1.



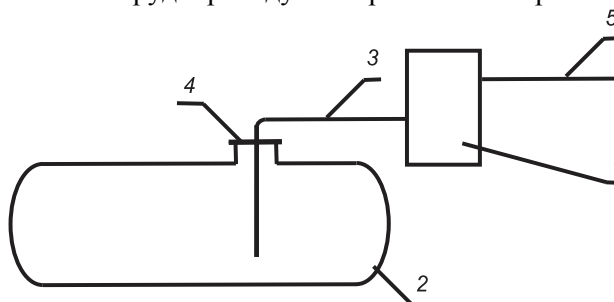
1 - электрический испаритель (ТЭН установлен внутри емкости); 2 – резервуар; 3 - трубопровод подачи регазифицированного СУГ в производство; 4 - горловина резервуара.

Рис. 1. Схема устройства, осуществляющего регазификацию СУГ подведением тепловой энергии внутрь резервуара с сжиженным пропаном

По данному методу находящийся в резервуаре СУГ нагревается с помощью обогревателя 1 (рис.1), что вызывает его регазификации (кипения). Регазифицированный СУГ по трубопроводу 3 подается в производство.

Основными преимуществами такой системы являются удобство монтажа оборудования и относительно невысокая стоимость. К недостаткам данной системы можно отнести отсутствие производства электрических ТЭНов во взрывозащищенном исполнении и необходимость совершенствования автоматики.

Третий способ предусматривает регазификацию сжиженного пропана в испарителе специальной конструкции 1 (рис. 2). В данной установке жидкая фаза СУГ благодаря давлению его паровой фазы, находящейся в верхней части резервуара, поступает в испаритель 1, где нагревательными (как правило, электрическими) элементами нагревается до определенной температуры, т.е. передается тепловая энергия, благодаря чему СУГ регазифицируется и по трубопроводу 6 направляется в производство.



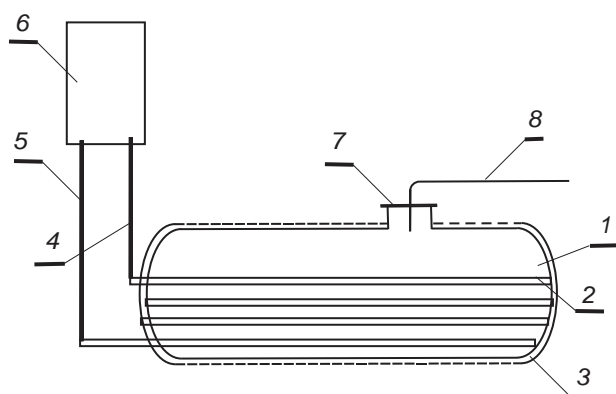
1 - электрический испаритель типа (типа FAS, Германия); 2 – резервуар; 3 - трубопровод подачи жидкой фазы СУГ; 4 - горловина резервуара; 5 - трубопровод подачи регазифицированного СУГ в производство.

Рис. 2. Система регазификации СУГ с помощью электрического испарителя

Качественные испарители такой системы типа – FAS изготавливаются в Германии и имеют относительно высокую стоимость. Выпуск таких надежных в эксплуатации автоматизированных испарителей в Узбекистане не освоен.

Четвертый способ предусматривает регазификацию сжиженного пропана путем наружного обогрева резервуара с помощью системы нагрева, в которой качестве теплообменной жидкости используется антифриз или другая жидкость, пригодная для теплообмена. Схема установки, реализующей данный способ, приведена на рисунке 3.

При этом способе жидкий теплоноситель (может быть использован антифриз) нагревается нагревателем 6 (рис. 3) до определенной температуры, насосом (в схеме не показан) нагнетается в трубы 2 для обогрева резервуара. При этом нагревается СУГ, повышается давление его паровой фазы, которая по трубопроводу 8 подается в производство.



1 – резервуар; 2 - трубы с теплоносителем (антифризом) для обогрева резервуара; 3 - теплоизоляция резервуара; 4 - трубопровод подачи нагретого теплоносителя; 5 - трубопровод возврата остывшего теплоносителя (“обратка”); 6 - электрический нагреватель теплоносителя; 7 - горловина резервуара; 8 - трубопровод подачи регазифицированного СУГ в производство.

Рис. 3. Схема установки, реализующей способ регазификации СУГ путем обогрева резервуара снаружи

На рисунке 4 приведен общий вид электрического нагревателя, установленного на Баяутском хлопкозаводе.

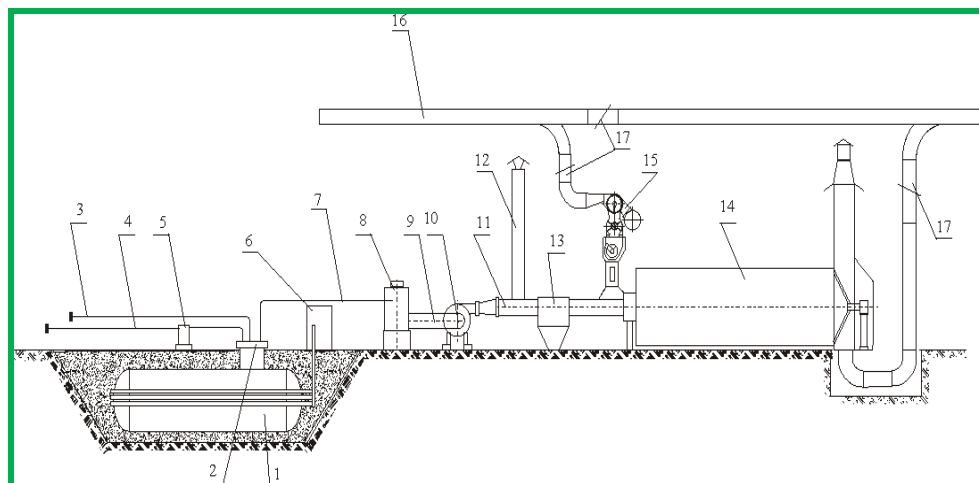


Рис. 4. Общий вид электрического нагревателя теплоносителя

К преимуществам данного способа можно отнести: простую (безопасную) схему обогрева емкости, наличие в Узбекистане необходимого оборудования и материалов, возможность реконструкции отечественных резервуарных установок.

К недостаткам относятся: необходимость непрерывного надежного электроснабжения, потребность выполнения большого объема земельных работ по обвязке теплоносителя и теплоизоляции резервуара.

Новая эффективная установка для сушки хлопка-сырца. Анализируя указанные методы регазификации сжиженного пропана с учетом относительной безопасности системы обогрева емкости и наличия необходимого оборудования в Узбекистане, принято решение, что для хлопкоочистительных заводов более приемлемым является третий способ. На базе этого способа разработана установка, схема которой приведена на рисунке 5. Данная установка защищена патентом на полезную модель № UZFAP 01247 [4].



1 - резервуар для сжиженного пропана; 2 - горловина крышки резервуара; 3 и 4 – трубопроводы; 5 – насос; 6 – нагреватель; 7 – трубопровод; 8 – теплогенератор; 9 – трубопровод; 10 – дымосос; 11 - патрубок подачи агента сушки; 12 - взрывной клапан; 13 – искроуловитель; 14 - сушильный барабан; 15 - система подачи хлопка в сушильный барабан; 16 - трубы подачи хлопка-сырца; 17 - заслонки трубопроводов.

Рис. 5. Установка для сушки хлопка-сырца с применением сжиженного пропана

Установка работает следующим образом. Высушиваемый хлопок-сырец, транспортируемый воздухом по трубопроводу 16 через систему подачи 15 подается в сушилку 14, куда дымососом 10 через патрубок 11 подается сушильный агент (горячий воздух), выработанный теплогенератором 8. Высушенный хлопок выводится из рабочей камеры сушилки через выходной канал сушилки, а отработавший сушильный агент – через выхлопную трубу.

В теплогенераторе 8 вырабатывается агент сушки – горячий воздух с необходимой для сушки хлопка-сырца температурой путем смешения

продуктов сгорания, дозированно и равномерно подаваемого в теплогенератор регазифицированного СУГ, с атмосферным воздухом в необходимой пропорции.

В данном варианте регазификация СУГ осуществляется непосредственно в самом резервуаре, благодаря тому, что резервуар постоянно нагревается специальным испарительным устройством, выполненным в виде нагревателя жидкого теплоносителя, соединенного с трубопроводами, которые подают и возвращают теплоноситель, и трубопроводов, прикрепленных к наружной поверхности резервуара. В качестве теплоносителя может быть использован, например, антифриз, который не замерзает и при низких температурах.

Заполнение освободившихся от СУГ резервуаров жидким газом осуществляется из специальных заправочных цистерн, транспортируемых автомобильным, железнодорожным или другим транспортом через трубопроводы 3 и 4 с помощью насоса 5. Для заполнения резервуара может быть использована система с применением компрессора. В данном случае с помощью компрессора под давлением закачивается паровая фаза СУГ из заправляемого резервуара в заправляющий резервуар, при этом жидкая фаза СУГ под давлением направляется из заправляющего в заправляемый резервуар.

В целях обеспечения непрерывного газоснабжения сушилки установка содержит несколько резервуаров, расположенных горизонтально по их длинной оси.

Для достижения большей безопасности и независимости от погодных условий (жара, холод) резервуары выполнены в варианте подземного размещения и заглублены ниже уровня промерзания грунта так, что над уровнем земли выступают только крышки 2 их горловин с запорно-регулирующей арматурой (рис. 6).



Рис. 6. Общий вид резервуаров для хранения сжиженного пропана, установленных на хлопкозаводе

Рассмотренная схема установки для сушки хлопка-сырца с применением в качестве энергоносителя сжиженный углеводородный газ реализована на Баяутском хлопкозаводе Сырдарьинской области (рис. 7).



Рис. 7. Общий вид установки для сушки хлопка-сырца с применением в качестве энергоносителя сжиженный углеводородный газ, реализованной на Баяутском хлопкозаводе Сырдарьинской области

Количество резервуаров и их общий объем вместимости выбирают в зависимости от прогнозируемого количества и ассортимента по промышленным сортам заготавливаемого на хлопкозаводе хлопка-сырца и расчетного количества тепловой энергии на сушку данного объема хлопка-сырца, принимая во внимание удельный расход СУГ на сушку единицу количества материала по [5].

Как отмечалось выше, для испарения сжиженного пропана требуется определенное количество тепловой энергии.

Для обеспечения непрерывности технологического процесса, приняв из технической характеристики газовой горелки с мощностью 640 кВт максимальный расход сжиженного пропана 50 кг/час, рассчитаем мощность, потребляемую на подогрев резервуаров.

Из таблицы 1 известно, что для испарения 1 кг сжиженного пропана расход тепловой энергии составляет 484,5 кДж.

Отсюда можно вычислить расход тепловой энергии, необходимой на 50 кг сжиженного пропана:

$$50 \times 484,5 = 24225 \text{ (кДж)}.$$

Учитывая, что 1 кВт/час = 3600 кДж, то для 24225 кДж имеем

$$24225 \text{ кДж} : 3600 = 6,7 \text{ кВт/час}.$$

Приняв в первом приближении коэффициент полезного действия системы подогрева равным 50% находим мощность системы подогрева резервуаров не менее

$$6,7 \times 2 = 13,4 \text{ кВт}.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПДИ 70- 2017 Технологический регламент переработки хлопка-сырца [Текст] / [?].
2. Стаскевич, Н.Л. Справочник по сжижению газам [Текст] / Н.Л. Стаскевич, Д.Я. Вигдорчик. – Л.: Недра, 1986. – 544 с.

3. Рабинович, В.А. Краткий химический справочник [Текст] / В.А. Рабинович, З.Я. Хавин. – Л.: Химия, 1977. – 160 с.
4. Установка для сушки хлопка-сырца [Текст] / В.Г. Ракипов, Р.А. Гуляев, Р.Р. Назиров [и др.]. Патент на полезную модель № UZ FAP 01247, опубли. в бюлл. № 10, 31.10. 2017.
5. ПДИ 47-2014 Пахта хом ашёсини қуритиш учун ёнилғи сарфи меъёрлари [Текст]. – Тошкент, 2014. – 8 б.

Материал поступил в редакцию 26.05.19.

В.Г. Ракипов, Р.А. Гуляев, Р.Ф. Юнусов, Р.Р. Назиров

Тўқымтануды дамыту орталыгы, Ўзбекистан

СҰЙЫТЫЛҒАН КӨМІРСУТЕК ГАЗЫН ОТЫН РЕТІНДЕ ПАЙДАЛАНЫП ШИТТІ МАҚТАНЫ ҚҰРҒАТУ ҚОНДЫРҒЫСЫН ДАЙЫНДАУ

Мақалада көмірсутек газдарын қолданып шитті мақтаны құрғату әдістерін және жылыту жүйесінің қауіпсіздігі ескерілген сұйық пропанды регазификациялау әдістерін талдау нәтижелері келтірілген. Ұзын осьтері бойынша горизонталды орналасқан бірнеше резервуарлардан тұратын және үздіксіз газбен қамтамасыз етіп тұратындай дайындалған жаңа құрғатқыш қондырғысы сипатталған. Қондырғы үздіксіз электрмен қатамасыз ету, жылуалмастырғыш пен резервуарды жылытып орау бойынша көп көлемді жұмыстар сияқты бірқатар технологиялық мәселелерді шешуге мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: құрғату, шитті мақта, көмірсутек газдары, қондырғы, құрғатқыш, сұйытылған көмірсутек газы.

V.G. Rakipov, R.A. Gulyaev, R.F. Yunusov, R.R. Nazirov

SUE “Center for Development of Seed Production”, Uzbekistan

DEVELOPMENT OF INSTALLATION FOR DRYING COTTON-RAW MATERIALS WITH APPLICATION AS A POWER SUPPLY LIQUEFIED HYDROCARBON GAS

The article provides an analysis of existing methods for drying seed cotton using hydrocarbon gases and methods of liquefied propane regasification, taking into account the relative safety of the tank heating system, and proposes a new dryer installation that contains several tanks located horizontally along their long axis and provides continuous gas supply. The new installation allows to solve important technological problems, such as the need for continuous reliable power supply, the need to perform a large amount of ground work on the strapping of the coolant and the thermal insulation of the tank.

Keywords: drying, seed cotton, hydrocarbon gases, installation, dryer, liquefied hydrocarbon gas.

УДК 687.01.72

Б.Т. Байешов¹, Б.О. Раева²

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

АНАЛИЗ ВНЕШНЕГО ФАКТОРА НА СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Материалы которые используются при проектировании одежды непосредственно влияют на конструкцию, поэтому должны быть учтены чертежи конструкции конкретного вида одежды, для чего и дается рекомендация по свойствам материалов, которая рассматривает строение и свойства волокон.

Ключевые слова: волокно, свойства одежды, ширина тканей, материалы, качество сырья, легкая промышленность, паропроницаемость, спецодежда, изделия.

В плане нации «100 шагов современного государства» по реализации пяти институциональных реформ Главы государства Н. Назарбаева 55 шаг предусматривает «привлечение минимум десяти ТНК в перерабатывающий сектор для создания экспортных товаров и выхода Казахстана на мировой рынок». Это относится и к продукции легкой промышленности, в том числе качества изделий и свойства материалов [1].

Поэтому при проектировании одежды, в процессе ее производства, а также при ее эксплуатации возникает много вопросов, связанных со свойствами материалов, из которых изготовлена одежда:

- какие свойства следует принимать во внимание при выборе материала для конкретного вида одежды;
- какие свойства материала существенно влияют на конструкцию одежды и должны быть учтены при построении чертежа конструкции и изготовлении лекал изделия;
- какие свойства материала диктуют выбор параметров и режимов обработки при изготовлении изделий на швейном предприятии;
- как поведут себя материалы при эксплуатации одежды, во время ее чистки и стирки?

На все эти вопросы можно получить ответы при изучении технологической дисциплины (материаловедение), которая рассматривает строение и свойства разнообразных материалов, используемых при изготовлении одежды, их ассортимент и качество, дает рекомендации по рациональному применению материалов.

Материалы, используемые при изготовлении одежды, разделяют на текстильные и нетекстильные. Наиболее распространенными являются текстильные материалы, вырабатываемые из пряжи и нитей – продукции текстильных производств. Это ткани, трикотажные и нетканые полотна, швейные нитки. Нетекстильные материалы выпускают предприятия других отраслей хозяйства: химической, кожевенно-обувной, меховой, производства искусственных кож. К нетекстильным материалам относят искусственные кожи, пленки, материалы с пленочным покрытием, натуральные кожу и мех, клеи.

К геометрическим параметрам ткани относят длину, ширину, толщину и массу. Ширина ткани - расстояние между ее краями. Ее определяют измерением в направлении, перпендикулярном нитям основы. Ширину измеряют с кромками или без кромок. Однако при раскрое изделий на ткани, не вся ширина тканей являются рациональными с точки зрения швейного производства. Качество сырья, а также нарушение технологических режимов производства тканей приводит к тому, что кусок ткани на разных участках имеет разную ширину. Это неблагоприятно сказывается на процессах раскроя тканей в швейном производстве: усложняется процесс настилки и увеличиваются отходы тканей [2].

Толщина тканей колеблется в широких пределах: от 0,14 мм у очень тонких платьевых до 3,5 мм у очень толстых пальтовых. Под толщиной материала принято понимать, расстояние между наиболее выступающими участками поверхности нитей на лицевой и изнаночной сторонах. Толщина ткани зависит от линейной плотности нитей (пряжи), переплетения, плотности, фаз строения и отделки тканей. Применение нитей высокой линейной плотности, увеличение абсолютной плотности ткани, применение многослойных переплетений и такие операции отделки, как аппретирование, валка, ворсование, увеличивают толщину тканей, а опаливание, стрижка, прессование уменьшают ее.

В процессе эксплуатации одежды, а также при переработке ткани подвергаются разнообразным механическим воздействиям. Под этими воздействиями ткани растягиваются, изгибаются, испытывают трение.

При оценке качества ткани в лабораториях определяют разрывную нагрузку и сравнивают ее величину с нормативами стандарта [3].

Прочность тканей зависит от волокнистого состава, структуры и линейной плотности образующих ее нитей (пряжи), строения и отделки. При прочих равных условиях наибольшую прочность имеют ткани из синтетических нитей. Увеличение линейной плотности нитей (пряжи), повышение фактической плотности ткани, применение переплетений с короткими перекрытиями и многослойных переплетений, проведение валки, декатировки, мерсеризации, аппретирования, нанесение пленочных покрытий приводят к повышению прочности тканей. Отваривание, беление, крашение, ворсование несколько снижают их прочность.

Одновременно с прочностью на разрывной машине определяют удлинение ткани, которое называют удлинением при разрыве, или абсолютным разрывным удлинением. Оно показывает приращение длины испытуемого образца ткани в момент разрыва, т.е.

$$L_p = L_k - L_0, \quad (1)$$

где: L_p - абсолютное разрывное удлинение, мм; L_k - длина образца к моменту разрыва, мм; L_0 - начальная (зажимная) длина образца, мм.

Относительное разрывное удлинение (e_p) - это отношение абсолютного разрывного удлинения образца к его начальной зажимной длине, выраженное в %, т. е.

$$e_p = L_p / L_0 - 100. \quad (2)$$

Разрывное удлинение (абсолютное и относительное), так же как и разрывная нагрузка, является стандартным показателем качества.

Наибольшей долей упругого удлинения обладают ткани из нитей спандекс, из текстурированных высокорастяжимых нитей, плотные чистошерстяные ткани из крученой пряжи, плотные ткани из шерсти с лавсаном. Ткани из волокон, обладающих большой долей упругого удлинения, меньше сминаются; хорошо держат форму изделий в процессе носки; замины, возникающие в изделиях, быстро исчезают без влажно-тепловой обработки. Значительной долей эластического удлинения обладают ткани из волокон животного происхождения (шерсти, шелка), поэтому они постепенно восстанавливают первоначальную форму после снятия деформирующей нагрузки. Замины, возникающие на изделиях в процессе носки, исчезают с течением времени, так как одежда обладает способностью отвисаться. Доля пластического удлинения преобладает в составе полного удлинения в тканях из растительных волокон (хлопка, льна), которые сильно сминаются и для восстановления формы требуют влажно-тепловой обработки. Наибольшей долей пластического удлинения обладает лен [4].

Гигиеническими принято считать свойства тканей, существенно влияющие на комфортность изготовленной из них одежды и ее теплозащитные свойства. Гигиенические свойства должны учитываться при изготовлении одежды определенного назначения. К этим свойствам относятся гигроскопичность, воздухопроницаемость, паропроницаемость, электризуемость. Они зависят от волокнистого состава, параметров строения и характера отделки тканей.

Гигроскопичность характеризует способность ткани впитывать влагу из окружающей среды (воздуха). Гигроскопичностью называют влажность ткани при 100%-й относительной влажности воздуха и температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Гигроскопичность $W_r, \%$, определяют по результатам взвешивания увлажненного и сухого образцов, используя формулу

$$W_r = (m_{100} - m_c) * 100 / m_c, \quad (3)$$

где: m_{100} - масса образца, выдержанного в течение 4 ч при относительной влажности 100%, г; m_c - масса абсолютно сухого образца, г.

