



ISSN 1560-5655

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЭКСПЕРТИЗЫ

ЭКОНОМИКА
КИБЕРНЕТИКА
ГЕОГРАФИЯ
ХИМИЯ
МАШИНОСТРОЕНИЕ



МЕТАЛЛУРГИЯ
ПИЩЕВАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
СЕЛЬСКОЕ
ХОЗЯЙСТВО

НОВОСТИ НАУКИ КАЗАХСТАНА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2
2020



**Национальный центр государственной
научно-технической экспертизы**

**НОВОСТИ НАУКИ
КАЗАХСТАНА**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 2 (144)

Алматы 2020

Научно-технический журнал **«Новости науки Казахстана»** публикует статьи по следующим направлениям фундаментальных и прикладных исследований: технические и сельскохозяйственные науки, науки о Земле, пищевая и перерабатывающая промышленность, экономика, науковедение, стандартизация и пр.

Журнал основан в 1989 г. и выходит 4 раза в год.

Предназначен для профессорско-преподавательского состава Вузов, докторов PhD, магистрантов, студентов и сотрудников научно-исследовательских институтов, предприятий и организаций, а также работников министерств и ведомств.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

М.К. Бапиева (главный редактор)
Л.Н. Гребцова (ответственный секретарь)

Р.Г. Бияшев, д.т.н.; **К.А. Исаков**, д.т.н.; **К.Д. Досумов**, д.х.н., проф.;
С.Е. Соколов, д.т.н., акад. МАИН; **Б.Р. Ракишев**, д.т.н., акад. НАН РК;
Ж.С. Алимкулов, д.т.н.; **М.Т. Велямов**, д.б.н, проф., акад. НАН РК;
З.С. Абишева, д.т.н., проф. член-корр. НАН РК;
Ю.А. Юлдашбаев, д.с.- х.н. (Россия);
М.А. Рахматуллаев, д.т.н. (Узбекистан);
А. Сладковски, д.т.н., проф. (Польша);
Д. Пажес (Франция)

Республика Казахстан, 050026, г. Алматы,
ул. Богенбай батыра, 221
Тел./факс: +8 727 378-0517, 378-0539 (вн.125),
e-mail: bapiyeva@inti.kz, grebtsova_l@inti.kz
www.vestnik.nauka.kz

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКА

<i>Гаврилов В.Н., Жеребкова Т.Е., Кудашев Р.К.</i> Некоторые особенности финансовых договоров по законодательствам Республики Казахстан и Российской Федерации.....	12
--	----

КИБЕРНЕТИКА

<i>Жидекулова Г.Е., Куандыков М.</i> Организация процесса теплообмена в среде Delphi.....	20
<i>Мамырбаев О. Ж., Литвиненко Н. Г., Шаяхметова А. С., Султангазиева А. Н., Турдалюлы М.</i> Применение байесовской сети на примере учебной модели «Работа»	29

ГЕОФИЗИКА. ГЕОДЕЗИЯ

<i>Миргаликызы Т., Муканова Б.Г., Турарова М.К., Модин И.Н.</i> Методика исключения влияния рельефа при интерпретации данных электрической томографии.....	37
<i>Сейтказы М.М., Таукебаева М.Т., Ақтымбаева А.С., Таукебаев О.Ж.</i> Анализ динамики изменения растительного покрова Алакольского бассейна на основе NDVI, полученных от Landsat TM/ETM.....	49

ХИМИЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Таусарова Б.Р., Сулейменова М.Ш., Алипбаев А.Н.</i> Синтез наночастиц меди и их применение для модификации целлюлозных текстильных материалов	71
<i>Шаймерденов Ж.Н., Далабаев А.Б., Темирова И.Ж., Альдиева А.Б., Сакенова Б.А., Жунусова К.З., Изтаев А.</i> Исследование химического состава соломы льна масличного для получения целлюлозы	80

МАШИНОСТРОЕНИЕ. ТРАНСПОРТ. МЕТАЛЛУРГИЯ

<i>Ли С.В., Рабат О.Ж., Сайдинбаева Н.Д., Салманова А.Н.</i> Инновационная технология по разгрузке массовых навалочных грузов	89
<i>Марков В.А., Бебенин Е.В., Биниязов А.М., Захаров В.П.</i> Эколого-экономические исследования трактора К-700А, работающего по газодизельному циклу	95
<i>Нуралин Б.Н., Олейников С.В., Галиев М.С.</i> Современная тенденция развития конструкции отвальных плугов.....	103
<i>Рабат О.Ж., Ли С.В., Салманова А.Н., Сайдинбаева Н.Д., Мусин К.С.</i> Новый рабочий орган погрузчика с циклоидальным движением	114
<i>Шамей Е., Смирнов В.М., Ищенко А.П.</i> К вопросу о безопасностной эксплуатации стреловых самоходных кранов	121
<i>Дантаева А.З., Ибраев М.Б., Султамурат Г.И.</i> Термодинамический анализ взаимодействий между компонентами шихты в процессе получения металлургического кремния.....	127

РАДИОТЕХНИКА. СТРОИТЕЛЬСТВО

<i>Арсланов М.З., Зейнуллин А.А., Мустафин С.А., Мухаев Д.К.</i> Определение координат источников излучения	146
<i>Бекбасаров И.И., Никитенко М.И., Атенев Е.И.</i> Ударная погружаемость свай с уширениями ствола и их сопротивляемость вдавливающей нагрузке.....	152

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

<i>Альдиева А.Б., Темирова И.Ж., Шаймерденов Ж.Н., Далабаев А.Б., Сакенова Б.А., Жунусова К.З., Муслимов Н.Ж.</i> Влияние переэтерифицированного жира на качество хлебобулочных изделий	163
--	-----

Жумахан В.С., Козыкан С. Исследование технологии получения мягкого сыра из козьего молока 172