Гигроскопичность тканей зависит от способности составляющих их волокон и нитей смачиваться водой, от строения тканей и от их отделки.

Наибольшей гигроскопичностью обладают чистошерстяные ткани, наименьшей - ткани из синтетических волокон. Гигроскопичность очень важна для изделий бельевого и летнего ассортимента. Способностью быстро впитывать влагу и быстро ее отдавать обладают льняные ткани, гигроскопичность которых около 12%. Хорошей гигроскопичностью обладают ткани из натурального шелка, вискозных волокон, хлопка, ацетатных волокон. Синтетические и триацетатные ткани имеют низкие показатели гигроскопичности [4].

Отделка может существенно влиять на гидроскопичность ткани. Водоотталкивающие пропитки, пленочные покрытия, несмываемые аппреты, отделка лаке, водонепроницаемая отделка, противоусадочное и противосминаемое пропитывание, металлизация и флокирование снижают гигроскопичность тканей, так как они основаны на получении на поверхности тканей пленок из синтетических полимерных материалов.

Воздухопроницаемость - способность ткани пропускать через себя воздух. Она зависит от волокнистого состава, плотности и вида отделки ткани и характеризуется коэффициентом воздухопроницаемости B_p , который показывает, какое количество воздуха проходит через единицу площади в единицу времени при определенной разнице давлений по обе стороны ткани.

Коэффициент воздухопроницаемости B_p , $\text{дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$, подсчитывается по формуле:

$$B_p = V / (S t), \quad (4)$$

где V - количество воздуха, прошедшего через материал, дм^3 ; S - площадь материала, м^2 ; t - длительность прохождения воздуха, с.

Воздухопроницаемость зависит от строения ткани, ее пористости, от вида отделки. Длинные перекрытия переплетений повышают воздухопроницаемость. При всех равных условиях наименьшую воздухопроницаемость имеют ткани полотняного переплетения. Несминаемая отделка уменьшает воздухопроницаемость ткани на 20-25%, а каландрирование - на 20-40%.

Воздухопроницаемость очень важна для тканей бельевого и летнего ассортимента. Малоплотные ткани, имеющие большое число сквозных пор, обладают хорошей воздухопроницаемостью, и, следовательно, вентилирующей способностью. Плотные ткани из синтетических и триацетатных волокон, ткани со спецпропитками и отделками, материалы с пленочным покрытием, прорезиненные материалы вообще не обладают воздухопроницаемостью или имеют низкий показатель этого свойства. Но материалы с низкой воздухопроницаемостью отличаются высокой ветростойкостью. Именно поэтому ткани с пленочными покрытиями широко используются для изготовления штормовок, курток, стеганых пальто; искусственная кожа и замша применяются для изготовления ветростойкой межсезонной одежды. Поэтому оценку показателей гигиенических свойств материалов всегда следует проводить с учетом их назначения [5].

Воздухопроницаемость колеблется в очень широких пределах - от 6 до 1500 $\text{дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Для летних хлопчатобумажных и шелковых тканей этот показатель составляет 500-1 500 $\text{дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$; для пальтовых тканей - до 180 $\text{дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$; для ветрозащитных тканей со специальной пропиткой - 6-10 $\text{дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Паропроницаемость - способность ткани пропускать водяные пары. Коэффициент паропроницаемости B_h , $\text{г} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, показывает, какое количество водяных паров проходит через единицу площади материала в единицу времени:

$$B_h = A / (F t), \quad (5)$$

где A - масса водяных паров, прошедших через пробу материала, г; F - площадь пробы материала, м^2 ; t - время испытания, ч.

Паропроницаемость является важнейшим гигиеническим свойством материала, так как она обеспечивает выход излишней паробразной и капельно-жидкой влаги из пододежного слоя.

Паропроницаемость особенно важна для тканей с низкой воздухопроницаемостью. Паропроницаемость зависит от гигроскопических свойств волокон и нитей, составляющих ткань, и от пористости ткани, т.е. от

ее плотности, вида переплетения и характера отделки. В тканях с неплотной структурой пары влаги проходят через поры, в более плотных материалах паропроницаемость должна обеспечиваться высокой гигроскопичностью волокон. Паропроницаемость - очень важное гигиеническое свойство бельевых, летних, спортивных изделий и спецодежды.

Теплозащитные свойства являются важнейшими гигиеническими свойствами изделий зимнего ассортимента. Эти свойства зависят от теплопроводности образующих ткань волокон, от плотности, толщины и вида отделки ткани. Самым «холодным» волокном считается лен, так как он имеет высокие показатели теплопроводности, самым «теплым» - шерсть. Использование толстой пряжи, увеличение линейного заполнения ткани, применение многослойных переплетений, валка, ворсование увеличивают теплозащитные свойства ткани. Наиболее высокие показатели теплозащитных свойств имеют толстые плотные шерстяные ткани с начесом [5].

Чаще всего для характеристики теплозащитных свойств одежных тканей используют суммарное тепловое сопротивление. На теплозащитные свойства одежды существенное влияние оказывает число слоев материала в пакете одежды. С увеличением числа слоев материала суммарное тепловое сопротивление пакета возрастает.

В теплозащитной одежде высокое тепловое сопротивление должно сочетаться с достаточной паропроницаемостью, чтобы защитить человека от внешнего холода и не препятствовать удалению влаги с поверхности тела. Такое сочетание достигается при оптимальном подборе волокнистого состава, структуры ткани полотна и видов отделки.

Таким образом, теплозащитные свойства являются важнейшими гигиеническими свойствами швейных изделий легкой промышленности. Эти свойства зависят от плотности, толщины волокон и вида отделки ткани.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. План нации – 100 шагов современное государство для всех [Текст] / Знамя труда. – №55 от 21.05.2015 г.
2. Жихарев, А.П. Материаловедение в производстве легкой промышленности [Текст] / А.П. Жихарев, С.К. Кузин, В.Ю. Мишаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.
3. Пожидаева, С.П. Курсовые и выпускные квалификационные работы [Текст] / С.П. Пожидаева. – Бирск: БГСПА, 2006.
4. Пожидаева, С.П. Технологические дисциплины. Материаловедение [Текст] / С.П. Пожидаева. - Бирск: БГСПА, 2003.
5. Савосткий, Н.А. Материаловедение швейного производства [Текст] / Н.А. Савосткий, К.Э. Амирова. - М.: Издательский центр «Академия», 2002.

Материал поступил в редакцию 06.06.19.

Б.Т. Байешов, Б.Ө. Раева

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

**ТІГІН БҰЙЫМДАРЫНЫҢ МАТЕРИАЛДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ
СЫРТҚЫ ФАКТОРЛАРЫН ТАЛДАУ**

Киімдерді жобалау кезінде пайдаланылатын материалдарға тікелей киімнің конструкциясы әсерін тигізеді, сондықтан әрбір киім түріне байланысты нақты конструкциясының құрамы мен мата талшықтарының қасиеттеріне ұсыныстар берілген.

Тірек сөздер: талшық, қасиеттер, матаның ұзындығы, киім, жеңіл өнеркәсібі, шикізат сапасы, арнайы киім, бұйым.

В.Т. Bayeshov, В.О. Rayeva

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

ANALYSIS OF EXTERNAL FACTOR ON PROPERTIES MATERIALS OF SEWING

The materials that are used in the design of clothes directly affect the design, so the design drawings of a particular type of clothing should be taken into account, for which a recommendation is given on the properties of materials, which considers the structure and properties of the fibers.

Keywords: fiber, clothing properties, width of fabrics, materials, quality of raw materials, light industry, vapor permeability, overalls, products.

ӘОЖ 675.05.8.002.71

Б.Т. Байешов¹, Б.М. Уалиев¹, Б.Б. Байешов²

¹Техн. ғылымдарының канд, доцент, ²Магистр

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

ҚОЙ ТЕРІСІН ШЕЛДЕЙТІН МЕХАНИЗМНІҢ БЕЙІМДЕУШІ КҮШІН АНЫҚТАУ

Тері бетіндегі шел мен майды қырып алу кезінде ақаулар туындайды, яғни терінің ауданы бойынша қалыңдықтары әртүрлі болғандықтан нәтижесінде пышақтың әсерінен кесілу, шабылу, ойылу және жыртылуын болдырмайтын бейімделген қысатын білікті механизм ұсынылды.

Тірек сөздер: пышақты білік, дискілер, бейімдеуші күш, шел, май, қысатын білік, тері қалыңдығы.

Пышақты білікті машиналардың тасымалдаушы білікті механизмдері терінің қалың жерлерін қатты таптап тастайды. Терінің қатты тапталған жерлері пышақты білікпен өңдеу кезінде бүлінеді (шабылады, кесіледі, ойылады, жыртылады) [1,2]. Осы кемшілікті жою мақсатымен тері қалыңдықтарының өзгеруіне бейімделетін қысатын білікпен жабдықталған білікті тасымалдаушы механизм ұсынылды [3].

Тері қалыңдығы біркелкі болған жағдайда қысатын білікті құрайтын бейімді жүйелердің дискілері тек өз өсінде айналып тұрады. Бейімделу қозғалыстарын тері қалыңдығы өзгерген тұстағы бейімді жүйелер жасайды.

Дискілер (4) (1-сурет) жұқа болғандықтан терідегі жергілікті және кіші енді қалыңдаулар да тапталмай бір қысыммен өтеді.

Бейімді жүйедегі дискінің (4) сырғыманың (5) және плитканың (6) (1-сурет) ауырлық күштері дискі арқылы теріге түсіретін бейімді жүйенің технологиялық қысу күші пайда болады. Ал қысатын білікті құрайтын барлық бейімді жүйелердің ауырлық күштерінің қосындысы механизмнің технологиялық қысу күшін береді.

Бейімді жүйе бейімделу қозғалыстарын біліктер арасында тері қалыңдығы үлкейгенде терінің итеруімен, ал кішірейгенде өзінің ауырлық күшінің әрекетімен жасайды. Біліктер арасындағы терінің бейімді жүйе дискісін итеру күшін бейімдеуші күш деп атаймыз. Бейімді білікті механизмді жобалау үшін бейімдеуші күштің қажетті шамасын білу керек.

Қысатын білікті құрайтын бейімді жүйелердің құрылысы және жұмысы бірдей болғандықтан тек бір бейімді жүйенің бейімделу үрдісін қарастырған жеткілікті.

Терінің жұқа қалыңдығына (h_1) жалғасқан үлкен қалыңдығына (h_2) бейімделу үрдісіндегі бейімді жүйеге әсер етуші күштер сұлбасы 1- суретте көрсетілді:

мұнда: G_1 – дискінің ауырлық күші; G_2 – сырғыманың ауырлық күші; G_3 – плитканың ауырлық күші; N_1 – теріден дискіге түсетін нормальды күш; F_{f_1} – теріден дискіге түсетін үйкеліс күші; N_2 – бағыттаушыдан сырғымаға түсетін нормальды күш; F_{f_2} – бағыттауыштан сырғымаға түсетін үйкеліс күші; F_A – бейімдеуші күш.

Бейімді жүйенің ауырлық күші

$$G = G_1 + G_2 + G_3 = g(m_1 + m_2 + m_3) = g \cdot m, \quad (1)$$

мұнда: m_1, m_2, m_3 – дискінің, сырғыманың, плитканың массалары; m – бейімді жүйенің массасы; g – ауырлық күшінің үдеуі.

Бейімді жүйенің теріге түсіретін нормальды күші.

$$N_1 = G_1 + G_2 + G_3 - F'_{f_2} = G - F'_{f_2},$$

мұнда F'_{f_2} – бейімделу үрдісіне дейінгі үйкеліс күші.

Бағыттаушыдан сырғыма түсетін үйкеліс күші

$$F'_{f_2} = N'_2 \cdot f_2 = F_{f_1} \cdot f_2 = f_1 \cdot f_2 \cdot N_1. \quad (2)$$

Соңғы теңдеуді (2) ескеріп нормальды күшті табамыз

$$N_1 = \frac{m \cdot g}{1 + f_1 \cdot f_2}, \quad (3)$$

мұнда f_1 – тері мен дискі бетінің арасындағы үйкеліс коэффициенті; f_2 – бағыттаушы мен сырғыма арасындағы үйкеліс коэффициенті.

Теріден дискіге түсетін үйкеліс күші

$$F_{f_1} = f_1 \cdot N_1 = \frac{f_1 \cdot m \cdot g}{1 + f_1 \cdot f_2};$$

$$F_{f_1} = \frac{f_1 \cdot m \cdot g}{1 + f_1 \cdot f_2}. \quad (4)$$

Бейімделу үрдісі кезінде бағыттаушыдан сырғымаға түсетін үйкеліс күші бейімдеуші күш әрекетінен өседі

$$F_{f_2} = f_2 \cdot (F_A \cdot \cos \beta_1 + F_{f_1}) .$$

F_{f_1} формуласын қойғаннан кейін

$$F_{f_2} = f_2 \cdot F_A \cdot \cos \beta_1 + \frac{f_1 \cdot f_2 \cdot mg}{1 + f_1 \cdot f_2} , \quad (5)$$

мұнда β_1 - терінің үлкен қалыңдығының (h_2) дискімен түйісу бұрышы [3].

Терінің дискімен түйісу бұрышы (β_1) кішкентай болғандықтан бейімдеуші күштің горизонталь құраушысының бейімделу үрдісі кезіндегі өзгеруін ескермейміз.

Бейімделу үрдісі терінің үлкен қалыңдығы (h_2) біліктер арасында сығылып центрлер сызығына (00_1) жеткенде аяқталады. Осы кезде бейімді жүйе тік өсте (ОУ) тері қалыңдарының өзгеру ($h_1 \rightarrow h_2$) шамасына тәуелді жол жүріп жоғары көтеріледі

$$S = h_{k_2} - h_{k_1} = (1 - \varepsilon_{max})(h_2 - h_1) , \quad (6)$$

мұнда: h_{k_1} , h_{k_2} - терінің h_1 және h_2 қалыңдықтарының біліктер арасындағы сығылған шамалары; ε_{max} - технологиялық қысымның $\left(q, \frac{H}{cm}\right)$ әрекетінен

болатын тері қалыңдығының біліктер арасындағы үлкен сығылу салыстырмалы деформациясы.

Бейімделу үрдісін жүргізетін бейімдеуші күштің элементарлы жұмысы

$$dA_{F_A} = F_A \cdot R_x \cdot d\varphi ,$$

мұнда: $R_x = R_e + h_x$ - тері қалыңдығының (h_2) біліктер арасында жетекші білікпен бірге айналу радиусы; h_x - терінің біліктер арасындағы қалыңдығы.

Тері қалыңдығының біліктер арасындағы өзгеру заңдылығын [3] ескеріп R_x тендеуін табамыз

$$R_x = (R_e + h)(1 - \cos \varphi) - \sqrt{R^2 - (R_e + h)^2 \cdot \sin^2 \varphi} + [R_e + R + (1 - \varepsilon_{max}) \cdot h] \quad (7)$$

Соңғы тендеуді (7) қойып дифференциалды тендеуді төменгі түрге келтіреміз

$$dA_{F_A} = F_A (R_e + h)(1 - \cos \varphi) \cdot d\varphi - F_A \sqrt{R^2 - (R_e + h)^2 \cdot \sin^2 \varphi} \cdot d\varphi + F_A \cdot [R_e + R + (1 - \varepsilon_{max}) \cdot h] \cdot d\varphi \quad (8)$$

Дифференциалды тендеуді (8) интегралдап, бейімдеуші күштің жұмысын анықтаймыз:

$$\int_0^{\beta_1} dA_{F_A} = \int_0^{\beta_1} F_A (R_a + h)(1 - \cos \varphi) \cdot d\varphi - \int_0^{\beta_1} F_A \sqrt{R^2 - (R_a + h)^2 \sin^2 \varphi} \cdot d\varphi +$$

$$+ F_A \int_0^{\beta_1} [R_a + R + (1 - \varepsilon_{\max}) \cdot h] \cdot d\varphi$$

Терінің дискімен түйісу бұрышы кішкентай болғандықтан $\sin \varphi \approx \varphi$ деп қабылдаймыз.

Сонда:

$$A_{F_A} = F_A (R_a + h)(\beta_1 - \sin \beta_1) + F_A \cdot [R_a + R + (1 - \varepsilon_{\max}) \cdot h] \cdot$$

$$\cdot \beta_1 - 0.5 \cdot F_A \cdot \beta_1 \cdot \sqrt{R^2 - (R_a + h)^2} \cdot \beta_1^2 -$$

$$- \frac{F_A \cdot R^2}{2(R_a + h)} \arcsin \frac{\beta_1 (R_a + h)}{R},$$

мұнда: R_a – төменгі жетекші біліктің радиусы; R – дискінің радиусы; $\beta_1 - I$ аймақтың бұрышы [3]; h - тері қалыңдығы.

Бейімді жүйе ОУ өсінің бойымен көтерілгендегі осы өске параллель күштердің жұмыстарының қосындысы

$$A_{F_y} = A_{N_1} + A_G + A_{F_{f_2}} = S(N_1 - G - F_{f_2}).$$

Осы теңдеуге N_1, G, F_{f_2} күштерінің формулаларын қойып төменгі теңдеуді аламыз

$$A_{F_y} = \left[mg \left(\frac{1 - f_1 \cdot f_2}{1 + f_1 \cdot f_2} \right) - f_2 \cdot F_A \cdot \cos \beta_1 \right] \cdot S. \quad (10)$$

Бейімді жүйенің инерция күшін бейімделу үрдісі кезінде теріге түсірмеу мақсаты мен бейімді жүйеге түсетін күштердің жұмыстарының қосындысы нөлге тең болу шартынан бейімдеуші күштің қажетті шамасын анықтаймыз:

$$A_{F_A} + A_{F_y} = 0;$$

$$F_A (R_a + h) \cdot (\beta_1 - \sin \beta_1) + F_A \cdot [R_a + R + (1 - \varepsilon_{\max}) \cdot h] \cdot \beta_1 - 0.5 \cdot F_A \cdot \beta_1 \cdot$$

$$\cdot \sqrt{R^2 - (R_a + h)^2} \cdot \beta_1^2 - \frac{F_A \cdot R^2}{2(R_a + h)} \arcsin \frac{\beta_1 (R_a + h)}{R} +$$

$$+ S \cdot mg \cdot \left(\frac{1 - f_1 \cdot f_2}{1 + f_1 \cdot f_2} - 1 \right) - F_A \cdot S \cdot f_2 \cdot \cos \beta_1 = 0;$$

$$F_A = \frac{S \cdot mg \left(1 - \frac{1 - f_1 \cdot f_2}{1 + f_1 \cdot f_2} \right)}{(R_a + h)(\beta_1 - \sin \beta_1) + [R_a + R + (1 - \varepsilon_{\max}) \cdot h] \cdot \beta_1 -$$

$$- 0.5 \cdot \beta_1 \sqrt{R^2 - (R_a + h)^2} \cdot \beta_1^2 - \frac{R^2}{2(R_a + h)} \arcsin \frac{\beta_1 (R_a + h)}{R} - S \cdot f_2 \cdot \cos \beta_1}.$$

Тері қалыңдығының біркелкі болмауын қалыңдықтың өзгеру коэффициентін енгізу арқылы есептеу ыңғайлы

$$K_1 = \frac{h_2}{h_1}, \quad (12)$$

мұнда: h_1 - алдыңғы қалыңдық; h_2 - кейінгі қалыңдық.

Бейімделу үрдісі $K_1 > 1$ болған жағдайда ғана бейімдеуші күштің әрекетімен жүреді. Бейімдеуші күштің теңдеуін (11) тері қалыңдығының өзгеру коэффициентін ескеріп төменгі түрде жазуға болады

$$F_A = \frac{S \cdot mg \left(1 - \frac{1 - f_1 \cdot f_2}{1 + f_1 \cdot f_2} \right)}{(R_a + K_1 \cdot h_1)(\beta_1 - \sin \beta_1) + [R_a + R + (1 - \varepsilon_{\max}) \cdot K_1 \cdot h_1] \cdot \beta_1 - 0.5 \cdot \beta_1 \sqrt{R^2 - (R_a + K_1 \cdot h_1)^2} \cdot \beta_1^2 - \frac{R^2}{2(R_a + K_1 \cdot h_1)} \cdot \arcsin \frac{\beta_1(R_a + K_1 \cdot h_1)}{R} - S \cdot f_2 \cdot \cos \beta_1}. \quad (13)$$

Бейімді жүйе тері бетіндегі жергілікті биіктікке (қалдық ет түйірі бар жерлер) тап болған жағдайда дискіге түсетін терінің N_1 реактивті күші тез жоғалады. Сондықтан мұндай кезде бейімдеуші күштің шамасы үлкен болады.

Тері бетіндегі жергілікті биіктікке бейімделу үрдісіндегі бейімді жүйенің ОУ өсіне параллель күштер жұмыстарының қосындысы

$$A'_{F_y} = A_G + A_{F_{f_2}} = -S(G + F_{f_2})$$

Осы теңдеуге G , F_{f_2} күштерінің формулаларын қойып төменгі теңдеуді аламыз.

$$A'_{F_y} = -mg \left(1 + \frac{f_1 \cdot f_2}{1 + f_1 \cdot f_2} \right) \cdot S - S \cdot f_2 \cdot F'_A \cdot \cos \beta_1. \quad (14)$$

Бейімделу үрдісіне қатысқан күштер жұмыстарының қосындысы нөлге тең болу шартынан бейімдеуші күштің шарықтау шамасын анықтаймыз:

$$A_{F_A} + A'_{F_y} = 0;$$

$$F'_A = \frac{mg \left(1 + \frac{f_1 \cdot f_2}{1 + f_1 \cdot f_2} \right) \cdot S}{(R_a + K_1 \cdot h_1)(\beta_1 - \sin \beta_1) + [R_a + R + (1 - \varepsilon_{\max}) K_1 \cdot h_1] \cdot \beta_1 - 0.5 \cdot \beta_1 \sqrt{R^2 - (R_a + K_1 \cdot h_1)^2} \cdot \beta_1^2 - \frac{R^2}{2(R_a + K_1 \cdot h_1)} \cdot \arcsin \frac{\beta_1(R_a + K_1 \cdot h_1)}{R} - S \cdot f_2 \cdot \cos \beta_1}. \quad (15)$$

Терінің дискімен I аймақта түйісу бұрышы (β_I), бейімді жүйенің тік өстегі көтерілу жолы (S), бейімдеуші күш (F_A) бейімделу үрдісінің параметрлері болады.

Бейімделу үрдісінің параметрлерінің (β_I, S, F_A) шелдейтін машинаның білікті тасымалдаушы механизмнің параметрлеріне ($R_g = R = 90\text{мм}; m = 5\text{кг}; v_o = 10\text{мм}; q = 50\text{Н/см}; f_1 = 0,10; f_2 = 0,15; h_1 = 5\text{мм}; \varepsilon_{\text{max}} = 0,40$) және тері қалыңдығының өзгеру коэффициентіне тәуелді есептелген мәндері кестеде келтірілді.

K_1	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25
β_I , град	10,36	12,08	13,52	14,78	15,90
β_I , рад	0,180	0,210	0,236	0,258	0,277
S , мм	0,75	1,50	2,25	3,00	3,75
F_A , Н	0,0654	0,1113	0,1464	0,1781	0,2178

Бейімдеуші күштің тері қалыңдығының өзгеру коэффициентіне тәуелділік **графикі 2-суретте** көрсетілді. Тері қалыңдығының өзгеру арнасы кеңейген сайын бейімді жүйені бейімдеуші күш шамасы қисық сызық заңы бойынша өседі.

Жоғарыда бейімдеуші күш есептелген білікті механизм параметрлеріне және $K_1=2,0$ мәніне сәйкес келетін жергілікті биіктікке бейімдеуші күштің шарықтау мәні (15) теңдеу бойынша есептеледі ($F_A = 6.114\text{Н}$).

Соңғы жағдайда, терінің қалыңдауымен салыстырғанда, бейімдеуші күштің шамасы 34,33 рет үлкен болатын анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бурмистров, А.Г. Оборудование предприятий по производству кожи и меха [Текст] / А.Г. Бурмистров, [и др.]. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.
2. Фридлянд, А.А. Основы механической технологии кожи [Текст] / А.А. Фридлянд. – М.: Легкая индустрия, 1975.
3. Байешов, Б.Т. Бейімді білікті тасымалдаушы механизмдегі тері қалыңдықтарының сығылып деформациялану заңдылықтары [Мәтін] / Б.Т. Байешов [және т.б.] // Механика және технология процестерін үлгілеу. – 2007. – №1. – Б.57-63.

Материал редакцияға 28.05.19 түсті.

Б.Т. Байешов, Б.М. Уалиев, Б.Б. Байешов

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДАПТИВНОЙ СИЛЫ МЕХАНИЗМА ДЛЯ МЕЗДРЕНИЯ ШКУР ОВЧИНЫ

При мездрение поверхности шкур появляются дефекты т.е. вырубки, трещины от тупого ножа, результате число бракованных шкур растет, чтобы предотвратить бракованных шкур предлагаются новый адаптивный прижимной механизм.

Ключевые слова: ножевой вал, диск, адаптивная сила, мездра, жир, прижимной вал, толщина шкур.

В.Т. Bayeshov, В.М. Ualiev, В.В. Bayeshov

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

DETERMINATION OF THE ADAPTIVE STRENGTH OF THE MECHANISM FOR THE INSTALLATION OF SHEEPSKIN SKINS

When the surface of the skins is smeared, defects appear i.e. felling, cracking from a blunt knife, as a result the number of defective hides is growing, to prevent defective hides a new adaptive clamping mechanism is proposed.

Keywords: knife shaft, disk, adaptive force, mezra, grease, pinch shaft, skin thickness.

ӘОЖ 675.05.8.002.73

Б.Т. Байешов¹, Б.Б. Байешов², Р.Т. Сахыбаев³

*¹Техн. ғылымдарының канд, доцент, ²Магистр, ³Оқытушы
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан*

ҚОЙ ТЕРІСІН ШЕЛДЕЙТІН ТАСЫМАЛДАҒЫШ МЕХАНИЗМДЕГІ ТЕРІ БЕТІНДЕГІ ЕТТЕР МЕН МАЙЛАРДЫҢ СЫҒЫЛЫП ДЕФОРМАЦИЯЛАНУЫ

Қой терісін шелдеу кезіндегі механикалық факторлардың әсерінен болатын ақауларды азайту жолдарының есептік амалдары берілген.

Тірек сөздер: шелдеу, бейімді білік, деформациялану, механизм, пышақты білік, тері, бейімді жүйе.

Бейімді білікті механизм теріні тұрақты сызықтық қысыммен қысып жүргізуге арналған. Механизмдегі бейімді жүйелер терінің қалың жерлерін қатты тапталудан сақтайды. Сондықтан теріде пышақты білікпен өндеуде бүлінуге (кесілу, шабылу, ойылу, жыртылу) бейім жерлер кемиді [1,2].

Бейімді білікті тасымалдаушы механизмнің әрекеттінің сұлбасы **1-суретте** көрсетілген. Ол беті резиналанған төменгі жетекші біліктен (1) және бейімді жүйелерден құралған қысатын білік құрылымынан тұрады.

Қысатын білік қозғалмайтын өске (2) және бағыттаушыға (3) қатарластыра отырғызылған бейімді жүйелерден құралған.

Бейімді жүйе өске (2) еркін отырғызылған дискіден (4), бағыттаушыға (3) кигізілген сырғымадан (5) және сырғымаға бекітілген плиткадан (6)

тұрады. Сырғыма (5) бағыттаушы (3) бойымен жоғары - төмен қозғала алады және доға бетімен дискіні (4) өске (2) басып тұрады. Сондықтан дискі (4) сырғыманың (5) бағыттаушымен тік өсте жоғары - төмен және өз өсінде айнала қозғала алады.

Бейімді жүйелер өсте (2) және бағыттаушыда (3) бір-біріне өте жақын аз саңылаумен орналасады. Сондықтан бейімді жүйелер бейімделу қозғалыстарын бір-біріне тәуелсіз жасай алады.

Тері әрекетімен дискінің (4) тік өстегі ілгермелі және өз өсінде айналу қозғалыстары бейімді жүйенің бейімделу қозғалыстары болады. Бейімді жүйені дұрыс жобалау үшін оның бейімделу қозғалыстарының заңдылықтарын білу керек. Ол үшін, алдымен, тері қалыңдықтарының білікті механизмдегі сығылып деформациялану заңдылықтарын анықтау керек.

Шелдеуден кейін тері қалыңдығы өзгермейді [2]. Сондықтан біліктер арасындағы тері қалыңдығының сығылу деформациясын серпімді деп есептеуге болады.

Шелдейтін машинадағы білікті механизмнің жұмысы кезінде тері (7) жетекші білікті (1) орай орналасады және қысатын білікпен сығылады (1-сурет).

Жетекші білік (1) үстіндегі теріні (7) бейімді жүйелер дискілеріне (4) қысқанда тері қалыңдығы ABC доғасы бойынша сығылады (1-сурет). Сондықтан біліктер арасындағы тері қалыңдығының сығылу деформациясы AC және ABC доғаларының ординаталарының айырмасына тең болады

$$\Delta h = y_{AC} - y_{ABC} .$$

AC доғасының YOX координаталық өстеріндегі теңдеуі

$$x^2 + y_{AC}^2 = (R_g + h)^2 .$$

Осы теңдеуден y_{AC} анықтаймыз

$$y_{AC} = \sqrt{(R_g + h)^2 - x^2} .$$

AC және ABC доғаларының абсциссасы

$$x = (R_g + h) \cdot \sin \varphi . \quad (1)$$

Соңғы теңдеуді ескерсек y_{AC} теңдеуі төменгі түрге келеді

$$y_{AC} = \sqrt{(R_g + h)^2 - (R_g + h)^2 \cdot \sin^2 \varphi} ;$$

$$y_{AC} = (R_g + h) \cdot \cos \varphi . \quad (2)$$

ABC доғасының YOX координаталық өстеріндегі теңдеуі

$$x^2 + (y_{ABC} - OO_1)^2 = R^2 .$$

Осыдан

$$y_{ABC} = \sqrt{R^2 - x^2} + OO_1 .$$

Жетекші білік пен бейімді жүйе дискісі центрлерінің арақашықтығы

$$OO_1 = (R_g + R) + h_k , \quad (3)$$

мұнда h_k - біліктер арасындағы терінің ең кіші қалыңдығы.

y_{ABC} теңдеуіне (1) және (3) формулаларды қойып төменгі теңдеулер алынады

$$y_{ABC} = \sqrt{R^2 - (R_g + h)^2 \cdot \sin^2 \varphi} + (R_g + R + h_k) . \quad (4)$$

Табылған (2) және (4) теңдеулерді бастапқы формулаға қойып тері қалыңдығының біліктер арасындағы абсолютті сығылу деформациясының теңдеуін аламыз

$$\Delta h = (R_g + h) \cdot \cos \varphi + \sqrt{R^2 - (R_g + h)^2 \sin^2 \varphi} - (R_g + R + h_k), \quad (5)$$

мұнда: R_g – жетекші біліктің радиусы; R – бейімді жүйе дискісінің радиусы; h – тері қалыңдығы; φ – терінің жетекші білікпен бірге бұрылу бұрышы.

Білікті механизмде тері қалыңдығы екі аймақта деформацияланады (1-сурет):

I – центрлер сызығына (00_1) дейінгі қармау аймағы (тері қалыңдығының сығылу деформациясы өседі);

II – центрлер сызығынан (00_1) кейінгі босау аймағы (серпімді деформацияның қайтуынан тері қалыңдығының сығылу деформациясы кемиді).

Бейімді жүйе дискісімен тері қалыңдығы аймақтар бұрышында сығылады

$$-\beta_I \leq \varphi \leq \beta_{II} .$$

Тері қалыңдығының ең үлкен деформациясы $\varphi = 0$ сәйкес келеді

$$\Delta h_{\max} = R_g + h + R - R_g - R - h_k = h - h_k .$$

Терінің дискімен I аймақта түйісу бұрышын (β_I) ΔOAO_1 үшбұрышынан косинус теоремасы бойынша анықтауға болады

$$AO_1^2 = AO^2 + OO_1^2 - 2AO \cdot OO_1 \cdot \cos \beta_I ,$$

мұнда: $AO_1 = R$ – дискі радиусы; $AO = R_g + h$ – терінің дискімен түйісу радиусы; OO_1 – центрлер арақашықтығы.

Осыларды және (3) теңдеуді ескеріп түйісу бұрышын анықтаймыз

$$\beta_I = \arccos \left[\frac{(R_g + h)^2 + (R_g + R + h_k)^2 - R^2}{2 \cdot (R_g + h)(R_g + R + h_k)} \right] . \quad (6)$$

Тері қалыңдығы біркелкі болғанда I және II аймақтардың бұрыштары тең болады

$$\beta_I = \beta_{II} .$$

Терінің біліктер арасындағы қалыңдығы

$$h_x = h - \Delta h ;$$

$$h_x = h - (R_g + h) \cdot \cos \varphi - \sqrt{R^2 - (R_g + h)^2 \cdot \sin^2 \varphi} + (R_g + R + h_k) \quad (7)$$

Тері қалыңдығының біліктер арасындағы салыстырмалы сығылу деформациясы.

$$\varepsilon = \frac{\Delta h}{h} ;$$

$$\varepsilon = \frac{1}{h} \left[(R_g + h) \cdot \cos \varphi + \sqrt{R^2 - (R_g + h)^2 \sin^2 \varphi} - (R_g + R + h_k) \right] \quad (8)$$

Шелденетін тері қалыңдығы біркелкі емес [2]. Терінің жұқа, қалың және биік жерлері болады. Жергілікті биіктікті тері бетіндегі ет

қалдықтарының түйірлері құрады. Теріде жұқа қалыңдық қалың қалыңдыққа және керісінше жалғасып жатады. Терідегі кіші қалыңдықтың үлкен қалыңдыққа ауысуын жуықтап сызықтық заңмен үлгілеуге (2-сурет) болады:

$$h_2 = h_1 + K_2 \cdot \ell_x ; \quad (9)$$

немесе

$$h_1 = h_2 - K_2 \cdot \ell_x ; \quad (10)$$

мұнда: h_1 - терідегі кіші қалыңдық; h_2 - терідегі үлкен қалыңдық;

$K_2 = \frac{h_2 - h_1}{\ell_x}$ - бұрыштық коэффициент; ℓ_x - қалыңдықтар ауысатын ұзындық.

2-суретте тері қалыңдығының өзгеруінің жорамалды үлгісі көрсетілген: 1 – жұқа h_1 қалыңдықтағы беті; 2 - h_1 қалыңдықтың h_2 қалыңдыққа ауысатын беті; 3 - қалың h_2 қалыңдықтағы беті; 4 - h_2 қалыңдықтың h_3 қалыңдыққа ауысатын беті; 5 – жұқа h_3 қалыңдықтағы беті.

Жетекші біліктің тері қалыңдықтары ауысатын ($h_1 \rightarrow h_2$) ұзындығына сәйкес келетін бұрыштық жолы

$$\gamma = \frac{\ell_x}{R_g} . \quad (11)$$

Осы формуланы ескеріп тері қалыңдықтарының ауысу теңдеулерін төменгі түрде жазуға болады:

$$h_2 = h_1 + K_2 \cdot R_g \cdot \gamma . \quad (12)$$

немесе

$$h_1 = h_2 - K_2 \cdot R_g \cdot \gamma . \quad (13)$$

Қалыңдықтар ауысатын ұзындықтағы тері қалыңдығы айнымалы болады және оны (12), (13) формулалар негізінде жазылған төменгі теңдеулерден анықтай аламыз:

1) I аймақта

$$h_{12} = h_1 - K_2 \cdot R_g \cdot \varphi ; \quad -\gamma \leq \varphi \leq 0 ; \quad (14)$$

2) II аймақта

$$h_{21} = h_2 - K_2 \cdot R_g \cdot \varphi ; \quad 0 \leq \varphi \leq \gamma . \quad (15)$$

Қалыңдықтар ауысатын ұзындықтары тері қалыңдығының I аймақта деформациялану заңдылығын (14) формуланы (5) теңдеуге қойып табамыз

$$\Delta h_{12} = (R_g + h_1 - K_2 R_g \cdot \varphi) \cdot \cos \varphi + \sqrt{R^2 - (R_g + h_1 - K_2 R_g \cdot \varphi)^2} \cdot \sin^2 \varphi - (R_g + R + h_k) . \quad (16)$$

I аймақтағы қалыңдықтар ауысатын ұзындықтағы тері қалыңдығының өзгеру заңдылығы

$$h_{12x} = h_1 - K_2 R_g \cdot \varphi - (R_g + h_1 - K_2 R_g \cdot \varphi) \cdot \cos \varphi - \sqrt{R^2 - (R_g + h_1 - K_2 R_g \cdot \varphi)^2} \cdot \sin^2 \varphi + (R_g + R + h_k) . \quad (17)$$

Қалыңдықтар ауысатын ұзындықтағы тері қалыңдығының I аймақтағы салыстырмалы деформациясы

$$\varepsilon_{12} = \frac{1}{h_1 - K_2 R_g \cdot \varphi} \left[(R_g + h_1 - K_2 R_g \cdot \varphi) \cdot \cos \varphi + \sqrt{R^2 - (R_g + h_1 - K_2 R_g \cdot \varphi)^2} \cdot \sin^2 \varphi - (R_g + R + h_k) \right] . \quad (18)$$

Терінің біліктер арасындағы сығылған кіші қалыңдығы

$$h_k = (1 - \varepsilon_{\max}) \cdot h, \quad (19)$$

мұнда: ε_{\max} - тері қалыңдығының біліктер арасындағы ең үлкен салыстырмалы деформациясы.

Тері қалыңдығы біркелкі болған жағдайда оның екі аймақтағы серпімді деформациялану заңдылығы бірдей болады.

Тері қалыңдығы өзгеріске түскен сәттен бейімді жүйенің бейімделу үрдісі басталады.

Бейімді жүйенің тері қалыңдығының қалыңдауынан болатын бейімделу үрдісі екі кезеңде жүреді:

1) Терінің кіші қалыңдығы үлкен қалыңдыққа ауысатын ұзындығы I аймаққа өткенде;

2) Терінің үлкен қалыңдығы I аймаққа енгенде.

Бейімделу үрдісі кезінде I аймақтағы тері қалыңдығы II аймақтағы қалыңдықтан үлкен болады. Сондықтан II аймақтағы тері қалыңдығының сығылу деформациясы I аймақтағы біліктер арасындағы тері қалыңдығына тәуелді болады

$$\Delta h_{II} = h_{II} - h_{x_1}, \quad (20)$$

мұнда: Δh_{II} - II аймақтағы тері қалыңдығының сығылу деформациясы; h_{II} - II аймақтағы тері қалыңдығы; h_{x_1} - I аймақтағы біліктер арасындағы тері қалыңдығы.

Тері қалыңдықтары ауысатын ұзындық I аймаққа келген кездегі бейімделу үрдісіндегі тері қалыңдығының II аймақтағы сығылу деформациясының теңдеуін (17) және (20) теңдеулерді пайдаланып табамыз

$$\Delta h'_{II} = (R_g + h_1 + K_2 R_g \cdot \varphi) \cdot \cos \varphi + \sqrt{R^2 - (R_g + h_1 + K_2 R_g \cdot \varphi)^2} \cdot \sin^2 \varphi - (R_g + R + h_k) - K_2 R_g \cdot \varphi. \quad (21)$$

Терінің үлкен қалыңдығы I аймаққа келген кездегі бейімделу үрдісіндегі тері қалыңдығының II аймақтағы сығылу деформациясының теңдеуін (7) және (15) теңдеулерді (20) формулаға қойып табамыз

$$\Delta h''_{II} = (R_g + h_2) \cdot \cos \varphi + \sqrt{R^2 - (R_g + h_2)^2} \cdot \sin^2 \varphi - (R_g + R + h_k) - K_2 \cdot R_g \cdot \varphi. \quad (22)$$

II аймақтағы тері қалыңдығы біліктер бетінің арақашықтығына теңескен сәттен бастап деформациялану тоқтайды. Бұл сәт (20) теңдеуден төменгі шартқа сәйкес келеді

$$h_{II} = h_{x_1}. \quad (23)$$

Бейімделу үрдісінің кезеңдеріндегі II аймақтың бұрышы (терінің дискімен түйісу бұрышы) (23) шарттан анықталады:

1. Тері қалыңдықтары ауысатын ұзындықтағы қалыңдықты деформациялау кезеңі

$$(R_g + h_1 + K_2 \cdot R_g \cdot \varphi) \cdot \cos \varphi - K_2 \cdot R_g \cdot \varphi = (R_g + R + h_k) - \sqrt{R^2 - (R_g + h_1 + K_2 R_g \cdot \varphi)^2} \sin^2 \varphi; \quad (24)$$

$$y_1 = (R_g + h_1 + K_2 \cdot R_g \cdot \varphi) \cdot \cos \varphi - K_2 \cdot R_g \cdot \varphi;$$

$$y_2 = (R_g + R + h_k) - \sqrt{R^2 - (R_g + h_1 + K_2 R_g \cdot \varphi)^2 \sin^2 \varphi}$$

$y_1 = y_2$ шартынан β_{II} бұрышы анықталады.

2. Терінің үлкен қалыңдығын деформациялау кезеңі

$$h_{21} = h_{x_1};$$

$$(R_g + h_2) \cdot \cos \varphi - K_2 \cdot R_g \cdot \varphi = (R_g + R + h_k) - \sqrt{R^2 - (R_g + h_2)^2 \sin^2 \varphi}; \quad (25)$$

$$y_1 = (R_g + h_2) \cdot \cos \varphi - K_2 R_g \cdot \varphi; \quad y_2 = (R_g + R + h_k) - \sqrt{R^2 - (R_g + h_2)^2 \sin^2 \varphi};$$

$y_1 = y_2$ шартынан β_{II} бұрышы анықталады.