*Коптлеуова Т.М., Ботбаева Ж.Т., Байкенов А.О.,
Жанайдарова А.Е., Муслимов Н.Ж., Елеукенова К.А.*
Изучение влияния крупности помола на водопоглотительную способность безглютеновой муки 179

СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

*Изтлеуов Г.М., Дайрабаева А.Ж., Жаксыбек К.К., Жорабаева Н.К.,
Абдуова А.А.* Выявление вредителей закрытого грунта в Туркестанской области на томатах 186

*Изтлеуов Г.М., Дайрабаева А.Ж., Жаксыбек К.К., Жорабаева Н.К.,
Ашитова Н.* Определение пестицидного загрязнения растений в условиях закрытого грунта 195

*Хусаинов А.Т., Есенжолов Б.Х., Сарсенова А.А.,
Кыздарбекова Г.Т.* Фитоактивность прорастания семян яровой пшеницы при обработке их препаратом «АгроБионов» 202

Хусаинов А.Т., Есенжолов Б.Х., Жаркинбеков Т.Н., Данкина Г.Р. Агроэкологическая оценка доз внесения углеродосодержащего препарата «Агробинов» на водно-физические свойства чернозема обыкновенного 210

МАЗМҰНЫ

ЭКОНОМИКА

Гаврилов В.Н., Жеребкова Т.Е., Кудашев Р.К. Қазақстан Республикасының және Ресей Федерациясының заңдары бойынша қаржылық келісім-шарттардың кейбір ерекшеліктері 12

КИБЕРНЕТИКА

Жидеқұлова Г.Е., Қуандықұлы М. Жылу алмасу процесін Delphi ортасында ұйымдастыру 20

Мамырбаев О. Ж., Литвиненко Н. Ж., Шаяхметова А. С., Сұлтанғазиев А. Н., Турдалұлы М. «Работа» оқу моделінің мысалы негізінде байестік желіні қолдану 29

ГЕОФИЗИКА. ГЕОДЕЗИЯ

Мирғалиқызы Т., Муқанова Б.Г., Турарова М.К., Модин И.Н. Электрлік томография деректерін интерпретациялау кезіндегі жер беті бедері әсерін жою әдісі 37

Сейтқазы М.М., Таукебаева М.Т., Ақтымбаева А.С., Таукебаев О.Ж. Landsat TM/ETM-нен алынған NDVI негізінде Алакөл алабының өсімдік жамылғысының өзгеру динамикасын талдау 49

ХИМИЯ. ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ

Таусарова Б.Р., Сулейменова М.Ш., Алипбаев А.Н. Мыс нанобөлшектерін синтездеу және оларды целлюлоза тоқыма материалдарын модификациялау үшін қолдану 71

Шаймерденов Ж.Н., Далабаев А.Б., Темирова И.Ж., Альдиева А.Б., Сакенова Б.А., Жунусова К.З., Изтаев А. Целлюлоза алу үшін майлы зығыр сабанының химиялық құрамын зерттеу 80

МАШИНАЖАСАУ. КӨЛІК. МЕТАЛЛУРГИЯ

- Ли С.В., Рабат О.Ж., Сайдинбаева Н.Д., Салманова А.Н.*
Жаппай тиеу жүктерін түсіру бойынша Инновациялық технология..... 89
- Марков В.А., Бебенин Е.В., Биниязов А.М., Захаров В.П.*
Газодизель циклі бойынша жұмыс істейтін К-700А тракторды экологиялық-экономикалық зерттеу..... 95
- Нуралин Б.Н., Олейников С.В., Галиев М.С.* Қайырмалы соқалар конструкцияларының заманауи даму үрдісі..... 103
- Рабат О.Ж., Ли С.В., Салманова А.Н., Сайдинбаева Н.Д., Мусин К.С.* Циклоидальды қозғалысы бар жүк тиегіштің жаңа жұмыс органы..... 114
- Шамей Е., Смирнов В.М., Ищенко А.П.* Өздігінен жүретін жебелік крандарды қауіпсіз пайдалану туралы мәселеге қатысты 121
- Дантаева А.З., Ибраев М.Б., Сұлтамұрат Г.И.*
Металлургиялық кремнийді алу процесінде шихта компоненттерінің арасындағы өзара әрекеттесулердің термодинамикалық талдауы..... 127

РАДИОТЕХНИКА. ҚҰРЫЛЫС

- Арсланов М.З., Зейнуллин А.А., Мустафин С.А., Мухаев Д.К.*
Радиация көздері орналасқан жерді анықтау 146
- Бекбасаров И.И., Никитенко М.И., Атенев Е.И.* Діңгегі кеңейтілген қадаларды соққылап қағу және олардың батыру жүктемесіне қарсылық әрекеті..... 152

ТАМАҚ ӨНЕРКӘСІБІ

- Альдиева А.Б., Темирова И.Ж., Шаймерденов Ж.Н., Далабаев А.Б., Сакенова Б.А., Жунусова К.З., Муслимов Н.Ж.*
Қайта этерификацияланған майлардың нан-тоқаш өнімдеріне әсері..... 163

<i>Жұмахан С.Т., Қозықан С.</i> Ешкі сүтінен жұмсақ ірімшік алу технологиясын зерттеу	172
<i>Коптлеуова Т.М., Ботбаева Ж.Т., Байкенов А.О., Жанайдарова А.Е., Муслимов Н.Ж., Елеукенова К.А.</i> Ұнтақталған глютенсіз ұнның ұсақтығының су сіңіру қасиетіне ықпалын зерттеу	179

АУЫЛ ЖӘНЕ ОРМАН ШАРУАШЫЛЫҒЫ

<i>Измлеуов Г.М., Дайрабаева А.Ж., Жаксыбек К.К., Жорабаева Н.К., Абдуова А.А.</i> Түркістан облысында жабық топырақтағы зиянкестерді анықтау	186
<i>Измлеуов Г.М., Дайрабаева А.Ж., Жаксыбек К.К., Жорабаева Н.К., Ашитова Н.</i> Жабық топырақтағы өсімдіктердің пестицидтермен ластануын анықтау	195
<i>Хусаинов А.Т., Есенжолов Б.Х., Сарсенова А.А., Кыздарбекова Г.Т.</i> Жаздық бидай тұқымын «Агробионов» препаратымен өңдеу кезіндегі олардың өсу фитоактивтілігі	202
<i>Хусаинов А.Т., Есенжолов Б.Х., Жаркинбеков Т.Н., Данкина Г.Р.</i> Көдімгі қара топырақтың сулы-физикалық қасиеттеріне «Агробионов» көміртекті препаратын енгізу мөлшерін агроэкологиялық бағалау	210

CONTENT

ECONOMY

<i>Gavrilov V.N., Zherebkova T.E., Kudashev R.K.</i> Some features of financial contracts under the laws of the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation	12
---	----

CYBERNETICS

<i>Zhidekulova G.I., Kuandykov M.</i> The process of heat exchanging in a Delphi environment.....	20
<i>Mamyrbayev O.Zh., Litvinenko N.G., Shayakhmetova A.S., Sultangazieva A.N., Turdalyuly M.</i> Application of bayesian network on the example of training model «Rabota»	29

GEOPHYSICS. GEODESY

<i>Mirgalikyzy T., Mukanova B.G., Turarova M.K., Modin I.N.</i> Method for exclusion of the ground surface relief effect in the interpretation of electrical resistivity tomography data.....	37
<i>Seitkazy M.M., Taukebayeva M.T., Aktymbayeva A.S., Taukebayev O.Zh.</i> Analysis of the dynamics of vegetation changes of the Alakol basin based on NDVI, derived from Landsat TM/ETM.....	49

CHEMISTRY. CHEMICAL TECHNOLOGY

<i>Taussarova B.R., Suleimenova M.Sh., Alipbaev A.N.</i> Synthesis of copper nanoparticles and their application for modification of cellulose textile materials metallurgy	71
<i>Shaimerdenov Zh.N., Dalabayev A.B., Temirova I.Zh., Aldiyeva A.B., Sakenova B.A., Zhunusova K.Z., Iztayev A.</i> Research of the chemical composition of oilseed flax straw for production of cellulose	80

MECHANICAL ENGINEERING. TRANSPORT. METALLURGY

<i>Lee S.V., Rabat O.J., Saginbaeva N.D., Salmanova A.N.</i> Innovative technology for the unloading of massive bulk cargo	89
<i>Markov V.A., Bebenin E.V., Biniyazov A.M., Zakharov V.P.</i> Ecological and economic research of tractor K-700A, working on the gas-diesel cycle	95
<i>Nuralin B.N., Oleynikov S.V., Galiyev M.S.</i> Modern tendency of development of design of dump plows	103
<i>Rabat O.Zh., Lee S.V., Salmanova A.N., Saydinbayeva N.D., Musyev K.S.</i> New working body of the loader with cycloidal movement.....	114
<i>Shamey E., Smirnov V.M., Ishchenko A.P.</i> On the issue of safe operation of self-propelled boom cranes	121
<i>Dantayeva A.Z., Ibrayev M.B., Sultamurat G.I.</i> Thermodynamic analysis of interactions between charge components in the process of obtaining metallurgical silicon.....	127

RADIOTECHNICS. CONSTRUCTION

<i>Arslanov M.Z., Zeynullin A.A., Mustafin S.A., Mukhayev D.K.</i> Emitter location identification.....	146
<i>Bekbasarov I.I., Nikitenko M.I., Atenov Ye.I.</i> Impact pile driving with broadening of the shaft and their resistance to the pressing load.....	152

FOOD INDUSTRY

<i>Aldiyeva A.B., Temirova, I.Zh., Shaimerdenov Zh.N., Dalabayev A.B., Sakenova B.A., Zhunusova K.Z., Muslimov N.Zh.</i> The influence of interesterified fats on the quality bakery products.....	163
<i>Zhumakhan V.S., Cozycan S.</i> Research of technology for obtaining soft cheese from goat's milk	172

Koptleuova T.M., Botbayeva Zh. T., Baikenov A.O, Zhanaydarova A.E., Muslimov N.Zh., Eleukenova K.A. Study of the influence of grinding on water-absorbing capacity of gluten-free flour 179

AGRICULTURE AND FORESTRY

Iztleuov G.M., Dayrabaeva A.Zh., Zhaksybek K.K., Zhorabaeva N.K., Abduova A.A. Identification of posters of closed soil in Turkestan region on tomatoes..... 186

Iztleuov G.M., Dayrabaeva A.Zh., Zhaksybek K.K., Zhorabayeva N.K., Ashitova N. Determination of pesticidal pollution of plants in conditions of closed soil 195

Khusainov A. T., Esenzholov B.H., Sarsenova A.A., Kyzdarbekova G. T. Phytoactivity of spring wheat seeds germination when treating them with “Agrobionov” fertilizier 202

Khusainov A. T., Esenzholov B.H., Zharkinbekov T.N., Dankina G.R. Agroecological assessment of doses carbon-containing preparation “agrobionov” on the water-physical properties of ordinary chernozem..... 210

ЭКОНОМИКА

МРНТИ 06.73.51

В.Н. Гаврилов¹, Т.Е. Жеребкова¹, Р.К. Кудашев¹

¹Саратовская государственная юридическая академия, г. Саратов, Россия

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФИНАНСОВЫХ ДОГОВОРОВ ПО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВАМ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация. Рассматриваются нормы Гражданского кодекса России и Казахстана, которые регулируют вопросы оказания финансовых услуг. Цель работы - разработка предложений по развитию финансовых договоров в России, в частности договора банковского обслуживания, договора счета-эскроу, а также финансирования под уступку денежного требования (факторинга). Данная работа базируется на анализе законодательства России и Казахстана и содержит сравнение с рядом других зарубежных правовых порядков: США, стран Европейского Союза (Австрии, Германии, Франции), Молдавии. В результате исследования были выделены особенности для закрепления понятия «финансовая услуга», подготовлены обоснованные предложения по введению в Гражданский кодекс общих положений, регулирующих договоры банковского обслуживания, для разрешения открытия счета-эскроу финансовыми организациями, а также выделены преимущества сближения договора финансирования под уступку денежного требования (факторинга) с нормами международного права.