Шелдейтін машиналардың тасымалдаушы білікті механизмдерінің параметрлеріне ($R_g = R = 90$ мм; $\varepsilon_{\max} = 0,35 \div 0,40$; $q = 50$ Н/см;) тері қалыңдықтарының біліктер арасында сығылу деформацияларының табылған заңдылықтарының графиктері тұрғызылды:

1. Тері қалыңдықтарының I және II аймақтардағы абсолютті сығылу деформацияларының графиктері $\Delta h = \Delta h(\varphi)$ 3- суретте көрсетілген: 1 – $h_1 = 5$ мм қалыңдықтың I аймақтағы деформациялану графигі; 2 – $h_1 = 5$ мм қалыңдықтың $h_2 = 10$ мм қалыңдыққа ауысатын тұсының I аймақтағы деформациялану графигі; 3 – кіші қалыңдық (h_1) үлкен қалыңдыққа (h_2) ауысатын тұсқа жалғасқан $h_1 = 5$ мм қалыңдықтың II аймақтағы деформациялану графигі; 4 – үлкен қалыңдықтың ($h_2 = 10$ мм) I аймақта деформациялану графигі; 5 – үлкен қалыңдыққа (h_2) жалғасқан қалыңдықтар ауысатын ($h_2 \rightarrow h_1$) тұстың II аймақта деформациялану графигі.

2. Тері қалыңдықтарының біліктер арасының I және II аймақтарында сығылу графиктері $h_x = h_x(\varphi)$ 4-суретте көрсетілді: 1 – $h_1 = 5$ мм қалыңдықтың I аймақта сығылу графигі; 2 – қалыңдықтар ($h_1 = 5$ мм; $h_2 = 10$ мм) ауысатын тері тұсының I аймақта сығылу графигі; 3 – кіші қалыңдық (h_1) үлкен қалыңдыққа (h_2) ауысатын тұсқа жалғасқан жұқа $h_1 = 5$ мм қалыңдықтың II аймақтағы сығылу графигі; 4 – үлкен қалыңдықтың $h_2 = 10$ мм I аймақта сығылу графигі; 5 – үлкен қалыңдыққа (h_2) жалғасқан қалыңдықтар ($h_2 \rightarrow h_1$) ауысатын тұстың II аймақта деформациялану графигі.

Бейімді жүйенің бейімделу үрдісі аяқталатын сәттегі (I аймақта үлкен қалыңдық (h_2), II аймақта қалыңдықтар $h_2 \rightarrow h_1$ ауысатын тұс) II аймақтың бұрышын (β_{II}) анықтауға арналған графиктер 5- суретте көрсетілді.

Тері қалыңдықтарының бейімді білікті механизмде сығылып деформациялануының табылған заңдылықтарынан келесі қорытындылар жасауға болады:

1) тері қалыңдығы біркелкі болғанда I және II аймақтарда деформацияның өзгеру заңдылықтары бірдей болады;

2) I және II аймақтардағы тері қалыңдықтары бірдей болмаған жағдайда бейімді жүйенің бейімделу үрдісі жүреді;

3) бейімді жүйенің бейімделу үрдісі терінің жұқа қалыңдығы үлкен қалыңдыққа ауысатын тұсы I аймаққа жеткенде басталады, ал терінің үлкен қалыңдығы I аймаққа толық енгенде аяқталады;

- 4) бейімделу үрдісі кезінде I және II аймақтардағы тері қалыңдықтарының деформациялану заңдылықтары бірдей болмайды;
- 5) бейімделу үрдісінде I аймақ II аймақтан үлкен;
- 6) тері қалыңдықтары ауысатын тұсының үлкен деформациясы I аймақтың ішінде жүреді;
- 7) бейімделу үрдісі кезінде II аймақтағы тері қалыңдығының сығылып деформациялануы I аймақтағы тері қалыңдығының өзгеруіне тәуелді болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бурмистров, А.Г. Оборудование предприятий по производству кожи и меха [Текст] / А.Г. Бурмистров [и др.]. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.
2. Фридлянд, А.А. Основы механической технологий кожи [Текст] / А.А. Фридлянд. – М.: Легкая индустрия, 1975.
3. Байешов, Б.Т. Бейімді білікті тасымалдаушы механизмдегі тері қалыңдықтарының сығылып деформациялану заңдылықтары [Мәтін] / Б.Т. Байешов, Б.А. Койайдаров, А.Ч. Жомартов // Механика және технология процестерін үлгілеу. – 2007. – №1. – С.76-84.

Материал редакцияға 28.05.19 түсті.

Б.Т. Байешов, Б.Б. Байешов, Р.Т. Сахыбаев

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

ДЕФОРМИРОВАНИЕ МЕЗДРЫ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ШКУРЫ ОВЧИНЫ

Представлены результаты исследования путей снижения деформированности шкур овчины вследствие механических факторов при ее мездрении.

Ключевые слова: мездрение, адаптивный валик, деформация, механизм, ножевой вал, шкура, адаптивная система.

B.T. Bayeshov, B.B. Bayeshov, R.T. Sahybayev

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

DEFORMATION OF THE SKIN SCRAPINGS IN MECHANICAL TRANSPORTATION OF THE SHEEP SKIN

The results of a study of ways to reduce the deformity of sheepskin skins due to mechanical factors during its mesentery are presented.

Keywords: coiling, adaptive roller, deformation, mechanism, knife shaft, skin, adaptive system.

Строительные материалы и технологии

УДК 691.53

К.А. Абдрахманова¹, Д.О. Байджанов²

*¹Магистр, PhD докторант, ²Д-р техн. наук, профессор
Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Республика Казахстан
Электронная почта: ¹kagaip@mail.ru, ²KSTU@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК И ПЛАСТИФИКАТОРА НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

В статье рассмотрены вопросы получения высокопрочного бетона с использованием минеральной добавки микрокремнезема и суперпластификатора. Изучено влияние микрокремнезема и суперпластификатора совместно и по отдельности на свойства цемента. Приведены результаты экспериментальных исследований влияния добавок на свойства цементного камня. Введение суперпластификатора увеличивает аморфизирующий эффект, прочность и плотность цементного камня.

Ключевые слова: цементный камень, добавки, микрокремнезем, пластификатор (С-3), прочность.

В структуре используемых строительных материалов, тяжелому бетону принадлежит основная и решающая роль, так как любое здание от основания до кровли зависит от его качественных характеристик. От его прочности и долговечности, зависит безопасная и комфортная эксплуатация зданий и сооружений. Его архитектурные возможности определяют эстетику наших городов и отдельных объектов.

Для получения высокопрочного бетона для свай работающих в водонасыщенных грунтах необходимо применять модифицирующие минеральные добавки, включающие суперпластификатор [1-3]. Для выявления структурообразующего эффекта необходимо установить роль каждого компонента и найти оптимальные дозировки добавок, обеспечивающие наиболее стабильную структуру гидратных фаз и стойкость бетона к физико-механическим воздействиям.

Цементный камень имеет В/Ц отличающийся от В/Ц затворения бетона, который включает в себя дисперсные частицы наполнителей и заполнителей, поэтому более полное представление о структуре гидратных фаз и особенностях её структурообразования дает исследование на специально изготовленных образцах цементного камня.

Для исследования влияния добавок микрокремнезема (МК) и пластификатора (С-3) совместно и по отдельности на свойства цемента был реализован двухфакторный план эксперимента, в котором значимыми факторами приняты: X_1 – дозировка С-3, варьируемая в количестве от 0 до

0,5%, и X_2 – дозировка МК, в количестве от 0 до 12%, в расчете на массу цемента.

Все исследования проводили при использовании цементного теста нормальной густоты. В качестве откликов для цементного теста были приняты: водовяжущее отношение, сроки схватывания; для цементного камня - прочность при сжатии, водопоглощение и фазовый состав новообразований. Полученные экспериментальные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

План проведения эксперимента по исследованию влияния добавок на свойства цементного камня

№	С-3 код X_1	Фактическое значение, %	МК и С-3 код X_2	Фактическое значение, %	В/В	Сроки, мин.		Прочность, $R_{сж}$, МПа			
						Нач.	Кон.	3	7	28	56
1	-1	0	-1	0	0,25	48	123	49,5	55,1	72,2	111,8
2	-1	0	0	6	0,28	65	150	50,3	59,4	63,8	65,6
3	-1	0	+1	12	0,3	70	180	36,0	50,4	63,6	66,9
4	0	0,5	+1	12	0,26 9	65	171	49,7	58,6	74,1	80,2
5	+1	1	+1	12	0,24 3	106	178	59,9	65,9	88,0	91,5
6	+1	1	0	6	0,21 5	94	167	66,0	76,6	87,6	94,0
7	+1	1	-1	0	0,20 7	80	195	90,0	109, 7	112, 5	142,7
8	0	0,5	-1	0	0,21 4	67	176	93,5	100, 9	107, 9	127,4
9	0	0,5	0	6	0,27	83	188	65,2	65,3	83,4	84,3

Полученные данные подтверждается расчетами критериев Кохрена и Фишера, значения которых меньше табличных при уровне значимости 0,05, результаты этих расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры математических моделей

Название отклика математической модели	Коэффициенты уравнений регрессии						Критерии	
	b_0	b_1	b_2	b_{11}	b_{22}	b_{12}	Кохрена	Фишера
Прочность в 1 сут.	34,62	1,42	-2,04	-3,57	-3,63	1,85	0,32	3,68
Прочность в 3 сут.	73,46	13,28	-14,62	-12,57	0,017	-3,76	0,19	1,82
Прочность в 7 сут.	79,6	11,2	-19,6	-7,29	3,36	-4,37	0,27	0,56
Прочность в 28 сут.	78,99	14,75	-9,92	-3,26	8,36	-3,99	0,21	1,08

Прочность в 56 сут.	82,2	13,9	-23,92	-1,55	22,34	-1,66	0,35	0,06
Табличное значение							0,4027	3,86
Водовязущее отношение	0,239	-0,028	0,0235	0,0085	0,0025	-0,0035	0,36	0,157
Начало схватывания	69,5	16,2	7,7	10	-3,5	1	0,41	3,96
Конец схватывания	164	14,5	5,8	-4,5	10,5	-18,5	0,32	0,678
Табличное значение							0,4775	4,26

Так как МК обладает пуццолановыми свойствами и взаимодействует с вторичным гидроксидом кальция, выделяющимся при гидратации C_3S , приняли его как компонент вяжущего и оценивали водопотребность не по водоцементному, а по водовязущему отношению.

Установлено, что введение пластификатора совместно с МК, способствует сохранению нормальной плотности цементного теста на уровне бездобавочного состава ($V/B=0,25$). Оптимальная дозировка микрокремнезема в пределах 8-10% повышает водопотребность цементного теста, а введение пластификатора 0,5-0,75% оставляет V/B на уровне без добавочного образца [4].

Начало схватывания цементного теста в значительной мере зависит от количества добавок пластификатора С-3 и МК которые в начальные сроки твердения несколько снижает активность С-3 и МК, замедляя его взаимодействие с вторичным гидроксидом кальция.

Обе добавки в отдельности и вместе в равной мере замедляют конец схватывания цементного теста, примерно на 30% (с 140 до 180 минут), что необходимо учитывать, назначая изотермическую выдержку бетона при тепловлажностной обработке.

По полученным данным прочность цементного камня при сжатии в основном зависит от V/B . Введение МК модифицирует продукты гидратации, но этот эффект проявляется только с увеличением возраста. Влияние добавки С-3 на структурообразующие процессы и прочность в разном возрасте связана с водоредуцированием и снижением V/B .

В ранние сроки твердения, применяемые добавки в количестве 0,4-0,8% С-3 и 6-8% МК от массы цемента способствуют формированию цементного камня с наибольшей прочностью 34 МПа. Наиболее интенсивный набор прочности цементного камня в основном происходит в период до 3 суток, достигая 70-80 МПа для оптимального количественного соотношения добавок.

В возрасте 28 суток, при совместном использовании добавок 0,8-1% С-3 и 8-12% МК прочность цементного камня достигает значения 80-90 МПа, с дальнейшим увеличением до 100 МПа в более поздние сроки.

МК способствует снижению гидроксида кальция с 9,13% до 6,5%, это подтверждается данными Х.Тейлора, который показал, что с уменьшением V/C количество связанной МК извести значительно уменьшается [5]. Введение пластификатора С-3 уменьшает количество свободного $Ca(OH)_2$ до 7,5%, в то время, как совместное воздействие добавок на цементные минералы снижает его содержание до 5%. Следовательно, добавки довольно активно взаимодействуют в цементном тесте и камне с вторичным

гидроксидом, но при этом оставляют достаточное количество $\text{Ca}(\text{OH})_2$ для обеспечения высокого pH бетона, что является обязательным условием для сохранности в нём арматуры. Известно, что МК вступая в реакцию с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ образует низкоосновные гидратные фазы, но влияние на фазовый состав пластификатора С-3 совместно с МК изучено недостаточно. Известно, что применение пластификатора и микрокремнезема дает синергетический эффект по снижению количества свободной извести.

Изменение скорости роста прочности в возрасте до 3-х суток показывает значительное увеличение степени гидратации до 84%. Сравнительные результаты степени гидратации алита в цементном камне в возрасте 28 суток представлены в таблице 3.

Таблица 3

Оценка степени гидратации по изменению интенсивности аналитического пика алита в цементном камне

Используемые добавки	Степень гидратации алита в цементном камне (аналитическая линия $d/n=1,77$)
Без добавок	67 %
1 %С-3	63 %
12 % МК С-3	92 %
1 % С-3 +12 % МК С-3	84 %

Из полученных данных следует, что максимальная степень гидратации алита в цементном камне обеспечивается при введении добавки МК с С-3 и достигает 92%, по сравнению с 67% для бездобавочного цемента. Из этого следует, что МК и С-3, связывающий $\text{Ca}(\text{OH})_2$, является своеобразным ускорителем гидратации и твердения цемента.

Установлено, что добавка МК и С-3 по отдельности способствуют аморфизации структуры цементного камня, но МК повышает водопотребность и пористость.

Совместное введение С-3 и МК не только водоредуцирует цементное тесто, но и увеличивает аморфизирующий эффект, прочность и плотность цементного камня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каприелов, С.С. Влияние структуры цементного камня с добавками микрокремнезема и суперпластификатора на свойства бетона [Текст] / С.С. Каприелов, А.В. Шейнфельд, Ю.Р. Кривобородов // Бетон и железобетон. – 1992. – №7. – С. 4-7.
2. Копаница, Н.О. Применение нанодисперсного кремнезема в производстве строительных смесей [Текст] / Н.О. Копаница, Ю.С. Саркисов, О.В. Демьяненко // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2016. – №5 (58). – С. 140-150.
3. Aitcin, P.C. High-Performance Concrete. - Quebec: E&FnSpon, 2004. - 364 p.
4. EN 206-1 Concrete – Part 1: Specification, performance, production and conformity.
5. Тейлор, Х. Химия цемента [Текст] / Х. Тейлор. Пер. с англ. Х. Тейлор. – М.: Мир, 1996. – 560 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.19.

К.А. Абдрахманова, Д.О. Байджанов

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ., Қазақстан

КЕШЕНДІ МИНЕРАЛДЫ ҚОСПАЛАР МЕН ПЛАСТИФИКАТОРДЫҢ ЦЕМЕНТ ТАСЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ

Мақалада микрокремнезем мен суперпластификатордың минералды қоспасын пайдалана отырып, беріктігі жоғары бетонды алу мәселелері қарастырылған. Микрокремнезем мен суперпластификатордың цемент қасиетіне әсері зерттелді. Цемент тасының қасиеттеріне қоспалардың әсерін эксперименттік зерттеу нәтижелері келтірілген. Суперпластификаторды енгізу аморфизациялық әсерді, цемент тастарының беріктігі мен тығыздығын арттырады.

Тірек сөздер: цементі тас, қоспалар, микрокремнезем, пластификатор (С-3), беріктік.

К.А. Abdrakhmanova, D.O. Baydzhanov

Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan

INFLUENCE OF COMPLEX MINERAL ADDITIVES AND PLASTICIZER ON THE PROPERTIES OF CEMENT STONE

The article considers the issues of obtaining high strength concrete using mineral admixtures of silica fume and superlative-cantor. The effect of microsilica and superplasticizer together and separately on the properties of cement was studied. The results of experimental studies of the effect of additives on the properties of cement stone. The introduction of superplasticizer increases the amorphizing effect, strength and density of cement stone.

Keywords: cement stone, additives, microsilica, plasticizer (C-3), strength.

ӨОЖ 624.155.113.3

А.Б. Есиркепова¹, К.Т. Шеров², И.С. Бақтыбай³

*¹PhD Докторант, ¹Техн. ғылымдары д-ры, профессор, ³Магистрант
Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ., Қазақстан
Электрондық пошта: ¹bopany@mail.ru, ²shkt1965@mail.ru, ³isbak94@mail.ru*

ТЕМІРБЕТОН БҰЙЫМДАРЫН ДАЙЫНДАУ КЕЗІНДЕ АРМАТУРАЛЫҚ ШЫБЫҚТАРДЫ БІРІКТІРУ ТӘСІЛДЕРІН ЗЕРТТЕУ

Авторлар темірбетон бұйымдарын (ТББ) дайындау кезінде арматуралық шыбықтарды пайдаланудың қалдықсыз технологиясын жарату бойынша зерттеу жүргізуде. Бұл мақалада ТББ дайындау кезінде арматуралық өзектерді біріктірудің қолданыстағы тәсілдерін зерттеу нәтижелері келтірілді. Мақалада механикалық, айкастыру және дәнекерлеу арқылы біріктіру тәсілдері зерттелген. Олардың

артықшылықтары мен кемшіліктері анықталған. Сондай-ақ, дәнекерлеудің контактілі, ванналық түйістіру, нүктелік түйістіру, үйкеліспен дәнекерлеу тәсілдері зерттелген. Арматуралық шыбықтарды біріктірудің қолданыстағы тәсілдеріне тән мынадай негізгі кемшіліктер анықталған: технологиялық мүмкіндіктерінің тар болуы, біріктірудің сапасы мен дәлдігінің төмендігі, технологиялық жабдықтың қымбат болуы. Бұл кемшіліктерді жоюға толық мүмкіндік беретін арматуралық шыбықтарды біріктіруге арналған үйкеліспен дәнекерлеудің жаңа тәсілі ұсынылады.

Тірек сөздер: арматура, темірбетон, арматура қалдықтары, контактілі дәнекерлеу, айқастырып дәнекерлеу, үйкеліспен дәнекерлеу.

Қазақстан Республикасының (ҚР) құрылыс индустриясының қазіргі жағдайын зерттеу құрылыс материалдарының (атап айтқанда арматуралық өзектер) отандық өндірісі қазіргі уақытта ҚР құрылыс кешені қажеттілігінің бір бөлігін ғана қанағаттандыра алатынын және осының салдарынан нарықтағы елеулі үлесті импорттық өнім иеленетінін көрсетті. Осы қалыптасқан жағдай құрылыс өнімдерін дайындаудың өзіндік құнына теріс әсер етеді. ҚР құрылыс кәсіпорындары жағдайында жүргізілген зерттеулердің нәтижелері МЕСТ белгілеген нормалардан асатын және шамамен 2%-ды құрайтын қалдықтарға арналған арматураның үлкен шығыны бар екенін көрсетті. Мұндай қатынастағы арматураның шығыны ТББ дайындаудың өзіндік құнының жоғарылауына алып келеді, бұл ҚР құрылыс индустриясының қазіргі жағдайында маңызды рөл атқарады.

Арматуралық металл шыбықтар (арматура, шыбықтар, сымдар) темірбетон бұйымдарының ажырамас бөлігі болып табылады, олар өз кезегінде құрылыс саласында белсенді қолданылады. Арматуралық элементтердің басты мақсаттарының бірі - ТББ ең жоғарғы қаттылығы мен беріктігін қамтамасыз ету. Қазіргі заманғы құрылыс саласы, шығарылатын өнімнің өзіндік құнын төмендете отырып, құрылыс материалдарын тиімді пайдалану кезінде ТББ сапалы дайындауды қажет етеді. Арматуралық металл шыбықтарды қолдана отырып, түрлі темірбетон бұйымдарды жасауға болады, мысалы, терезе немесе есік маңдайшалары, баспалдақ марштары және т.б. Арматуралық шыбықтарды біріктіру келесі үш тәсілдің бірімен жүзеге асырылады: механикалық; қабаттастыру арқылы, арнайы біріктіруші элементтердің көмегімен; дәнекерлеу жұмыстарының көмегімен.