Ключевые слова: финансовая услуга, финансовый договор, банковское обслуживание, счет-эскроу, гражданский кодекс.

• • •

Түйіндеме. Қаржылық қызмет көрсетуді реттейтін Ресей Федерациясының Азаматтық кодексінің және Қазақстан Республикасының Азаматтық кодексінің нормалары қарастырылады. Жұмыстың мақсаты Ресейдегі қаржылық келісімдерді, атап айтқанда банктік қызмет көрсету туралы келісім-шартты, шоттарды есепке алу туралы келісімді, сондай-ақ ақшалай талапты (факторингті) беруді қаржыландыруға арналған ұсыныстарды әзірлеу болып табылады. Бұл зерттеу жұмысы Ресей мен Қазақстанның азаматтық заңнамасын талдауға негізделген, сондай-ақ бірқатар басқа шетелдік заңды бұйрықтармен салыстыруды қамтиды: АҚШ, Еуропалық Одақ елдері (Австрия, Германия, Франция) және Молдова. Зерттеу нәтижесінде «қаржылық қызмет» түсінігін шоғырландыруға арналған ерекшеліктер бөлінді. Азаматтық кодекске қаржы ұйымдарының Эскроу шоттарын ашуға рұқсат беру үшін банктік қызметтерді реттейтін жалпы ережелерді енгізу туралы ақылға қонымды ұсыныстар дайындалды. Сонымен қатар, ақшалай

талап қоюға қарсы қаржыландыру келісімін (факторинг) халықаралық құқықпен қайта құрудың артықшылықтары айтылды.

Түйінді сөздер: қаржылық қызмет, қаржылық келісім-шарт, банктік шот, шот-фактура, азаматтық кодексі.

• • •

Abstract. The article considers the norms of the Civil Code of the Russian Federation and the Civil Code of the Republic of Kazakhstan, which govern the provision of financial services. The purpose of the work is to develop proposals for the development of financial agreements in Russia, in particular a banking service agreement, an escrow account agreement, as well as financing against the assignment of a monetary claim (factoring). This research work is based on an analysis of the civil legislation of Russia and Kazakhstan, and also contains a comparison with a number of other foreign legal orders: the USA, countries of the European Union (Austria, Germany, France), and Moldova. As a result of the study, some features have been singled out to consolidate the concept of “financial service”, reasonable proposals were prepared for introducing general provisions governing banking services into the Civil Code to permit the opening of escrow accounts by financial organizations, and also highlighted the advantages of converging a financing agreement against the assignment of a monetary claim (factoring) with international law.

Keywords: financial service, financial contract, banking, escrow account, civil code.

Введение. Договора по оказанию финансовых услуг в современном мире по праву занимают центральное место. В первую очередь, это связано с активным развитием рыночной экономики, которая требует постоянного движения денежных потоков. В условиях финансово-экономических кризисов, приводящих к снижению уровня доверия населения к банкам и государственным валютам, появляются новые финансовые инструменты, например, криптовалюта как альтернативное средство платежа, обмена и накопления стала объектом живого интереса со стороны граждан, бизнеса и государства [1]. Именно поэтому банки, инвестиционные фонды, брокерские организации – все они (в идеале) должны предлагать вкладывать деньги для того, чтобы сохранять свои позиции на финансовом рынке. Однако, наивно полагаться на добросовестность и честность таких организаций в условиях рыночной экономики. В отличие от стран, где финансовая система работает «как швейцарские часы», а каждый шаг можно спрогнозировать, Российская Федерация и Республика Казахстан – это пока еще такие государства, в которых эта финансовая система только формируется. Уровень финансовой грамотности в РФ и РК пока еще

желает оставлять лучшего, так как разобраться во всех тонкостях, цифрах и процентах достаточно тяжело (а современное образование категорически не хочет объяснять, как эта система работает). Оказание финансовых услуг базируется на достаточно большом пласте международных договоров, законов, а также нормативных актов. И договоры между финансовой организацией и гражданами, являются публичными, то есть, по факту, такими, которые выгодны, в первую очередь, организациям. Низкий уровень финансовой и юридической грамотности вместе образуют просто необъятный простор для того, чтобы обогащаться за счет другого. Не будем вдаваться в подробности надзора за финансовой системой, которая также не лишена проблем, остановимся на рассмотрении конкретных видов договоров по оказанию финансовых услуг, существующих в РФ, РК и других зарубежных странах. А также на нормативной базе, которая регулирует данные правоотношения, попутно выделяя преимущества и недостатки для развития финансового сектора экономики.

Цель работы – исследование и проведение сравнительного анализа договоров оказания финансовых услуг по законодательству РФ и РК, а также иных государств.

Методы исследования. Использованы такие всеобщие методы исследования как наблюдение, синтез, анализ, аналогия, индукция, дедукция, сравнение и аналогия. Проведен анализ зарубежного законодательства в сфере регулирования договоров по оказанию финансовых услуг.

Результаты исследования. В ст. 4 Федерального Закона «О защите конкуренции» [2] закреплено понятие «финансовая услуга», однако оно не раскрывает признаков, а лишь перечисляет их. Помимо этого, понятие «финансовая услуга» можно найти в Соглашении о партнерстве и сотрудничестве, учреждающее партнерство между Российской Федерацией, с одной стороны, и Европейскими сообществами и их государствами-членами, с другой стороны от 24.06.1994 г., подписанного на о. Корфу [3]. Однако, и здесь присутствует лишь перечисление видов финансовых услуг.

В Законе Республики Казахстан от 04.07.2003 г. № 474-II «О государственном регулировании, контроле и надзоре финансового рынка и финансовых организаций» [4] также дается понятие «финансовая услуга». Отличительной чертой данного понятия является то, что под финансовой услугой понимается деятельность участников страхового рынка, рынка ценных бумаг, банковская деятельность и

деятельность добровольного пенсионного фонда, которые действуют на основании лицензии, а также не подлежащая лицензированию деятельность единого накопительного пенсионного фонда, центрального депозитария, обществ взаимного страхования, единого оператора в сфере учета государственного имущества.

В странах Европейского Союза деятельность по оказанию финансовых услуг урегулирована Директивой 2004/39/ЕС Европейского Парламента и Совета от 21.04.2004 г. о рынках финансовых инструментов [5]. Однако, и здесь нельзя найти понятие, которое раскрывало бы сущность и признаки данных услуг. Также приведен перечень финансовых инструментов. В национальных законодательствах стран Европейского Союза, в частности, Австрии, Германии и Франции также отсутствует понятие «финансовая услуга». Таким образом, такое специфическое закрепление в законе понятие «финансовая услуга» связано с тем, что достаточно сложно и трудно подвести под какой-то единый знаменатель столь разрозненные по своей сущности финансовые обязательства.

Однако, некоторые исследователи все же выделяют существенные признаки финансовых услуг [6]:

1. связь услуги с привлечением и размещением денежных средств;
2. специальный субъект – финансовая организация.

Считаем, что понятие «финансовая услуга» является собирательным, и именно поэтому наличие каких-либо признаков лишь ограничит динамично развивающийся финансовый сектор экономики. Задача государства – успевать за ее развитием, чтобы не возникло правового вакуума, а также принимать те положения, которые защищали бы наиболее слабую сторону – потребителей финансовых услуг. Перейдем к рассмотрению отдельных видов финансовых договоров. В ГК РК [7] существует гл.38, которая посвящена регулированию отношений, связанных с банковским обслуживанием. По данному договору одна сторона (банк) обязуется оказать банковские услуги клиенту, который обязуется оплатить их, если иное не предусмотрено договором. В ГК РФ [8] отсутствует такая формулировка, как договор банковского обслуживания. Однако, договору банковского вклада, договору банковского счета и расчетам посвящены целые главы (44-46), которые детально раскрывают сущность данных договоров.

Преимуществом ГК РК выступает то, что предусмотрены общие положения, которые охватывают все договоры банковского обслужи-

вания. В них содержатся положения, которые связаны с ограничением распоряжения деньгами, которые находятся в банке, а также изъятием их без согласия клиента. В ст. 858 ГК РФ есть указание на ограничение распоряжения счетом, однако, это отсылочная норма. На наш взгляд, нормы, которые ограничивают распоряжение денежными средствами, должны быть конкретизированы в ГК РФ. Должны быть указаны основания для такого ограничения, уточнены исключения для наложения ареста, зафиксированы сроки и право на обжалование. Введение таких норм – это дополнительная гарантия защиты имущественных прав физических и юридических лиц, а чем лучше они защищены, тем больше доверия к финансовой системе государства.

Договор банковского счета в ГК РФ и РК имеет достаточно схожее определение. Однако, российский закрепляет и такие виды банковского счета, как:

1. номинальный счет;
2. счет-эскроу;
3. публичный депозитный счет.

Гражданский Кодекс РК не предусматривает данные виды банковского счета, хотя в Законе от 26.07.2016 г. «О платежах и платежных системах» [9] существует указание на счет-эскроу.

Счет-эскроу – это механизм защиты сторон от неисполнения обязательств, посредством которого они обеспечивают исполнение оговоренных обязательств и одновременно устанавливают способ осуществления расчетов [10]. В странах Европейского Союза и США данный механизм достаточно успешно работает и урегулирован законом. Помимо этого, во многих штатах США предусмотрены свои отдельные законы, регулирующие механизм эскроу [11]

В отличие от РФ и РК, в США и странах Евросоюза эскроу-агентами могут выступать юридические компании, финансовые организации и нотариусы, что говорит о том, что сфера использования данного механизма намного шире. Он применяется в различных сделках и, по сути, является механизмом обеспечения надлежащего исполнения обязательств.

В РФ счёт-эскроу рассматривается как отдельный вид договора банковского счета, то есть только банк может открыть данный счет. Договор счета-эскроу был введен в ГК РФ лишь в 2014 г., поэтому практика еще находится в стадии формирования. К примеру, иностранные инвесторы для работы по счету-эскроу должны работать только с российскими банками, что несколько затрудняет процесс

привлечения инвестиций. На наш взгляд, было бы правильным разрешить осуществлять данную деятельность также и иностранным финансовым организациям.

В Казахстане счёт-эскроу получил свое закрепление только в Законе РК «О платежах и платежных системах» от 26.07.2016 г. Однако, в нем отсутствуют положения о вознаграждении банка, о предоставлении сведений, составляющих банковскую тайну, хотя такие вопросы на практике возникают достаточно часто. В целях прочного закрепления этого механизма в законодательстве Казахстана, а также предоставления возможности сторонам гражданского оборота эффективно использовать данный механизм на практике, договор эскроу следовало бы предусмотреть в самом Гражданском Кодексе в качестве отдельного гражданско-правового договора, в котором найдут отражение вышеуказанные положения.