Жоғарыда аталған әдістердің әрқайсысының өз артықшылықтары, кемшіліктері мен ерекшеліктері бар. Біріктірудің механикалық тәсілі гидравликалық престі және бұрандалы, сондай-ақ жалғастырушы муфталарды пайдалануды көздейді. Дайындау технологиясы мынадай: шыбықтар бұрандалы муфталарға "киіледі"; гидравликалық пресс шыбықтың айналасындағы муфтаны қысуға мүмкіндік береді; әрі қарай жалғаушы муфталар арқылы құрастыруды жүзеге асырады. Сондай-ақ, оларды қабырғасы қалың құбырлармен ауыстыруға болады. Арматураны механикалық құрастырудың артықшылығы – оның жұмыс жылдамдығы. Кейбір арматура кластарына басқа байланыс әдісі қажет, мысалы, айқастыру. Айта кету керек, арматуралық өзекшелермен жұмыс кезінде осы материалдың көп пайызы жоғалады. Сонымен қатар, бұл әдістің негізгі артықшылығы – тек бекіту элементтері ғана қажет, ал қосымша құралдар мен аспаптар қажет еместігі. Қабаттастыру арқылы арматураны біріктіру көбінесе қысу және созу жүктемелерін барлық бет бойынша бөлу қажет болған кезде қолданылады. Бұл әдісті пайдалану кезіндегі орындалатын ережелер:

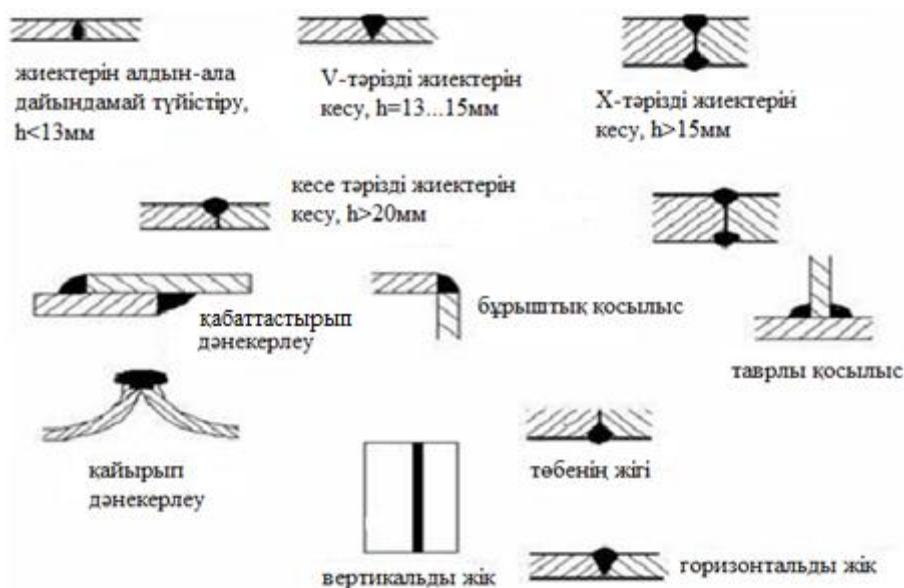
- қабаттастыру арқылы біріктіруді тек аз кернеулі учаскелерде қолдануға болады;
- жалғанатын шыбықтар бір диаметрлі болуы тиіс. Ерекше жағдайларда аз ғана ауытқуға жол беріледі;
- бұл тәсілді диаметрі 20 мм аспайтын шыбықтарды қосу үшін ғана пайдалануға рұқсат етіледі.

Арматураларды қабаттастыру арқылы біріктіру 1-суретте көрсетілген [2].



Сурет 1. Арматураны қабаттастырып дәнекерлеумен біріктіру

Арматураны дәнекерлеумен біріктірген кезде екі бөліктердің жанасу жерінде тігістер түзіледі, бұл дайын бұйымға арналған тең жақты тіректі қамтамасыз етеді. Көбінесе бұл байланыс болашақ монолит астында металл қаңқаларды жасау үшін қолданылады. Кейде арматураны дәнекерлемей біріктіру әдісі қолданылады. Бұл жағдайда қиылысу орындарындағы болат шыбықтар сым арқылы байланады. Бұл үлкен жүктемеге ұшырамайтын металл құрылымдарын жасау кезінде қолданылады. Өнеркәсіптік өндірісте мұндай әдіс қолданылмайды, тек жеке құрылыс үшін кейде қолдану мүмкін. Арматураны байлау немесе пісіру әдістері арматуралық конструкцияның қандай жүктемеге байланысты қолданатынына қарап таңдалады. Арматуралық элементтерді түйістірудің үшінші түрі – ол дәнекерлеу арқылы. Әдіс өте кең таралған және жоғары кәсіпқойлықты талап етеді. Арматуралық өзектердің тиімді, әрі сенімді біріктіру үшін көптеген артықшылығы бар тәсіл ретінде көп жағдайда дәнекерлеу түйістіру әдісін таңдайды. Алдымен дәнекерленген тігіс бөлшектеудің бір жағына жағылады, содан кейін қарама-қарсы екінші жағынан жағылады. Егер темірбетон бұйымында крест өткелдері бар конструкция пайдаланылса, нүктелі түйістіру қажет. Болат шыбықтардың барлық маркалары нүктелі дәнекерлеу үшін қолайлы емес. Бұл бірікпелердің жіктері металдың жылдам нүктелі шындалуынан тез бұзылуы мүмкін, яғни мортсынғыш болады. Басқа біріктіру әдістерімен салыстырғанда дәнекерлеу әдісінің артықшылықтары: дәнекерлеу жіктерінің мықты болуы; өнімнің соққы күші әлдеқайда жоғары болады; дәнекерлеу арқылы жасалған өнім деформацияға аз беріледі, демек, бұйымның бастапқы нысаны жақсы сақталады; арматуралық қаңқалар немесе торлар қоршаған ортаның сыртқы әсерінен (күн сәулесі, аяз және басқалар) өзгеріске ұшырамайды. Темірбетон бұйымдары көтергіш функцияны орындағандықтан, тұрақты қысу мен созылуға байланысты жүктемелерді сынайды. МЕСТ 14098-91 бойынша жасалған дәнекерленген жіктер бұйымды қатты етеді және конструкция "икемді", тұрақты және берік болады [3]. 2-суретте арматуралық шыбықтарды біріктірудің түрлері көрсетілген.



Сурет 2. Арматуралық шыбықтарды біріктірудің түрлері

3-суретте айқастырып біріктірілген тор сымдарының металл қаңқасы көрсетілген [2].



Сурет 3. Айқастырып біріктірілген тор сымдарының металл қаңқасы

Контакттілі дәнекерлеу әдісі ең көп таралған тәсілдердің бірі болып саналады. Бұйымдардың жанасу орны деформация және қысылу температурасына дейін қыздыру есебінен балқиды. Бұл тізбек бойынша ток өткізу арқылы жүзеге асырылады, олардың буындары өзекшенің өзі де болып табылады. Ток тұйық тізбекте пайда болады, ал ең үлкен кедергі шыбықтардың түйіскен жерінде шоғырланады. Сонымен қатар, осы аймақтың ең жоғары қызуын қамтамасыз ететін жылу бөлінеді. Дәнекерлеу уақытын 10-ға дейін, ал кейбір жағдайларда 20 мың амперге дейін арттыра отырып азайтуға болады. Бұл жағдайда металды балқыту бірден жүреді. Сәйкесінше, тізбек бойынша токтың өту уақыты айтарлықтай азаяды. Бұйымдардың түйіспелі қосылуы түйіспелі немесе нүктелі тәсілмен жүзеге асырылуы мүмкін. Біріншісі бүйір бөліктері түйіскен кезде қолданылады. Арматураны нүктелі дәнекерлеу өзектер бір-біріне салынған кезде қолданылады. Олар бір уақытта бірнеше нүктелерде қосылады.

Өзектерді контактілі тәсілмен біріктіру үшін кәсіби аппарат қолданылады. Арматураны дәнекерлеу токтың белгілі бір күші мен түйіспе учаскесін қысу деңгейінде, берілген уақыт ішінде жүзеге асырылуы тиіс. Барлық жабдықтар шартты түрде мобильді және стационарлық болып бөлінеді. Қарапайым аппаратты оңай жинауға болады. Оған 2 функционалдық түйін кіруі керек. Біріншісі - қорек блогы, екіншісі - электродтық ұстағыштар. Сондай-ақ, аз қималы шыбықтардан арматуралық қаңқаларды, арматуралық торды жасау кезінде пайдаланылатын нүктелі біріктіру белгілі. Металл қаңқа шыбықтарының крест тәрізді бірікпесін түйіспелі нүктелі дәнекерлеу әдісімен дәнекерлеу ұсынылады. Бұл тәсілмен дәнекерленген торлар, сондай-ақ арматурадан жасалған тегіс қаңқалар дайындалады, кейіннен оларды кеңістік конструкцияларына құрастырады.

Арматураны айқастыру тәсілімен контактілі дәнекерлеу: жекелеген жағдайларда немесе ұсақ өндірісте – стационарлық немесе аспалы типті бір нүктелі машиналармен; жаппай өнеркәсіптік өндіріс үшін - мамандандырылған контактілі көп нүктелі машиналармен. Айқастырылып біріктірілген бірікпелер үшін тоқу әдісі де қолданылуы мүмкін. Диаметрі 20 мм жоғары өзектерді дәнекерлеу тәсілімен біріктіру ұсынылады, бірақ, олар дәнекерлеу кезінде жанасудың үлкен ауданын құрайды. Алайда нүктелі дәнекерлеуді іске асыру үшін қуатты және қымбат тұратын жабдықтарды қолдануды талап етеді, бұл ҚР құрылыс кәсіпорындарының жағдайлары үшін тиімсіз. Арматураны дәнекерлеу қыздыру жолымен жанасудың барлық ауданы бойынша шыбықтардың ұштарын біріктіруге тән. Арматураны түйістіріп дәнекерлеу 4-суретте көрсетілген [2].



Сурет 4. Арматураны түйістіріп дәнекерлеу

Түйіспелерді екі жолмен біріктіруге болады: жанасатын жазықтықтың балқуы – түйіндер балқу жағдайына дейін қыздырылады; кедергі әдісімен қосылатын бұйымдарды қыздыру - қыздыру кезінде жік пластикалық күйге дейін жеткізіледі. Бұл әдіс қолданылатын металдың маркасына, арматураның диаметріне, сондай-ақ қосылыс беріктігіне қойылатын талаптарға байланысты. Сонымен қатар, ванна тәсілімен дәнекерлеу әдісі бар. Бұл әдіс, арматура шыбықтарының қимасы айтарлықтай үлкен, 10 см дейін жететін болса ғана қолданылады. Ванна тәсілімен дәнекерлеудің көмегімен металл құбырларына ернемектер бекітіледі, қандай да бір ғимараттардың көпқырлы арматуралық бағаналарын қосады, сондай-ақ басқа да арматуралық қаңқалар дайындалады. Бұл әдіс әдетте келесілерді біріктіру үшін қолданылады:

- үлкен диаметрлі арматуралық бұйымдар (2-10 см);
- темірбетон бұйымдарында бірнеше қатарда орналасқан шыбықтардың түйіспелерін;

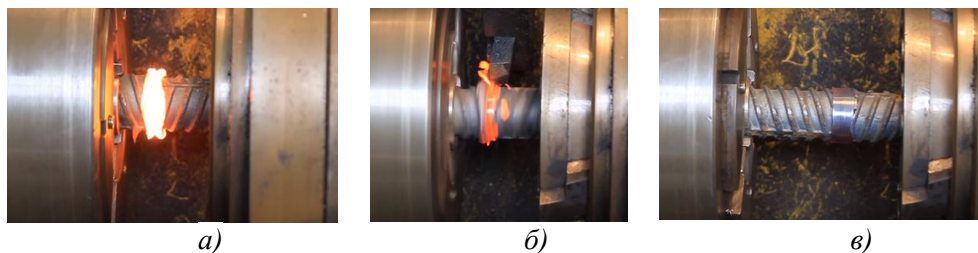
- қимасы үлкен болат жолақтардан жасалған еренемектердің түйіспелерін.

Іргетас және басқа да ірі темірбетон бұйымдары, түрлі ғимараттарды салу кезінде күрделі қаңқалар үшін арматураны дәнекерлеудің осы әдісі қолайлы. Ол параметрлердің беріктігін және конструкцияның қаттылығын бүкіл ұзындығы бойынша сақтауды қамтамасыз етеді. Арматураны мұндай дәнекерлеу бірыңғай күш қаңқасын жасауға мүмкіндік береді. Біріктіру көлденең де, тік те орындалуы мүмкін. Бағаналар арматурасын және басқа да тік бұйымдарды ванна тәсілімен дәнекерлеуді, осылайша оларды жылжытпай және көлденең күйге келтірмей жүзеге асыруға болады. Тағы бір артықшылығы - қосылысты орындау үшін электр доғалық дәнекерлеу сияқты стандартты құрылғылар қолданылады. Арматураны ваннада дәнекерлеу кезінде сапалы түйіспелерді алу үшін басты шарт - шыбықтарды нақты біріктіру. Өзекшелердің осьтері бір-біріне қатысты өзекшелерінің жартысынан артық ығыспауын қадағалау қажет. Бұл жағдайды сақтау үшін әртүрлі кондукторлар қолданылады. Олардың геометриялық параметрлері және арматураны дәнекерлеу кезінде шыбықтардың орналасуы өзгеріссіз қалады [5]. Тәжірибеде үш тәсіл қолданылады: жартылай автоматты (керамика калыпта); болат қапсырмасын қолданатын бір немесе үшфазалы электр доғалық (қол нұсқасы); автоматты ванналық-қожды (шлакты) (мыс калыпта). Ең үнемді нұсқа болып жапсырмалар өзектерді жалғау кезінде пайдаланылмайтын вариант табылады. Өйткені, оларды дайындауға белгілі бір уақыт пен металды жұмсау қажет. Сондай-ақ, жапсырмалар болмаған жағдайда, бұдан басқа, жинақы қосылым қамтамасыз етіледі. Ванна тәсілімен дәнекерлеу үлкен көрсеткіштері бар токтарда орындалғандықтан, ол оның кемшілігі болып табылады. Ол 5-6 миллиметрлік электродтар пайдаланылса, 450 ампер жасай алады. Егер бұйымдарды біріктіру төмен температураларда жүргізілсе, ток стандартты деңгейден шамамен 10%-ға жоғары болады.

Үш фазалы дәнекерлеуді пайдаланған кезде электрод диаметрінен 1,5-2 см артық саңылауды қалдыру керек. Арматура өзекшелерінің осьтерінің сәйкес келмеу көрсеткіші электродтар қимасының ауданының 5 % - ынан аспауы тиіс. Мамандар, егер олар ұзын болса, шыбықтарға "кері бұруды" беруді ұсынады. Ванна тәсілімен дәнекерлеген кезде өзекшелердің жиектері жиі қожданады. Бұл тез жылу шығаруына байланысты. Нәтижесінде байланыс сенімділігі айтарлықтай төмендейді. Арматуралық өзектерді біріктірудің өндірістік тәсілдерінің бірі - үйкеліспен дәнекерлеу. Үйкеліс арқылы дәнекерлеу арматуралық өзектерді біріктіру үшін қолданылады, бұл ретте өзек ұзындығы 9 метрге екі тігістің мөлшерін шектеу шамадан тыс болып табылады. Түйіспелер санын өзектің берік қасиеттеріне зиян келтірмей, ұзындығы бір метрге дейін жеткізуге болады, бұл кейде арматурадан жасалған бұйымдарды өндіру кезінде 35%-ға жететін қалдықтарды болдырмауға мүмкіндік береді. Үйкеліс арқылы дәнекерлеу процесі 5-суретте көрсетілген.

Жұмыста жүргізілген үйкеліс арқылы дәнекерлеу тәсілін сынау нәтижелері жіктің беріктігі негізгі металдың беріктігінен асып түсетінін, ал өзектің үзілуі жіктен және термиялық әсер ету аймағынан едәуір қашықтықта болғанын көрсетті. Сондай-ақ, грат кесуден кейін түйіспенің қимасы арматураның тиімді қимасынан көп болады, бұл ретте қимадағы металл жоғары тұтқырлығы мен беріктігі бар ұсақ түйіршікті тең осьті құрылымға

ие. Электр доғалы немесе газды дәнекерлеуге қарағанда үйкеліс арқылы дәнекерлеудің технологиялық схемасы әлдеқайда оңай.



a – үйкеліс арқылы дәнекерлеу үрдісі; *б* – гратты алу үрдісі; *в* – үйкеліс арқылы дәнекерлеу үрдісі

Сурет 5. Үйкеліс арқылы дәнекерлеу үрдісі

Үйкеліс арқылы дәнекерлеудің ерекшеліктері:

- әртүрлі материалдарды дәнекерлеу қабілеті, мысалы, алюминий мен болатты дәнекерлеу. Бұл ретте қосымша материалдар мен күрделі жабдықтар талап етілмейді;

- дайындамаларды деформацияламаған түрде мыстан, қорғасыннан, титаннан жасалған бөлшектерді ажырамайтын етіп біріктіру үшін қолдануға болатындығы;

- ең жоғары тиімділікке диаметрі 6-дан 100 миллиметрге дейін дайындамалармен жұмыс істегенде қол жеткізіледі;

- күрделі технологияларды жасауда сондай-ақ, қақталған-дәнекерленген, штампталып - дәнекерленген және дәнекерленген-құйма бұйымдары жасауда теңдесі жоқ;

- дәнекерлегіштігі төмен материалдарды біріктіру қабілеті. Бұл әдіспен алюминий және болат сияқты басқа әдістермен дәнекерленбейтін дайындамаларды дәнекерлеуге болады.

Үйкеліс арқылы дәнекерлеу технологиясының маңызды артықшылықтарына мыналар жатады:

1. Өнімділігі, яғни барлық дәнекерлеу процесі бірнеше секундтан бірнеше минутқа дейін алады. Дайындық және аяқтау операциялары аз уақыт алады. Бұл параметр бойынша технология контактілі электр дәнекерлеуден асып түседі.

2. Энергияны пайдалану тиімділігі, яғни жылу өте тез және өте шектеулі жабық аймақта болады, қоршаған кеңістікті жылытуға жұмсалатын энергия шығыны басқа дәнекерлеу технологияларымен салыстырғанда өте аз. Энергия шығындары бойынша артықшылығы он есе болуы мүмкін.

3. Жіктің сапасының жоғары болуы, яғни дұрыс таңдалған технологиялық режимде дәнекерлеу жігі мен тігіс маңы аймағы өзінің құрылымы мен сипаттамалары бойынша негізгі металға ұқсас болады. Сонымен қатар тігіс материалында ақаулар (кеуектілік, каверналар, жарықтар, бөгде қосылыстар) болмайды.

4. Бөлшектер партиясының ішіндегі жіктік сипаттамаларының жоғары тұрақтылығы. Егер режимді дәл ұстасаңыз, бөлшектердің параметрлері пайыз үлесіне өзгеше болады. Бұл сапаны іріктеп бақылауға мүмкіндік береді және көп уақыт пен қаражатты үнемдеуге мүмкіндік береді. Егер партияның бір

бөлшегі жойғыш бақылаудан өткен болса, онда бүкіл партияның жарамдылығы туралы техникалық негізделген шешім қабылдауға болады.

Жік аймағы мен тігіс маңы аймағын алдын ала механикалық тазартудың қажеті жоқ. Ол технологиялық процестің бірінші кезеңінде орындалады. Дайындық және аяқтау операцияларына шын мәнінде дәнекерлеуге қарағанда көп уақыт кетеді, бұл артықшылық өте елеулі үнемдеу үшін мүмкіндік береді.

5. Өртүрлі металдар мен қорытпаларды дәнекерлеу қабілеті. Басқа әдістермен дәнекерлеу мүмкін емес металл жұптары бұл әдіспен жақсы дәнекерленеді, мысалы болат қорытпаларды алюминий қорытпаларымен, алюминий қорытпаларын мыс қорытпаларымен, болатты титанмен және т. б.

Қоршаған ортаның ластануы, сондай-ақ адамдардың денсаулығына әсер ететін зиянды факторлар: жоғары кернеу, балқытылған металдың шашырауы, ультракүлгін сәулелену, өрт қаупі және т.б. барынша азайтылған.

Сонымен қатар, үйкеліс арқылы дәнекерлеу механикаландыруы мен автоматтандыруы жеңіл беріледі. Бұл ірі сериялы және жаппай өндірісте өте маңызды. Бірнеше күрделі емес қайталанатын операциялар оңай алгоритмделеді және бағдарлама бойынша адамның қатысуынсыз орындалуы мүмкін.

Дегенмен, үйкеліс арқылы дәнекерлеу әдісін өндірісте кеңінен енгізілуін тежеп тұрған бірқатар кемшіліктері бар:

1. Дайындамалар формаларының шектеулі жиынтығына қолданылуы. Олардың ең болмағанда біреуі айналмалы дене болуы тиіс. Бұл тәсіл ұзын түзу және қисық сызықты жіктерді, күрделі пішінді қабықтарды дәнекерлеуге, құрылыс конструкцияларын, механизм корпустарын және көлік құралдарын монтаждауға келмейді. Алайда машина жасауда бөлшектердің 75% - дан астамы дөңгелек қимасы немесе айналу денелерінің неғұрлым күрделі нысаны болып табылады.