Договор финансирования под уступку денежного требования (договор факторинга) является еще одним видом финансового договора. Чаще всего факторинг применяется в качестве альтернативного источника финансирования, для того, чтобы уменьшить дебиторскую задолженность. В ст. 824 (гл. 43) ГК РФ и ст. 729 ГК РК дается определение договору финансирования под уступку денежного требования. Данные определения различаются в следующем. Согласно российскому законодательству финансовый агент (фактор) должен совершить не менее двух действий, которые указаны в ст. 824 ГК РФ, при этом необязательно, чтобы одно из них было связано с передачей клиенту денежных средств в счет денежных требований.

Такое определение было принято в 2017г., и оно, в целом, повторяет определение, которое установлено Конвенцией УНИДРУА по международным факторинговым операциям 1988 г. [12]. Это говорит о том, что российский законодатель принял международные правила, касающиеся договора факторинга, для договора финансирования под уступку денежного требования, что стерло границы между двумя данными договорами. Из этого вытекает вывод, что российским компаниям стало гораздо легче работать с иностранными партнерами.

В ГК РК указано, что финансовый агент передает или обязуется передать деньги в распоряжение клиента. Но в таком случае, под договор факторинга подпадает и продажа долгов. Именно путаница в понятиях приводит к тому, что данный договор теряет свою актуальность и не рассматривается как инструмент для финансирования организации.

Еще одной отличительной чертой российского законодательства в рассматриваемом договоре является наличие обязанности клиента по оплате оказанных финансовым агентом услуг. На практике может сложиться такая ситуация, когда финансирования не происходит, то есть договор заключается чисто «факторинговый», поэтому законодатель и закрепляет данную обязанность за клиентом. В ГК РК такой обязанности нет, так как финансирование происходит всегда.

Заслуживает внимания позиция молдавского законодателя. Подпунктом в п. 1 ст. 1290 ГК Молдовы закреплено, что по усмотрению сторон в договоре факторинга может быть предусмотрена обязанность фактора по ведению бухгалтерского учета требований [13], но, в целом, в понятие договора факторинга не входит оказание услуг, сопутствующих финансированию уступки права требования, как например, это установлено п. 2 ст. 729 ГК РК. Однако, на наш взгляд, такое закрепление лишь ограничивает хозяйствующих субъектов при выборе той или иной формы финансирования.

Заключение. Таким образом, финансовые договоры в РФ и РК – это договоры, которым уделяется особое внимание, так как их развитие и формирование практики положительно влияет на финансовый сектор экономики страны. Сближая законодательство РФ с нормами международного права, законодатель обеспечивает возможность активного содействия с иностранными партнерами и привлечением инвестиций в экономику страны, как, например, в случае с договором факторинга. Также в России следовало бы разрешить открывать счёт-эскроу иностранным финансовым организациям. Кроме того, следует обратить внимание и на опыт казахстанских коллег, в части закрепления в Гражданском кодексе общих положений по договорам банковского обслуживания.

Список литературы

1 *Гаврилов В.Н., Рафиков Р.М.* Криптовалюта как объект гражданских прав в законодательстве России и ряда зарубежных государств // Вестник экономики, права и социологии. Казань. 2019. № 1 С. 45.

2 Федеральный закон от 26.07.2006г. № 135-ФЗ (ред. от 27.12.2019) «О защите конкуренции» // Собрание законодательства РФ: 2006г. № 31. Ст. 3434; 2019. № 52. Ст. 7827.

3 Федеральный закон от 25.11.1996 г. №135-ФЗ О ратификации Соглашения о партнерстве и сотрудничестве, учреждающего партнерство между Российской Федерацией, с одной стороны, и Европейскими сообществами и

их государствами-членами, с другой стороны // Собрание законодательства РФ: 1996. № 49. Ст. 5494.

4 Закон Республики Казахстан от 4 июля 2003г. № 474-II «О государственном регулировании, контроле и надзоре финансового рынка и финансовых организаций» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.01.2020 г.) // «Юрист». URL: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=1041467#pos=87;49 (дата обращения: 29.01.2020).

5 Директива 2004/39/ЕС Европейского Парламента и Совета от 21.04.2004 о рынках финансовых инструментов, исправляющая Директивы Совета 85/611/ЕЕС и 93/6/ЕЕС и Директиву 2000/12/ЕС Европейского Парламента и Совета и отменяющая Директиву Совета 93/22/ЕЕС // URL: <https://finstran.wordpress.com/mifid-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B4-%D0%BD%D0%B0-%D1%80%D1%83%D1%81%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA/> (дата обращения: 29.01.2020).

6 *Ефремова М.Д., Петрищев В.С., Румянцев С.А. и др.* Защита прав потребителей финансовых услуг /; отв. ред. Ю.Б. Фогельсон. М.: Норма, Инфра-М. 2010. 368 с. С. 14.

7 Гражданский Кодекс Республики Казахстан. URL: https://zakon.uchet.kz/rus/docs/K990000409_ (дата обращения: 29.01.2020).

8 Гражданский кодекс Российской Федерации от 26 января 1996г. № 14-ФЗ (ред. 18.03.2019) // СЗ РФ: № 5. -Ст. 410.-1996; № 12.-Ч.2.- Ст. 1224.- 2019

9 Закон Республики Казахстан от 26 июля 2016 г. № 11-VI ЗПК «О платежах и платежных системах» // URL: <https://zakon.uchet.kz/rus/docs/Z1600000011> (дата обращения: 29.01.2020).

10 *Жумахметова Л., Кудайбергенова Г.* Правовые вопросы внедрения договора эскроу в систему права Республики Казахстан [Электронный ресурс]: // Режим доступа: URL: https://www.zakon.kz/4737970-pravovye-voprosy-vnedrenija-dogovora.html#_ftn2 (дата обращения: 29.01.2020).

11 Section 17000 of California Financial Code [Электронный ресурс]: // Режим доступа: URL: https://leginfo.ca.gov/faces/codes_displayexpandedbranch.xhtml?tocCode=FIN&division=6.&title=&part=&chapter=&article= (дата обращения: 29.01.2020); Chapter 9 of Idaho Code // URL: <https://legislature.idaho.gov/statutesrules/idstat/title41/t41ch9/> (дата обращения: 29.01.2020).

12 Федеральный закон РФ от 05.05.2014 г. №86-ФЗ «О присоединении Российской Федерации к Конвенции УНИДРУА по международным факторинговым операциям» // Собрание законодательства РФ: 2014. № 19. Ст. 2291.

13 Гражданский Кодекс Республики Молдова от 6 июня 2002 г. № 1107 // URL: <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=2&id=325085> (дата обращения: 06.02.2020).

Гаврилов В.Н., кандидат юридических наук, профессор, доцент, e-mail: vladimirgavrilov@rambler.ru,

Жеребкова Т.Е., студентка, e-mail: tany58172@yandex.ru

Кудашев Р.К., студент, e-mail: K.r.k1999@mail.ru

Г. Е. Жидеқұлова¹, М.Қуандықұлы¹

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

ЖЫЛУ АЛМАСУ ПРОЦЕСІН DELPHI ОРТАСЫНДА ҰЙЫМДАСТЫРУ

Түйіндеме. Мақалада қазіргі таңда кездесетін жылу алмасу процесінің математикалық есептеулерін қолдану арқылы бағдарлама құру жолымен стерженнің қызуың, пластинкадағы жылу таралымын компьютерлік модельдеу және т.б. мәселелер қарастырылып, параллельді есептеулер ұсынылды. Жылу алмасу процесін Delphi ортасында ұйымдастыру барысында: жылу алмасу жағдайының әдістемелік-теориялық негіздері қарастырылды; біріккен ақпараттық кеңістік қамтылды және біріккен ақпаратты ресурстармен басқару саясаты кірістірілді; жылу алмасуды компьютерлік модельдеу құрылып, жылумен қамту жағдайларын параллельді есептеудің математикалық моделі мен программасы жасалды. Бағдарламалық жобаның жүзеге асуын қамтамасыз ететін әдістер қарастырылды, олардың ішінде параллельді программалар физикалық түрде жалғыз процессор арқылы әрбір есептеулерді қадам арқылы есептеу процестері жүргізіледі немесе параллельді – әрбір есептеу процестеріне бір немесе бірнеше процестерді бөлу арқылы іске асырылды.

Түйінді сөздер: жылу алмасу, стерженнің қызуы, пластинканың жылу алмастыруы, жылудың конвекциясы, жылу өткізгіштік, компьютерлік модельдеу.

...

Аннотация. В статье рассматривается на основе математических расчетов теплообмена и с использованием программирования процесс компьютерного моделирования теплообмена на пластине и нагревание стержня и параллельные вычисления теплообменных процессов. При организации процесса теплообмена в среде Delphi: рассмотрены методологические и теоретические основы условий теплообмена; охватили единое информационное пространство и внедрили политику совместного управления информационными ресурсами; создано компьютерное моделирование теплообмена, разработана математическая модель и программа для параллельного расчета условий теплоснабжения. Были рассмотрены способы обеспечения реализации проекта программного обеспечения, в которых параллельные программы физически реализовывались одним процессором

- каждый расчет выполняется пошаговыми вычислительными процессами или параллельно - путем разделения одного или нескольких процессов на каждый вычислительный процесс.

Ключевые слова: теплообмен, нагревание стержня, пластинчатый теплообмен, тепловая конвекция, теплопроводность, компьютерное моделирование.

• • •

Abstract. Based on mathematical calculations of heat transfer and using programming, the article considers the process of computer simulation of heat transfer on a plate and rod heating and parallel calculations of heat transfer processes. The methodological and theoretical foundations of heat transfer conditions are considered when forming a heat transfer process in a Delphi environment—covering a common information space and implemented a policy of joint management of information resources; and crating computer simulation of heat transfer, to develop a mathematical model and a program for the parallel calculation of heat supply conditions. The article also considers ways to ensure the implementation of a software project in which parallel programs were physically implemented by a single processor — each calculation is performed by step-by-step computational processes or in parallel — by dividing one or more processes into each computational process.

Keywords: heat transfer, heating rod, plate heat transfer, thermal convection, thermal conductivity, computer simulation.

Кіріспе. Жылудың конвекциясы әрқашан жылуөткізгіштікпен қосарласып келеді. Жылудың конвекциямен және жылу өткізгіштікпен қатар тасымалдану процесі конвективті жылу айырбас деп аталады. Қатты бет және сұйықтық (немесе газ) арасындағы жылулықпен айырбас конвективті жылу айырбас немесе жылу беру деп аталады. Булы қазандарда жылудың оттық газдан қайнатпалық құбырдың сыртқы беттеріне тасымалдану процесі барысында жылу айырбастың үш түрі бір уақытта қатысады – жылу өткізгіштік, конвекция және жылулық сәулелену. Қайнатпалық құбырдың сыртқы беттерінен ішкі беттеріне күйе қабаты, металл қабырғасы және тосап қабаты арқылы жылу жылуөткізгіштік жолымен беріледі. Құбырлардың ішкі беттерінен суға конвекция арқылы да жылуөткізгіштік жылу беріледі. Демек, жылудың өту кезеңдерінде жылу айырбастың элементарлық түрлері әртүрлі үйлестірулерде кездеседі. Есеп-қисаптарда осындай күрделі процестерді кейде біртұтас деп санау мақсатқа лайықты. Дәл осылай, ыстық сұйықтықтан салқынға оларды бөлуші қабырға арқылы жылудың берілуі жылу жеткізу процесі деп аталады.