2. Жабдықтарының үлкен болуы. Әмбебап немесе мамандандырылған станок стационарлық орнатуды, электрмен қоректендіруді қажет етеді. Бұл дала жағдайында әдісті қолдану мүмкін емес.

3. Бөлшектің өлшемінің шектеулі болуы. Дәнекерленген бөлшектің ұзындығы станок бабкасының ұшымен, диаметрі - патрон жұдырықтарының ұшымен шектеледі.

4. Тігіс аймағындағы және тігіс маңындағы аймақтардағы текстураның радиалды деформациясы. Күшті динамикалық жүктемелер кезінде шаршау кернеулерінің шоғырлануы және микротрещинер мен басқа да ақаулардың пайда болуы мүмкін. Коррозияға төзімділігі де төмендейді. Бұл құбылыстарды болдырмау үшін, дайындамада грат қалдырады. Қосымша еңбек сыйымдылығы конструктивтік талаптар бойынша гратты алуға жұмсалады.

Бұл әдісті пайдалануды шектейтін жоғарыда көрсетілген кемшіліктер фрикциялық дәнекерлеуді әмбебап технология деп санауға мүмкіндік бермейді.

Қазіргі уақытта Қарағанды мемлекеттік техникалық университетінің (Қазақстан) "Технологиялық машиналар мен жабдықтар, машина жасау және стандарттау" кафедрасында үйкеліспен дәнекерлеудің жоғарыда көрсетілген кемшіліктерін жою мақсатында ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілуде [7,8,9]. Термофрикциялық өңдеу әдістерінің [10,11] кесу механизміне негізделген үйкеліспен дәнекерлеудің жаңа әдісі жаратылуда. Сонымен қатар,

біртекті және біртекті емес арматуралардың, шыбықтар мен сымдардың қалдықтарын үйкеліспен дәнекерлеу арқылы біріктіруге арналған арнайы құрылғы әзірленуде [12,13,14]. Жаратылатын үйкеліспен дәнекерлеу технологиясы қолданыстағы әдістермен салыстырғанда әмбебаптығымен және қолжетімділігімен, сондай-ақ, пісіру сапасы бойынша айтарлықтай артықшылықтарға ие болуымен ерекшеленеді.

Қорытынды.

1. Орындалған зерттеулер нәтижесінде арматуралық шыбықтарды біріктірудің қолданыстағы тәсілдеріне тән мынадай негізгі кемшіліктер анықталды: сапа мен дәлдігінің төмендігі, технологиялық мүмкіндіктернің аз болуы, технологиялық жабдықтың өте үлкен және қымбат болуы.

2. ТББ дайындау кезінде арматуралық шыбықтарды біріктіру тәсілдерінің арасында ең тиімді әдіс – үйкеліс арқылы дәнекерлеу болып табылатындығы анықталды. Алайда, оның төменде келтірілген кемшіліктері оны кеңінен пайдалануға мүмкіндік бермей тұр:

- дайындамалардың шектеулі жиынтығына ғана қолданылуы;
- қолданылатын жабдықтың көлемі жағынан үлкендігі оны стационарлық орнатуды және оған электр қорегін қосуды талап етеді, бұл далалық жағдайда әдісті қолдануға мүмкіндік бермейді;
- біріктірілетін бөлшектердің өлшемдерінің шектеулілігі;
- жік аймағында және жік маңындағы аймақтарда текстураның радиалды деформациясының пайда болуы. Гратты алуға кететін операцияның еңбек сыйымдылығы.

3. Жоғарыда көрсетілген кемшіліктерді жою үшін арматуралық шыбықтарды біріктіруге арналған үйкеліс арқылы дәнекерлеудің жаңа тәсілі ұсынылады, ол дәнекерлеу сапасы, әмбебаптығы және жеңіл қол жетімділігі бойынша елеулі артықшылықтарға ие болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. [?][Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://okarkase.ru/strojmaterialy/soedinenie-armatury-svarkoj-vidy-preimushhestva-gost.html#vidy-soedineniya-armatury>
2. [?] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/343558/sposobyi-svarki-armaturyi>.
3. Сетков, В.И. Строительные конструкции [Текст]: Учебник. - 2-е изд., доп. и испр. / В.И. Сетков, Е.П. Сербии - М.: ИНФРА-М, 2005. - 448 с.
4. Цай, Т.Н. Строительные конструкции. Железобетонные конструкции [Текст]: Учебник. 3-е изд., стер. / Т.Н. Цай - СПб.: Издательство «Лань», 2012. - 464 с.
5. Мулин, Н.М. Стержневая арматура железобетонных конструкций. [Текст] / Н.М. Мулин - М.: Стройиздат, 1990. – 233 с.
6. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции [Текст]: Общий курс: Учебник для вузов. – 5-ое изд., и доп. / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.
7. Sherov, K.T. Matematical modeling of thermofrictional milling process using ANSYS WB software / K.T. Sherov, M.R. Sikhimbaev, A.K. Sherov, A.V. Mazdubay, A.K. Rakishev [et al.] // Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia, Vol. 47, No. 2(2017) pp.24-33.

8. Шеров, К.Т. Сварка трением – перспективная направления термофрикционной технологии обработки и соединения деталей (обзор-1) [Текст] / К.Т. Шеров, Г.А. Байжабагинова, Г. Гурба, К.И. Имашева [и др.] // Научные труды ЮКГУ им. М. Ауезова. - Шымкент: Изд-во «Нұрлы бейне», 2010. -№2(20).- С.96-103.
9. Шеров, К.Т. Сварка трением – перспективная направления термофрикционной технологии обработки и соединения деталей (обзор-2) [Текст] / К.Т. Шеров, Г. Гурба, К.И. Имашева, Н.А. Быкова // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина.- Астана: Изд-во КазАУ, 2010.-№4(66) – С. 133-138.
10. Шеров, К.Т. Инструмент для заварки отверстия в стальной детали [Текст] / К.Т. Шеров, В.Г. Боярский, М.М. Мусаев [и др.] // Инновационный патент №26582 РК на изобретение. 25.12.2012 г. Бюл. №12.
11. Шеров, К.Т. Фрикционный инструмент-стержень для заварки отверстий в стальной детали [Текст] / К.Т. Шеров [и др.] // Патент №2183 РК на полезный модель. 30.05.2017г. Бюл. №10.
12. Шеров, К.Т. Үйкеліспен дәнекерлеудің жаңа әдісін зерттеу құрылғысын жобалау [Текст] / К.Т. Шеров, Б.Б. Мұқыш, С.Ж. Жанұзақов // Труды международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №8), Часть 3. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2016. – С.149-151.
13. Шеров, К.Т. Устройство для сварки трением [Текст] / К.Т. Шеров, И.С. Бактыбай // Тезисы докладов Республиканской студенческой научной конференции «Вклад молодежной науки в реализацию Стратегии «Казахстан-2050», посвященной 120-летию К. Сатпаева и Году молодежи в РК. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2019. – С.652-653.
14. Есиркепова, А.Б. Использование мерных отходов арматуры в производстве железобетонных изделий [Текст] / А.Б. Есиркепова, К.Т. Шеров // Труды международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №11), Часть 4. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2019. – С.363-365.

Материал редакцияға 05.09.19 түсті.

А.Б. Есиркепова, К.Т. Шеров, И.С. Бактыбай

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

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ СОЕДИНЕНИЯ АРМАТУРНЫХ ПРУТКОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Авторы проводят исследование над созданием безотходной технологии использования арматурных прутков при изготовлений железобетонных изделий (ЖБИ). В данной статье приводятся результаты исследований существующих способов соединения арматурных стержней при изготовлении ЖБИ. Исследованы способы соединения: механические, внахлест, при помощи сварки. Выявлены их преимущества и недостатки. Также

исследованы способы сварки: контактная, ванная стыковка, контактная точечная, сварка трением. Были установлены следующие основные недостатки, присущие существующим способам соединения арматурных прутков: узость технологических возможностей, низкие качества и точность соединения, дороговизна технологического оборудования. Для устранения этих недостатков предлагается новый способ сварки трением для соединения арматурных прутков.

Ключевые слова: арматура, железобетон, отходы арматуры, контактная сварка, сварка внахлест, сварка трением

A.B. Yesirkepova, K.T. Sherov, I.S. Baktybai

Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan

RESEARCH OF WAYS OF CONNECTING REINFORCED BARS IN THE PRODUCTION OF REINFORCED CONCRETE PRODUCTS

The authors conduct research on the creation of non-waste technology for the use of reinforcing bars in the manufacture of reinforced concrete products (reinforced concrete). This article presents the results of a study of existing methods for connecting reinforcing bars in the manufacture of reinforced concrete. The connection methods were investigated: mechanical, lap welded. Their advantages and disadvantages are revealed. Welding methods have also been investigated: contact, bathroom docking, contact spot, friction welding. The following main disadvantages inherent in existing methods of connecting reinforcing bars were established: the narrowness of technological capabilities, low quality and accuracy of the connection, the high cost of technological equipment. To address these shortcomings, a new method of friction welding for connecting reinforcing bars is proposed.

Keywords: reinforcement, reinforced concrete, reinforcement waste, resistance welding, lap welding, friction welding.

Энергетика

УДК 621.311.2; 504.06

И.Н. Глушков¹, О.Н. Аргамонова², А.В. Михайлов³,
Я.В. Виньков⁴, А.К. Шальнов⁴

¹Канд. техн. наук, доцент, ²Канд. биол. наук, ст. преподаватель,
³Магистрант, ⁴Студент
Оренбургский государственный аграрный университет,
г. Оренбург, Российская Федерация
Электронная почта: ¹i-n-g2012@yandex.ru, ²mikhinao_13@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ НЕДОСТАТКИ ПЕРЕХОДА ОТ ТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ К АЛЬТЕРНАТИВНЫМ

В статье ставится задача рассмотреть экологические аспекты использования ТЭС и ТЭЦ. Большая часть электроэнергии, вырабатываемой в России, поступает от ТЭС и ТЭЦ. Но они оказывают огромное влияние на атмосферу, выбрасывая тонны загрязняющих веществ. Использование чистых источников электроэнергии необходимо для сохранения экологии. Одним из способов уменьшения влияния ТЭС и ТЭЦ является постепенная их замена на ВЭС и СЭС, которые не создают выбросов вредных веществ в атмосферу. Также, замена мазута на другие, более экологичные, виды топлива поможет сократить количество вредных веществ, выбрасываемых в воздух.

Ключевые слова: ТЭС, ТЭЦ, СЭС, ВЭС, чистые источники энергии, выбросы вредных веществ в атмосферу.

В системе электроснабжения Оренбургской области наиболее распространены тепловые электростанции. По данным системного оператора единой электроэнергетической системы России, они вырабатывают 99,3% от общей электроэнергии. Однако использование традиционных источников энергии оказывает пагубное воздействие на окружающую среду. Вследствие этого возникает потребность в других способах производства электроэнергии, которые оказывали бы минимальное воздействие на окружающую среду. Оренбуржье, в следствии климатических особенностей, является регионом с благоприятными условиям для функционирования альтернативных источников электроэнергии, таких как: солнечные и ветряные электростанции.

Для того, чтобы понять преимущества и недостатки использования всех выше перечисленных источников энергии, следует обратиться к статистике.

По данным министерства энергетики Оренбургской области, суммарная мощность тепловых электростанций составляет 3700 МВт в час. Рассмотрим Сакмарскую ТЭЦ, которая имеет установленную мощность, равную 445 МВт в час, является источником электроэнергии и теплоснабжения многих объектов. Валовые выбросы загрязняющих веществ данного предприятия составляют 7752,108 тонн/год. Доля загрязняющих

веществ от общего выброса: диоксид серы – 46 %, оксид углерода – 31 %, диоксид азота – 19 %, оксид азота – 3 % и углеводороды – 0,15 % [1].

Наиболее распространённые экологичные источники электроэнергии в области – солнечные (СЭС) и ветряные (ВЭС) электростанции, но выработка электроэнергии на этих объектах не постоянна и зависит от погодных условий [5]. Суммарная мощность всех этих электростанций, по данным за 2018 год, составляет 198,125 МВт в час. При всём этом, данные объекты не создают выбросов вредных веществ в процессе выработки электроэнергии. Сорочинская СЭС мощностью 60 МВт в час является самым мощным объектом фотовольтаики, построенным в России. Станция занимает площадь в 120 гектаров, где размещено более 200000 фотоэлементов [2].

На основании изложенных выше данных о загрязнении атмосферы приведена диаграмма (рис. 1).

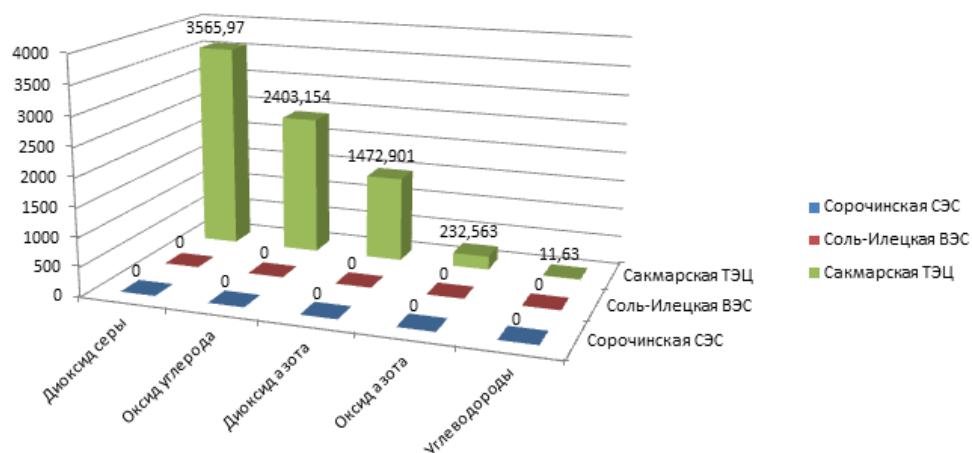


Рис. 1. Выброс вредных веществ в атмосферу (тонн в год)

Из приведённых данных видно, что суммарная мощность всех СЭС и ВЭС области более чем в 2 раза меньше мощности одной ТЭЦ. Но, при всём этом, они не создают выбросов вредных веществ в атмосферу.

Рассмотрим возможность полного перехода Оренбургской области на альтернативные источники энергии. Чтобы заменить классическое производство энергии на экологически чистое, нужно увеличить мощность, вырабатываемую СЭС и ВЭС почти в 19 раз [4]. Для этого должно быть построено 62 станции, идентичных по мощностям Сорочинской. Так же, важным условием является большое количество солнечных дней ежегодно.

Немаловажной проблемой является выработка тепловой энергии. Побочным продуктом работы ТЭС является тепловая энергия, которая используется для удовлетворения потребностей предприятия или части населённого пункта [3]. Отказ от их использования, создаст потребность в создании новых источников тепловой энергии.

Исходя из вышесказанного, полностью исключить ТЭС из системы энергоснабжения не получится – если возможность компенсации их мощностей ещё можно предположить в обозримом будущем, то рассматривать существующие альтернативные источники в качестве основных производителей тепловой энергии не представляется возможным.

Соответственно, в данном вопросе более актуальной и реалистичной является задача только увеличения доли СЭС и ВЭС, а также замена мазута, применяемого на ТЭС, более экологичными видами топлива.

Исследования, проведенные на газомазутных котлах, показали, что сжигание мазута с предельно низкими избытками воздуха близких к стехиометрическим концентрациям, позволяет повысить экономичность котловых агрегатов и снизить выброс в атмосферу оксидов азота.

Сжигание гидростабилизированного топлива (водомазутных эмульсий) обводненностью до 20% приводит к снижению уровня температур в зоне максимальной генерации оксидов азота и, следовательно, к значительному (до 80%) снижению их концентрации в дымовых газах.

Сжигание гидростабилизированного топлива обводненностью 15-20% позволяет достигнуть низких концентраций оксидов азота в составе дымовых газов, отвечающих современным экологическим требованиям, и повысить экономичность котловых агрегатов. На основании рассматриваемых данных составлена диаграмма, показывающая разницу концентрации загрязняющих веществ при сжигании топлива (рис. 2).

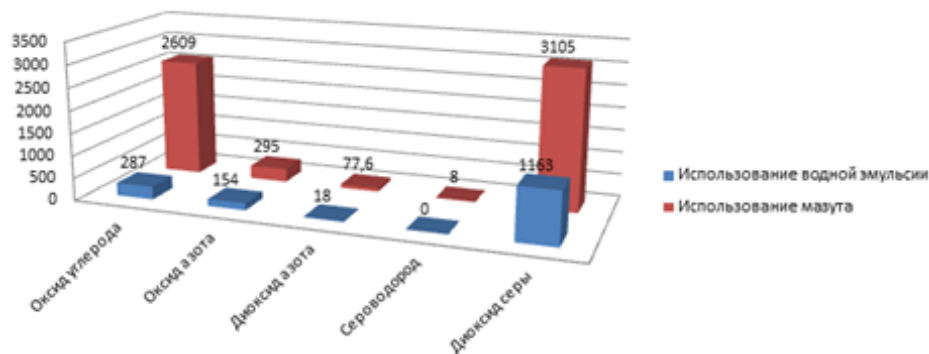


Рис. 2. Концентрация загрязняющих веществ в выбросах при сжигании топлива (мг/м³)

На основании изложенного выше можно сделать вывод, что переход на экологически чистые источники энергии и отказ от ТЭЦ и ТЭС необходимы, но неэффективны в наше время. Для того, чтобы это сделать, нужно увеличить КПД агрегатов и установок, вырабатывающих энергию из природных источников, на что может уйти не одно десятилетие. Другой проблемой реализации, появляющейся из-за малых КПД этих агрегатов, является большая требуемая площадь для построек работающих на экологических источниках энергии установок. Также и территориальные особенности – невозможность использовать станций, работающих на экологических источниках энергии во всех регионах страны – создают сложности для полного отказа от использования ТЭЦ и ТЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарицкая, М.Ю. Оценка экологического состояния территории Сакмарской ТЭЦ [Текст] / М.Ю. Гарицкая, О.Н. Нечитайло. – Оренбург: ОГУ, 2005.
2. Семёнов, Е.А. Электроэнергетика Оренбургской области [Текст] / Е.А. Семёнов, Т.И. Герасименко, Р.Ш. Ахметов. - Оренбург, 2016.

3. Глушков, И.Н. Повышение эффективности электроснабжения сельского хозяйства населенного пункта в Оренбургской области [Текст] / И.Н. Глушков, С.С. Пашинин // Материалы международной научно-практической конференции «Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов и технологических систем». – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2018. – С. 63-69.
4. Рахимжанова, И.А. Применение альтернативных источников энергии для систем электроснабжения в АПК [Текст] / И.А. Рахимжанова, В.В. Попов, А.А. Алексеева, В.В. Кононец // Материалы международной научно-практической конференции «Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК». – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2017. – С. 203-206.
5. Петько, В.Г. К обоснованию способа оптимизации разгрузки ветрогенератора [Текст] / В.Г. Петько, А.С. Петров // Материалы международной научно-практической конференции «Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК». – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2013. – С. 90-95.

Материал поступил в редакцию 15.07.19.

**И.Н. Глушков, О.Н. Артамонова, А.В. Михайлов,
Я.В. Виньков, А.К. Шальнов**

Орынбор мемлекеттік аграрлық университет, Орынбор қ., Ресей Федерациясы

ДӘСТҮРЛІ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІНЕН БАЛАМАЛЫ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІНЕ ӨТУДІҢ КЕЛЕШЕГІ МЕН ТӘЖІРИБЕЛІК КЕМШІЛКТЕРІ

Мақалада жылу электр станциялары мен жылу электр орталықтарын пайдаланудың экологиялық аспектілерін қарастыру міндеті қойылған. Ресейде өндірілетін электр энергиясының көп бөлігі жылу электр станцияларынан және жылу электр орталықтарынан келіп түседі. Бірақ олар лаस्ताушы заттардың тоннасын тастай отырып, атмосфераға үлкен әсер етеді. Электр энергиясының таза көздерін пайдалану экологияны сақтау үшін қажет. Жылу электр станциялары мен жылу электр орталықтарының әсерін азайту тәсілдерінің бірі оларды жел және күн электр станцияларына біртіндеп ауыстыру болып табылады. Сонымен қатар, мазутты басқа, экологиялық жағынан ауыстыру, отын түрлері ауаға шығарылатын зиянды заттардың санын азайтуға көмектеседі.

Тірек сөздер: ЖЭС, ЖЭО, күн электр станциясы, жел электр станциясы, таза энергия көздері, зиянды заттардың атмосфераға тасталуы.

**I.N. Glushkov, O.N. Artamonova, A.V. Mikhailov,
Ya, V. Vinkov, A.K. Shalnov**

Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

**PROSPECTS AND PRACTICAL DISADVANTAGES OF TRANSITION
FROM TRADITIONAL ENERGY SOURCES TO ALTERNATIVE**

The article aims to consider the environmental aspects of the use of thermal power plants and CHP. A large part of the electricity generated in Russia comes from thermal power plants and CHP. But they have a huge impact on the atmosphere, throwing tons of pollutants. The use of clean energy sources is necessary to preserve the environment. One of the ways to reduce the impact of thermal power plants and CHP is their gradual replacement by WPP and SES, which do not create emissions of harmful substances into the atmosphere. Also, the replacement of fuel oil with other, more environmentally friendly, fuels will help to reduce the amount of harmful substances emitted into the air.

Keywords: TPP, CHP, WPP, SES, clean energy sources, harmful substances into the atmosphere.

Мелиоративные технологии

ӘОЖ 631.67

А.О. Жатқанбаева¹, Д.И. Юлдашева²

¹PhD дәрісі, доцент м.а., ²Магистрант

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан
Электрондық пошта: ¹ainur_779@mail.ru, ²dinoka_11@list.ru

ТАМШЫЛАТЫП СУҒАРУ КЕЗІНДЕ ТОПЫРАҚТА ҚАЛЫПТАСАТЫН ЫЛҒАЛДАНУ КОНТУРЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Мақалада әртүрлі факторларға байланысты көкөніс дақылдарын тамшылатып суғару кезінде топырақта қалыптасатын ылғалдану контурының ерекшеліктері жайлы ғылыми-зерттеу жұмысының нәтижелері келтірілген. Ауылшаруашылық дақылдарын себу (отырғызу) схемасына байланысты топырақта әртүрлі пішінде ылғалдану контурының қалыптасу ерекшеліктері келтірілген.

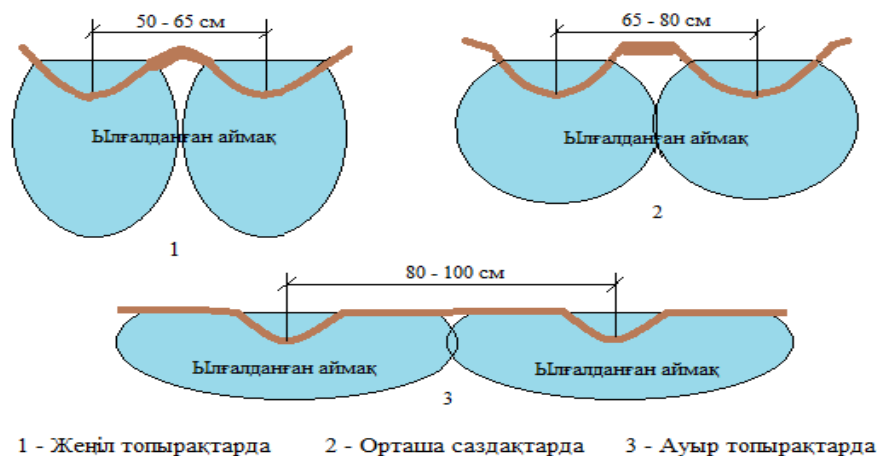
Тірек сөздер: тамшылатып суғару тәсілі, тамшылатқы, топырақтың ылғалдану контуры, жүйектеп суғару, ылғалдандыру тереңдігі.

Кіріспе. Қазіргі уақытта әлемде тамшылатып суғару тәсілі арқылы суғарылатын суғармалы жердің ауданы жыл өткен сайын ұлғайып келеді. Оның ішінде суғармалы жердің көп бөлігі ауылшаруашылық саласының иелігінде. Мысалы, Израилде тамшылатып суғару тәсілімен тек ауылшаруашылық дақылдары ғана емес, сонымен қатар басқада өсімдіктер кеңінен суғарылуда. Онда жол жиегінде және қала ішін безендіруде өсірілетін ағаштар мен гүлдер осы аталған суғару тәсілімен суғарылады. Тамшылатып суғару тәсілінің және тамшылатып суғару жүйелерінің артықшылықтары мен кемшіліктері бойынша әлі күнге дейін зерттеу жұмыстары жүргізіліп келеді.

Тамшылатып суғару тәсілімен және тамшылатып суғару жүйесін жасаумен көптеген шетелдік және отандық ғалымдар айналысып келеді. Ондай ғалымдардың қатарына біздің елімізден О.З. Зубаиров, А.А. Таттибаев, Х.А. Таттибаев, А.А. Калашников, В.А. Жарков, Д.А. Першуков, Т.С. Гричаная және т.б., Ресей Федерациясынан М.Ю. Храбров, В.В. Бородычев, А.А. Мартынова, А.Н. Рыжаков, В.Н. Шкура, А.Д. Ахмедов, А.А. Темерев, Е.Ю. Галиуллина және т.б., Қырғызстаннан А.О. Налойченко, А.Ж. Атаканов, Н.И. Иванова және т.б., Тәжікстаннан Н.К. Нурматов, Т. Сайфуллаев, Я.Э. Пулатов, Б. Ёрова және т.б. ғалымдарды атап айтуға болады.

Қазіргі уақытта ауылшаруашылық дақылдары әртүрлі техникамен және тәсілдермен суғарылады. Суғару түрінің ең қарапайым және жақсы жетілдірілген түріне – жүйектеп суғару тәсілі жатады. Ауылшаруашылық дақылдарының түріне (олардың морфологиялық және биологиялық ерекшеліктеріне байланысты) және жер бедеріне байланысты суғару техникасымен тәсілі таңдап алынады. Мысалы, күріш дақылы чектеп

суғарылса, дәнді және көпжылдық дақылдар тақталап, техникалық және көкөніс дақылдары жүйектеп суғарылады. Көптеген ғалымдар жүйектеп суғару тәсілін зерттеу кезінде топырақтың түріне байланысты топырақта қалыптасатын топырақтың ылғалдану контурларын анықтаған. Солардың ішінде отандық С.И. Исабай [1] және т.б. ғалымдардың мәліметі бойынша жүйектеп суғару тәсілінде топырақта қалыптасатын ылғалдану контурлары ұсынылған. Мұнда топырақтың түріне байланысты топырақта қалыптасатын ылғалдану контурлары әртүрлі формада болатындығы келтірілген (1-сурет).



Сурет 1. Жүйектеп суғару кезінде қалыптасатын топырақтың ылғалдану контурлары

Кез-келген суғару тәсілінде топырақтың төменгі қабатында әртүрлі формада ылғалдану контурының қалыптасатындығы белгілі. Келесі ретте ауылшаруашылық дақылдарын тамшылатып суғару тәсілінде топырақта әртүрлі көрсеткіштерге байланысты қалыптасатын ылғалдану контурының ерекшеліктеріне тоқталсақ. Ондай көрсеткіштерге жататындар:

1. Топырақтың түріне байланысты тамшылатып суғару тәсілінде топырақтарда қалыптасатын ылғалдану контурлары.

2. Тамшылатқыштың санына байланысты топырақтарда қалыптасатын ылғалдану контурлары.

3. Көшеттерді қатарлап отырғызу схемасында қалыптасатын топырақ бетінің ылғалдану контуры.

4. Көшеттерді қатарлап отырғызу схемасында топырақтың есепті қабатында (h) қалыптасатын топырақтың ылғалдану контурлары.

5. Ленталы отырғызу схемасында қалыптасатын топырақ бетінің ылғалдану контуры (тығыз отырғызылған жағдайда).

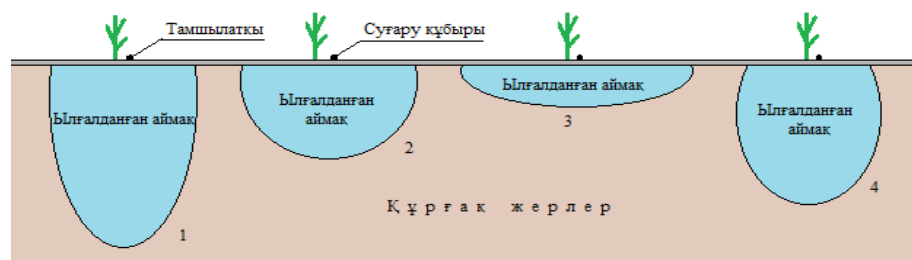
6. Ленталы отырғызу схемасында қалыптасатын топырақ бетінің ылғалдану контуры (кең отырғызылған жағдайда).

7. Ленталы отырғызу схемасында топырақтың есепті қабатында (h) қалыптасатын топырақтың ылғалдану контуры.

Топырақтың түріне байланысты тамшылатып суғару тәсілінде топырақтарда қалыптасатын ылғалдану контурлары әртүрлі формада болатындығы көптеген ғалымдардың ғылыми еңбектерінде келтірілген.

Тамшылатып суғару тәсілінде топырақта қалыптасатын ылғалдану контурлары сопақша, дөңгелек, цилиндр және тамшы тәріздес пішіндерде

қалыптасады. Мысалы, құмды, тасты топырақтарда топырақта қалыптасқан ылғалдану контуры жіңішке, ұзынша, сопақша болып қалыптасса, ал қара және сұр топырақтарда дөңгелек, сопақшалау, батпақты, ауыр топырақтарда топырақтың беткі қабатына жақын жайылып ұзындығы бойынша сопақша болып қалыптасады (2-сурет).

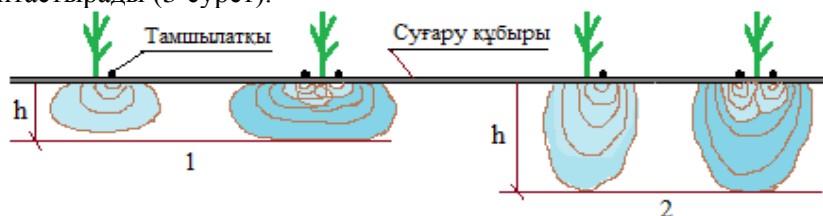


1 - құмды, тасты топырақтарда; 2 - қара топырақтарда; 3 - батпақты топырақтарда; 4 - сұр топырақтарда

Сурет 2. Тамшылатып суғару тәсілінде топырақтарда қалыптасатын ылғалдану контурлары

Ауылшаруашылық дақылдарын тамшылатып суғару тәсілінде тамшылатқыштардың санын, олардың ара-қашықтығын дұрыс белгілеу маңызды роль атқарады. Тамшылатқыштың саны дақылды себу немесе отырғызу схемасына, тамшылатқыштың су өтіміне, дақылдың жасына, түріне байланысты белгілеу ұсынылады. Мысалы, Жамбыл облысының механикалық құрамы орташа сұр топырақтарда жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмысының нәтижесінде 70×30 см схемасында отырғызылған қызанақ дақылының әрбір өсімдік түбіне 1 дана тамшылатқыштан орналастыру жеткілікті екендігі анықталды. Әрбір өсімдік түбіне 1 дана тамшылатқыш орналастыру нәтижесінде топырақтың 50 см тереңдігі 190 минутта ылғалданса, ал 2 дана орналастыру нұсқасында осы қабат 140 минутта ылғалданған [2]. Зерттеу нәтижесінде топырақтың есепті қабатында қалыптасқан ылғалдану контурының пішіні екі нұсқада бірдей қалыптасқан, яғни, бір өсімдік түбіне 2 дана тамшылатқыш орналастыру нәтижесінде топырақтың есепті қабатын ылғалдандырудың ұзақтығы қысқарақ болатындығы анықталып отыр.

Бір өсімдік түбіне 2 дана тамшылатқыш орналастыру нәтижесінде суғарудың алғашқы минуттарында екі ылғалдану контуры қалыптасады. Кейін уақыт (топырақтың механикалық құрамына байланысты 1-1,5 сағатта) өте келе аталған екі ылғалдану контуры қосылып, үлкен ылғалдану контурын қалыптастырады (3-сурет).



1 - Ауыр топырақтарда 2 - Жеңіл, орташа топырақтарда

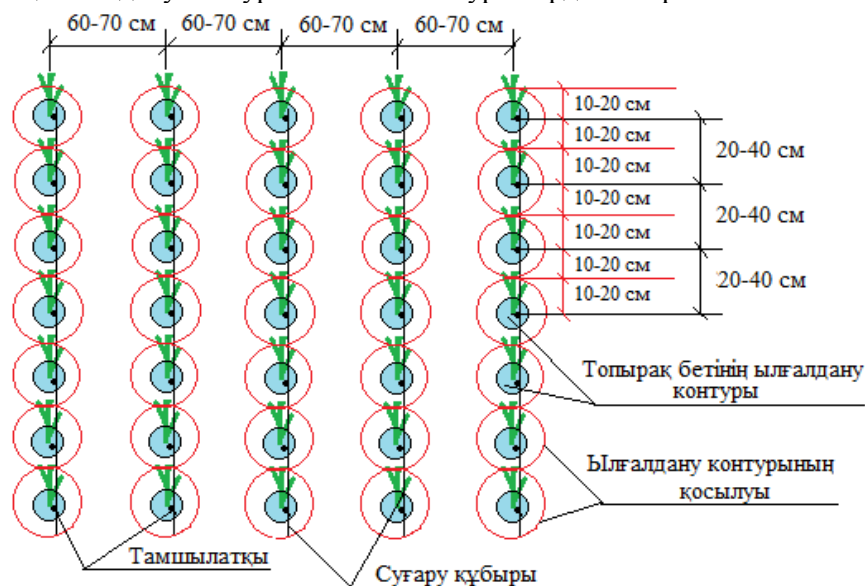
Сурет 3. Тамшылатқыштың санына байланысты топырақтарда қалыптасатын ылғалдану контурлары

Көптеген ауылшаруашылық дақылдары тар немесе кең қатарлап себу (отырғызу) схемасымен өсіріледі. Мұндай себу (отырғызу) схемасы келесідей

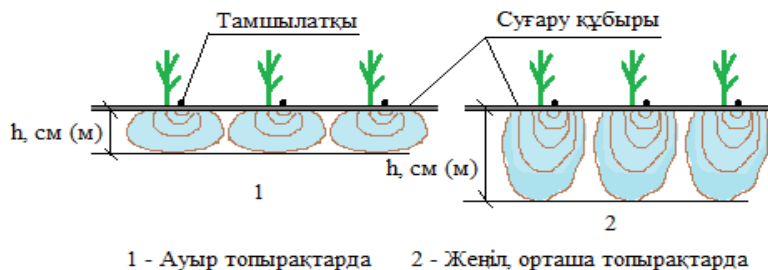
дақылдарға қолданылады: қызанақ, бұрыш, баклажан, капуста, қауын, қарбыз, асқабақ, картоп, бұлдірген және т.б. Аталған дақылдарды тамшылатып суғару тәсілімен суғару тек біздің елімізде ғана емес сонымен қатар, жақын және алыс шетелдерде кеңінен қолданылуда [3-5].

Алматы облысының жабынды күңгірт-қарақоңыр, орташа құмбалшықты топырағында қызынақ, тәтті бұрыш және баялды дақылдарын тамшылатып суғару тәсілімен өсіруге жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмысының нәтижесінде топырақ бетінің ылғалдану диаметрі 1 сағатта 20,4-21,9 см, 2 сағатта 28,4-30,6 см-ге, тереңдігі 2 сағ. - 26,5-28,1 см жеткен [6]. Ал, Жамбыл облысының механикалық құрамы орташа сұр топырақтарында қызанақ дақылын тамшылатып суғару тәсілімен өсіруге жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмысының нәтижесінде топырақ бетінің ылғалдану диаметрі зерттеу жылдары бойынша орташа 190 минутта 28-31 см-ге жеткендігі анықталған [7]. Екі жағдайда да көкөніс дақылдарының көшеттері қатарлап отырғызу схемасымен отырғызылған (70-30×40 см).

Көшеттерді қатарлап отырғызу схемасында қалыптасатын топырақ бетінің ылғалдану контуры 4-ші және 5-суреттерде келтірілген.



Сурет 4. Көшеттерді қатарлап отырғызу схемасында қалыптасатын топырақ бетінің ылғалдану контуры



1 - Ауыр топырақтарда 2 - Жеңіл, орташа топырақтарда

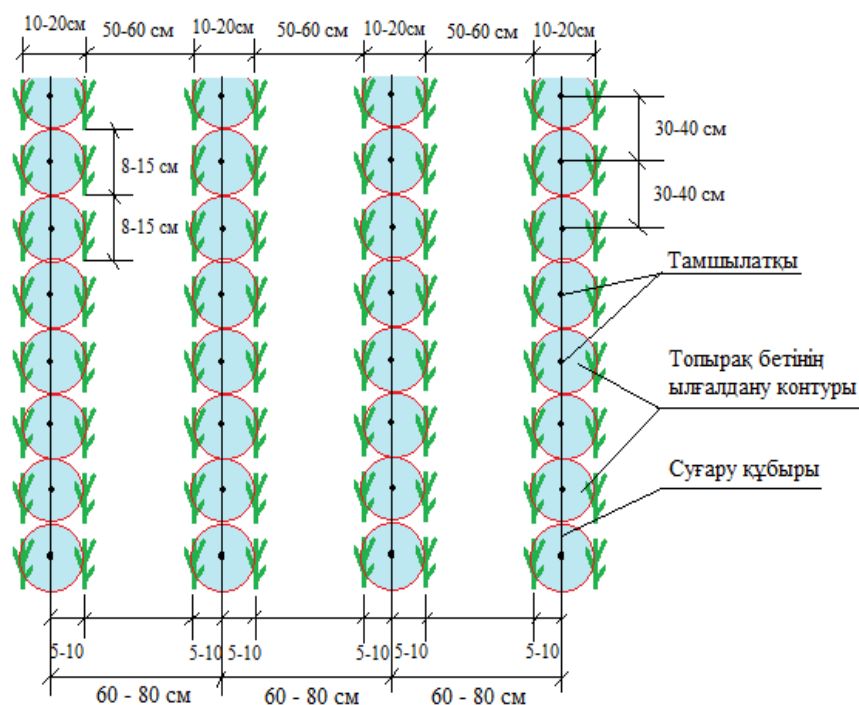
Сурет 5. Көшеттерді қатарлап отырғызу схемасында топырақтың есепті қабатында (h) қалыптасатын топырақтың ылғалдану контурлары

Ленталы себу схемасымен келесідей дақылдар өсіріледі: пияз, сәбіз, асханалық қызылша, шалғам, шалқан, шомыр, жапырақтылар, техникалық, малазықтық және т.б. дақылдар.

Қазіргі уақытта елімізде және шетелдерде тамшылатып суғару тәсілімен пияз, сәбіз және асханалық қызылша дақылдары кеңінен өсірілуде [8-10].

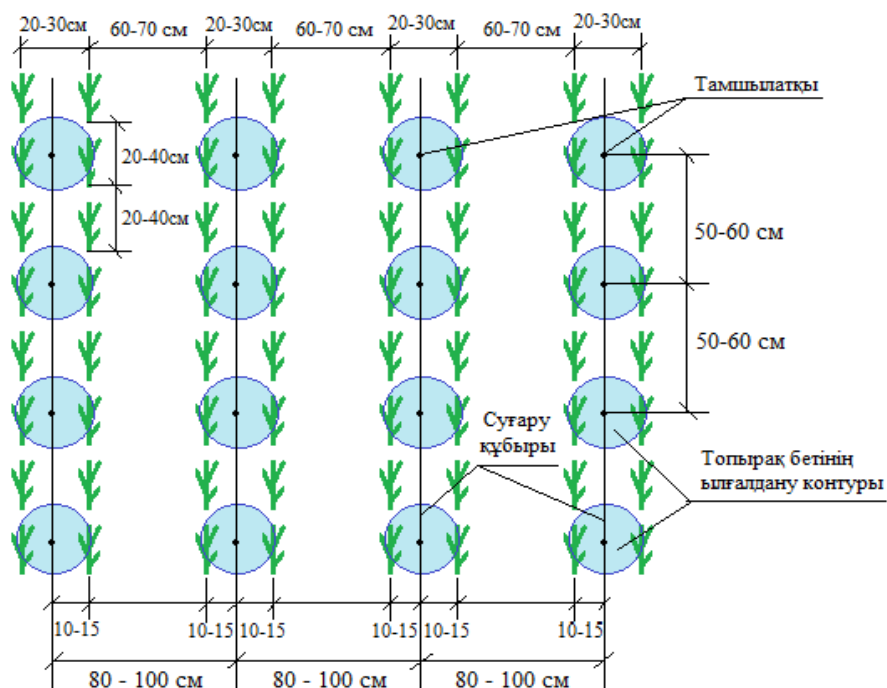
Ресей Федерациясының ғалымдары В.В. Бородычев, А.А. Мартынова және Т.В.Сердюковалар [11] асханалық сәбіз дақылын тамшылатып суғару тәсілімен өсіру кезінде ленталар арасындағы негізгі суғару құбырының ара қашықтығын 0,4 м (40 см) етіп қабылдаған. Асханалық сәбіз дақылын суғару үшін грекиялық фирманың «Eugodrip» тамшылатып суғару жүйесін қолданған. Нәтижесінде асханалық сәбіз дақылынан зерттеу жылдары бойынша орташа 64,5-79,4 т/га өнім алған.

Дақылдарды ленталы себу схемасымен себу кезінде дақылдың түрін, оның биологиялық және морфологиялық ерекшеліктерін ескерген жөн. Ленталы себу схемасында суғару құбырының екі жақ бетіне дақыл тұқымы бір немесе екі қатарлармен себіледі. Қатарішінде орналасқан өсімдіктер арасы әдетте 8-15 см шамасында қабылданған дұрыс нәтиже береді. Бір лентадағы қатарлар арасы 10-20 см, қабылданған ленталар арасы 50-60 см. Осындай себу схемасы қабылданған жағдайда суғару құбырының бойына орналастырылатын тамшылатқыштардың арасы 30-40 см болса, ал негізгі суғару құбырларының ара қашықтығы 60-80 см-ді құрайды. Мұндай жағдайда топырақ бетінің ылғалдану контурының қосылуы механикалық құрамы ауыр, орташа топырақтарда орта есеппен алғанда 2-2,5 сағатта байқалады (6-сурет).



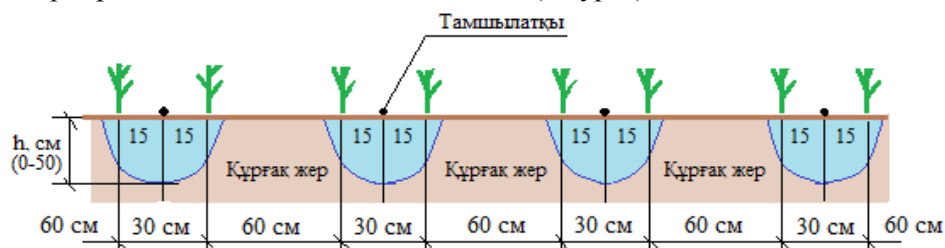
Сурет 6. Ленталы себу схемасында қалыптасатын топырақ бетінің ылғалдану контуры (тығыз отырғызылған жағдайда)

Ал, кең қатарлы себу схемасында топырақ бетінің ылғалдану контурының қосылуы байқалмайды. Аталған себу схемасында суғару құбырының бойында орналасатын тамшылатқыштардың ара қашықтығы 50-60 см, суғару құбырларының ара қашықтығы 80-100 см арасында қабылданады (7-сурет).



Сурет 7. Ленталы себу схемасында қалыптасатын топырақ бетінің ылғалдану контуры (кең отырғызылған жағдайда)

Ленталы себу схемасында топырақтың есепті қабатында қалыптасатын топырақтың ылғалдану контуры бірден екі қатарда орналасқан өсімдіктердің тамыр жүйесін ылғалмен қамтамасыз етеді (8-сурет).



Сурет 8. Ленталы себу схемасында топырақтың есепті қабатында (h) қалыптасатын топырақтың ылғалдану контуры

Қорытынды. Тамшылатып суғару тәсілімен ауылшаруашылық дақылдарын суғару кезінде топырақтың есепті қабатында қалыптасатын топырақтың ылғалдану контуры топырақтың түріне, әр өсімдік түбіне орналастырылатын тамшылатқыштың санына, суғару уақытының ұзақтығына, дақылды себу/отырғызу схемасының түріне, топырақтың есепті

кабатын ылғалдандыру тереңдігіне байланысты сопақша, дөңгелек, табақша тәрізді пішінде қалыптасады.

Су ресурсын үнемдеу және өсімдіктің ылғалды тиімді пайдалануын қамтамасыз ету мақсатында топырақтың есепті қабатын ғана қажетті ылғалмен қамтамасыз ету қажет (өсімдік тамыры орналасқан жерді ғана ылғалмен қамтамасыз ету).

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Исабай, С.И. Суғару мелиорациялары [Мәтін] / С.И. Исабай, Ж.С. Мұстафаев, Қ.Қ. Мұсабеков, Н.Б. Ізбасов, Ә.Т. Қозыкеева, Д.М. Нұрабаев. – Тараз, 2013. – 416 б.
2. Козыкеева, А.Т. Қызанақ дақылдың төменқымды тамшылатқышпен суғару режимі және дақылдың супайдалану жиынтығы [Мәтін] / А.Т. Козыкеева, А.К. Есмурзаева, А.О. Жатқанбаева // С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің Ғылым жаршысы. – 2016. – №3(90). – Б.51-60.
3. Гуренко, В.М. Особенности режимов капельного орошения и фертигации земляники в условиях континентального климата нижней Волги [Текст] / В.М. Гуренко, М.В. Шишлянников // Костяковские чтения. Мелиорация и проблемы восстановления сельского хозяйства в России. Материалы международной конференции. – Москва, 2013. – С. 145-150.
4. Комаров, В.Н. Применение технологических приемов возделывания томата при капельном орошении [Текст] / В.Н. Комаров, Н.Н. Киселев, А.И.Воронцова // Костяковские чтения. Мелиорация и проблемы восстановления сельского хозяйства в России. Материалы международной конференции. – Москва, 2013. – С. 163-166.
5. Соколов, Ю.В. К вопросу о поливе арбуза капельным орошением [Текст] / Ю.В. Соколов, И.М. Соколова, В.Н.Лаптев // Костяковские чтения. Мелиорация и проблемы восстановления сельского хозяйства в России. Материалы международной конференции. – Москва, 2013. – С. 227-233.
6. Рахымжанов, Б.С. Қазақстанның оңтүстік-шығысында көкөніс дақылдарын тамшылатып суарудың агроэкономикалық және экологиялық тиімділігі [Мәтін] / Философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация. Қолжазба құқығында. - Алматы, 2015. – 113 б.
7. Жатқанбаева, А.О. Қазақстанның құрғақ аймақтары жағдайында тамшылатып суғару жүйесін жетілдірудің техникалық шешімдерін негіздеу [Текст] / Философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация. Қолжазба құқығында. - Тараз, 2018. – 172 б.
8. Калашников, А.А. Водосберегающая технология возделывания лука при капельном орошении (рекомендации) [Текст] / А.А. Калашников, [и др.]. - Тараз, 2012. – 44 с.
9. Калашников, А.А. Водосберегающая технология возделывания моркови при капельном орошении (рекомендации) [Текст] / А.А. Калашников, [и др.]. - Тараз, 2013. – 40 с.

10. Калашников, А.А. Водосберегающая технология возделывания столовой свеклы при капельном орошении (рекомендации) [Текст] / А.А. Калашников, [и др.]. - Тараз, 2014. – 36 с.
11. Бородычев, В.В. Эффективные сочетания урожаеобразующих факторов при капельном орошении столовой моркови [Текст] / В.В. Бородычев, А.А. Мартынова, Т.В. Сердюкова // Костяковские чтения. Мелиорация и проблемы восстановления сельского хозяйства в России. Материалы международной конференции. – Москва, 2013. – С. 132-137.

Материал редакцияга 21.05.19 түсті.

А.О. Жатканбаева, Д.И. Юлдашева

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

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТУРА УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

В статье представлены результаты исследования по формированию контура увлажнения почвы при капельном орошении различных овощных культур. Описаны особенности формирования контура увлажнения различных культур в зависимости от формы и схемы посева сельскохозяйственных культур, что позволяет сэкономить водные ресурсы в сельском хозяйстве на значительном уровне.

Ключевые слова: капельное орошение, капельница, контур увлажнения почвы, полив по бороздам, глубина увлажнения.

A.O. Zhatkanbaeva, D.I. Yuldashev

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

FEATURES OF FORMING THE CIRCUIT OF SOIL HUMIDIFICATION UNDER DROP IRRIGATION

The article presents the results of a study on the formation of the contour of soil moisture during drip irrigation of various vegetable crops. The features of the formation of the humidification contour of various crops are described depending on the form and pattern of sowing crops, which allows to save water resources in agriculture at a significant level.

Keywords: drip irrigation, dropper, soil moisture circuit, furrow irrigation, depth of moisture.

Экология

УДК 577.4:621.928.9

М.Е. Кусмухамбетов¹, А.М. Байтуреев²

¹Канд. техн. наук, доцент, ²Канд. техн. наук, профессор
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан
Электронная почта: ¹kusmukhambetov73@mail.ru, ²bam150348@mail.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЫЛИ
НА ТФ ТОО «КАЗФОСФАТ» (НДФЗ)**

Установлено, что физико-химические свойства пыли зависят, главным образом, от дисперсного и химического состава. К основным физико-химическим свойствам пыли, влияющим на выбор способа пылеулавливания, относятся размер частиц, плотность, слипаемость, гиперсложность, смешиваемость, способность к вязкости или охватыванию, образивность и удельное электрическое сопротивление.

Ключевые слова: размер частиц, плотность, слипаемость, вязкость.

Согласно ГОСТ 17.2.1.04-77 «Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы», «Термины и определения» промышленной пылью называется пыль, входящая в состав промышленного выброса. Последний, в свою очередь, подразделяется на организованный и неорганизованный. Промышленный выброс, поступающий в атмосферу через специальное сооружение газохода, воздуховода и трубопровода называется организованным. Промышленный выброс, поступающий в атмосферу в виде ненаправленных источников газа, в результате нарушения герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы по отсосу газа в источниках загрязнения или хранения продукта, называются неорганизованными выбросами [1-3].

В работе рассматривается пыль, получаемая в результате механической переработки, перемещения материалов (дробления, сушки, тонкого измельчения, обжига, помола и т.д.), во время которой она приобретает по сравнению с природным веществом новые специфические свойства. Наиболее полная классификация пылей приводится в литературе [4-5].

Физико-химические свойства пыли зависят, главным образом, от дисперсного и химического состава. К основным физико-химическим свойствам пыли, влияющим на выбор способа пылеулавливания, относятся размер частиц, плотность, слипаемость, гиперсложность, смешиваемость, способность к вязкости или охватыванию, образивность и удельное электрическое сопротивление.

В большинстве случаев пыль состоит из частиц неправильной геометрической формы. Поэтому размер частиц δ принято выражать ее диаметром, что верно для частиц, имеющих форму шара. Размер частиц неправильной формы выражается через эквивалентный диаметр $\delta_{\text{э}}$. Применяются следующие понятия эквивалентного диаметра [6]:

1) Если диаметр круга, площадь которого одинакова с площадью проекции частицы; такой диаметр может быть определен по данным измерения частицы под микроскопом;

2) Диаметр шара, объем которого равен объему частицы;

3) Диаметр шара, скорость оседания и плотность которого соответственно равна скорости оседания и плотности частиц несферической формы, диаметр частиц.

В технике пылеуловителя встречаются также следующие обозначения т.н. седиментационный диаметр частиц пыли [6]:

1. δ_{50} – медиана распределения или диаметр частиц, при котором величины прохода и остатке в интегральной функции распределения равны между собой и которая из них составляет 50%.

Проходом $D(\%)$ называются все доли анализируемой навески пыли и измельченного материала, частицы которого меньше или равны эквивалентному диаметру частицы, выраженной в процентах от доли всей навески.

Остаток $R(\%)$ – все доли анализируемой навески пыли или измельченного материала, частицы которой больше или равны эквиваленту диаметра частицы, выраженной в процентах от всей доли навески.

2. $\delta_{15,9}$, $\delta_{84,1}$ – диаметр частиц, которым на график интегральной функции распределения соответствует величина прохода $D = 15,9\%$ и $84,1\%$. Данная разновидность диаметров позволяет определить стандартные отклонения логарифмически нормального распределения $Lg\sigma$, которое характеризует дисперсию, а также угол наклона прямой линии, представляющий собой график интегральной функции распределения, построенной в логарифмически-вероятных координатах. Число σ находится по графику из следующих отношений:

$$\sigma = \frac{\delta_{84,1}}{\delta_{50}} = \frac{\delta_{50}}{\delta_{15,9}}. \quad (1)$$

Скорость движения частицы вычисляется по формуле Стокса, но так как она действительна лишь для шаровидной частицы, то в нее вводится поправка на коэффициент формы K_{ϕ} :

$$V_4 = F_4/3 \Pi \mu_r d_3 K_{\phi}, \quad (2)$$

где: F_4 - сила, действующая на частицу, Н; μ_r - динамический коэффициент газа, Па с; d_3 - эквивалентный размер частицы, м.

Точные значения K_{ϕ} получить трудно, поэтому следует пользоваться приближенными значениями [7-9]. Коэффициент формы для интересующих нас частиц лежит в пределах 1-3 [10].

Из выше изложенного вытекает два важных для проектирования вывода. Во-первых, необходимо знать морфологию частиц. Это позволит оценить хотя бы приблизительно значение K_{ϕ} и снизить вероятность неточностей, допускаемых при расчете процессов связанных с движением частиц в газовой среде.

Во-вторых, при анализе исходных данных следует выяснить, каким образом определена величина, обычно называемая «диаметр частицы». Наиболее достоверны седиментационные и гидроаэродинамические методы, поскольку при использовании K_{ϕ} определяется неявно. Седиментационный метод основывается на том, что диаметр δ определяется по измеренной скорости оседания дисперсной фазы под влиянием внешних сил в дисперсной среде, находящейся в спокойном состоянии. В отличие от седиментометрических методов в динамических методах среда, в период анализа, находится в постоянном движении. Что касается рассева пыли на ситах, то он даст не диаметр частиц, а размер ячеек, через которые они прошли. Поэтому при использовании данных ситового анализа учет морфологии и K_{ϕ} обязателен.

Дисперсный состав пыли показывает, какую долю по массе составляют частицы различных фракций. Фракцией пыли называют, выраженную в процентах долю массы частиц, размеры которых находятся в интервале значений, принятых в качестве нижнего и верхнего пределов.

Дисперсный состав является одной из важнейших характеристик тонкоизмельченных материалов, определяющих их физико-химические качества и область практического применения. В нашей стране и за рубежом разрабатываются методы и приборы, которые характеризуют дисперсный состав [11-12] достаточно точно.

Размеры частиц промышленных пылей формируются под действием множества факторов, влияние каждого из которых не может быть точно учтено. В этом случае вступают в силу законы вероятности. Наиболее характерен закон нормального распределение Гаусса [13], который математически выражается через интеграл вероятности.

$$m(d)=f(x)=\frac{100}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^x e^{-0,5x^2} dx, \quad (3)$$

где: $m(d)$ - масса частиц, размер которых меньше или равен d , по отношению к их общей массе.

Графически интеграл вероятности интерпретируется кривой нормального распределения. Существуют различные способы графического представления результатов дисперсного анализа [13]:

- в виде гистограммы;
- дифференциальной кривой распределения;
- интегрального распределения в линейном масштабе координат;
- интегрального распределения в вероятно-логарифмической системе координат.

В различных источниках литературы подходы к определению размеров пыли считают крупными, мелкими и средними. Так по [14] пыль делится на крупнодисперсную (свыше 10 мкм), которая быстро выпадает из воздуха, микроскопическую (от 10 до 0,25 мкм), которая медленно выпадает из воздуха, и наконец, ультрамикроскопическую (менее 0,25 мкм), которая длительное время может витать в воздухе. По [13] следует считать, что пыль делится на следующие группы:

- очень крупнодисперсная (300-15 мкм);
- крупнодисперсная пыль (15-2 мкм);
- средне дисперсная пыль (2-0,25 мкм);

- мелкодисперсная пыль (0,25-0,1 мкм);
- очень мелкодисперсная пыль (0,1-0 мкм).

Крупность пыли чаще всего определяется по классификационной программе НИИСТА [14]. По результатам дисперсионного анализа составляют таблицу фракционного состава пыли.

Одной из важнейших характеристик пыли, от которой зависит эффективность работы пылеулавливающих аппаратов, является плотность пыли. Различают истинную, насыпную и кажущуюся плотности. Истинной плотностью называется собственная плотность вещества, из которого состоит частица [14]. Кажущейся плотностью называется отношение массы частиц к объему занимающему её, причем учитываются поры, пустоты и т.д. Понятие насыпной плотности относится к положению, когда твердые частицы выделены из аэрозоля и находятся в статистическом состоянии в бункере или на какой-либо поверхности. При слёживании она может уменьшаться. Отношение насыпной плотности к кажущейся может быть разной. Гигроскопичность прежде всего определяется химическим составом материала, а также размером, формой и степенью шероховатости поверхности частиц. Гигроскопичность, как и смачиваемость, оказывает большое влияние на эффективную работу мокрых пылеуловителей.

В результате исследований установлено, что физико-химические свойства пыли зависят, главным образом, от дисперсного и химического состава. К основным физико-химическим свойствам пыли, влияющим на выбор способа пылеулавливания, относится размер частиц, плотность, слипаемость, гиперсложность, смешиваемость, способность к вязкости или охватыванию, образивность и удельное электрическое сопротивление.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кусмухамбетов, М.Е. Мокрые пылеуловители: разработка и внедрение [Текст]: учебное пособие. – Тараз: «Тараз Университеті», 2010. – 128 с.
2. Закон «Об охране окружающей среды в Казахской ССР». - Алматы: Казахстан, 1991.-33 с.
3. Закон РК «Об охране окружающей среды». – Алматы, 1997. – 44 с.
4. Демино, Т.А. Экология, природопользования, охрана окружающей среды [Текст] / Т.А. Демино. – М.: Аспект Пресс, 2000. – 143 с.
5. Зукумбаев, А.К. Проблемы охраны окружающей среды в Казахстане [Текст] / А.К. Зукумбаев, Е.М. Арынов. – Алматы: Институт развития Казахстана, 1995. – 121 с.
6. Ситаров, В.А. Социальная экология [Текст]: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. Заведений / В.А. Ситаров, В.В. Пустовойтов. – М.: Издательский центр, Академия, 2000. – 280 с.
7. Багинский, Г.А. Социально-экологические системы как объекты управления [Текст] / Г.А. Багинский, В.И. Мамонов, Ю.Г. Марков. – Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1990. – 238 с.
8. Лолев, Т. Правовая охрана окружающей природной среды в странах. Восточной Европы [Текст]: Учеб. пособие для вузов / Т. Лолев, В. Кушлев, М. Шювечеть. Под ред. В.В. Петрова. – М.: Высш. шк., 1990. – 368 с.

9. Радионов, А.И. Техника защиты окружающей среды [Текст]: Учебник для вузов / А.И. Радионов, В.Н. Кушин, Н.С. Торотечников. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
10. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86, ас 1997 г. – РНД-211.2.01 – 97). – Л.: Гидрометиздат, 1987. – 237 с.
11. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы (ОНД-90, часть 1). - Санкт - Петербург, 1991. – 163 с.
12. Сборник законодательных, нормативных и методических документов для экспертизы воздухоохраных мероприятий. - Л.: Гидрометиздат, 1996. – 121 с.
13. Временные указания по определению фоновых концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе для нормирования – выбросов и установления предельно-допустимых выбросов. - М.: Гидрометиздат, 1981. – 187 с.
14. ГОСТ 17.23.02-78. «Охрана природы. Атмосфера. Правила установление допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. - М.: Госкомитет СССР по стандартам, 1980. – 27 с.

Материал поступил в редакцию 21.06.19.

М.Е. Кусмухамбетов, А.М. Байтуреев

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

«ҚАЗФОСФАТ» ЖШС ТҒ (ЖАҢА ЖАМБЫЛ ФОСФОР ЗАУЫТЫ) ШАҢНЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Шаңның физикалық-химиялық қасиеттері негізінен дисперсиялық және химиялық құрамға байланысты екені анықталды. Шаң ұстау тәсілін таңдауға әсер ететін шаңның негізгі физикалық-химиялық қасиеттеріне бөлшектер мөлшері, тығыздығы, жабысқақтығы, жоғары қатпарлығы, араласуы, тұтқырлыққа немесе қамтуға қабілеттілігі, образивтілігі және меншікті электр кедергісі жатады.

Тірек сөздер: бөлшектер өлшемі, тығыздығы, сығылуы, тұтқырлығы.

M.E. Kusmuhambetov, A.M. Baitureev

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

THE STUDY OF PHYSICAL AND CHEMICAL DUST PROPERTIES AT TF LLP «KAZPHOSPHATE» (NOVODZHAMBULSKY PHOSPHATE PLANT)

It has been established that the physicochemical properties of dust depend mainly on the dispersed and chemical composition. The main physicochemical properties of dust affecting the choice of dust collection method include particle size, density, cohesion, hypersolubility, miscibility, ability to viscous or cover, formivity and electrical resistivity.

Keywords: particle size, density, compressibility, viscosity.

Журнал «Механика и технологии»:

IE Inspec Direct

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

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

eLIBRARY.RU

Зарегистрирован в российской национальной библиографической базе данных научного цитирования РИНЦ

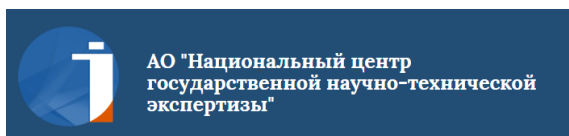
http://elibrary.ru/project_risc.asp

Импакт-фактор РИНЦ 0,034.



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.

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



Имеет импакт-фактор по Казахстанской базе цитирования –

$IF_{kaz} = 0,053$

http://www.nauka.kz/page.php?page_id=795&lang=1&citing_year=2017

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