Зерттеу әдістері. Жылу өткізгіштік құбылысы дегеніміз әртүрлі температуралы денелердің бөлшектерінің немесе тұтастай денелердің жанасуы кезіндегі энергияның таралу процесі. Жылу өткізгіштік құбылысының ішкі механизмі молекулалық-кинетикалық түсініктер негізінде түсіндіріледі; энергия тасымалдануы дене тұратын микробөлшектер (молекулалар, атомдар, электрондар) арасындағы энергетикалық әрекеттестіктер және жылу қозғалысы арқылы жүзеге асады.

Бір денеден екінші денеге уақыт бірлігінде берілетін жылу мөлшерін жылу ағыны деп атайды және ол Дж/с немесе Вт өлшенеді. Жылу тасымалдағыштардың өзара жылу алмасуында ыстық жылу тасымалдағыштың энтальпиясы кеміп, суық жылу тасымалдағыштың энтальпиясы көбейеді. Төмендегі белгілерді қабылдайық:

G_1, G_2 - ыстық және суық жылу тасымалдағыштың мөлшерлері, кг/с;

$I_{1б}, I_{2с}$ - ыстық жылу тасымалдағыштың бастапқы және соңғы энтальпиялары, Дж/кг;

Q - суық жылу тасымалдағыштың бастапқы және соңғы энтальпиялары, Дж/кг;

$Q_{ыст}$ - ыстық жылу тасымалдағыштан суық жылу тасымалдағышқа берілетін жылу мөлшері, Вт;

$Q_{ш}$ - аппараттан қоршаған ортаға шығындалған жылу мөлшері, Вт.

Онда жылу балансының теңдеуі:

$$G_1 I_{1б} + G_2 I_{2б} = G_1 I_{1с} + G_2 I_{2с} + Q_{ш} \quad (1)$$

$$G_1 (I_{1б} - I_{1с}) = G_2 (I_{2с} - I_{2б}) + Q_{ш}$$

Мұнда $Q_{ыст} = G_1 (I_{1б} - I_{1с})$ - ыстық жылу тасымалдағыштың берген жылуы, ал $Q_{суық} = G_2 (I_{2с} - I_{2б})$ - суық жылу тасымалдағышқа берілген жылу мөлшері.

Демек, $Q_{ыст} = Q_{суық} + Q_{ш}$, яғни ыстық жылу тасымалдағыштың берген жылуы суық жылу тасымалдағышты ысытуға және қоршаған ортаға таралатын жылудың орнын толтыруға жұмсалады. Жылу алмастырғыш аппараттардағы жылу шығыны 2-3 % тен аспайды және оларды есепке алмауға болады. Онда жылу балансының теңдеуін

былай жазуға болады:

$$Q = Q_{\text{ыст}} = Q_{\text{суық}}$$

немесе

$$Q = G_1(I_{1б} - I_{1с}) = G_2(I_{2с} - I_{2б}) \quad (2)$$

Егер жылуалмасу процесінде жылу тасымалдағыштардың агрегаттық күйі өзгермесе, онда олардың энтальпиялары жылу сыйымдылықтарымен температураның көбейтіндісіне тең болады:

$$\begin{aligned} I_{1б} &= G_{1б} \cdot t_{1б}; & I_{1с} &= G_{1с} \cdot t_{1с} \\ I_{2б} &= G_{2б} \cdot t_{2б}; & I_{2с} &= G_{2с} \cdot t_{2с} \end{aligned} \quad (3)$$

мұндағы $G_{1б}$ және $G_{1с}$ - ыстық жылу тасымалдағыштың 0 деп $t_{1б}$ -ге (аппаратқа кірерде) және $t_{1с}$ - ға (аппараттан шығарда) дейінгі аралықтағы орташа жылу сыйымдылықтары;

$G_{2б}$ және $G_{2с}$ - суық жылу тасымалдағыштың 0- $t_{2б}$ және 0- $t_{2с}$ -ға аралығындағы орташа жылу сыйымдылықтары.

Техникалық есептеулерде энтальпияларды берілген температураларда анықтамалардан немесе жылу және энтропиялық диаграммалардан анықтайды.

Кеңістіктегі температуралары бірдей нүктелердің геометриялық орны изотермиялық бетті құрайды. Мұндай беттер ешқашан бір-бірімен қиылыспайды [1]. Температуралар өрісінің әртүрлі нүктелеріндегі температураның өзгеру қарқындылығының дәрежесін температуралық градиент арқылы сипаттайды. Екі изотермиялық беттің температуралар айырмасы $|\Delta t|$ -ның осы беттердің норма бойынша арақашықтығына $|\Delta n|$ -ге қатынасының шегі температуралық градиент деп аталады және $grad t$ деп белгіленеді:

$$\lim_{\Delta n \rightarrow 0} \frac{\Delta t}{\Delta n} = \frac{\partial t}{\partial n} = grad t \quad (4)$$

Бұл градиент векторлы шама және оның бағыты температураның өсу бағытына сәйкес болады. Жылу ағыны $grad t \neq 0$ болған шартта ғана пайда болады. Жылу ағынының бағыты температураның төмендеу бағытына сәйкес болады. Температура өрісінің әртүрлі

нүктелерінде жылу ағынының шамасы да бағыты да әртүрлі болуы мүмкін. Жылу ағыны температуралық градиентке тура пропорционал, ал бағыттары қарама-қарсы, яғни

$$Q = - \left(\frac{\partial t}{\partial n} \right) \quad (5)$$

Фурье заңы жылу өткізгіштіктің негізгі заңы болып табылады. Бұл заң бойынша: жылу ағынына перпендикуляр dF бет арқылы $d\tau$ уақытта өтетін жылу мөлшері dQ , температуралық градиентке $\frac{\partial t}{\partial n}$ /-ке бетке $|dF|$ және уақытқа $|d\tau|$ тура пропорционал;

$$dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF d\tau \quad (6)$$

немесе уақыт бірлігінде 1 м^2 арқылы өткізілген жылу мөлшері;

$$q = \frac{Q}{F\tau} = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} \quad (7)$$

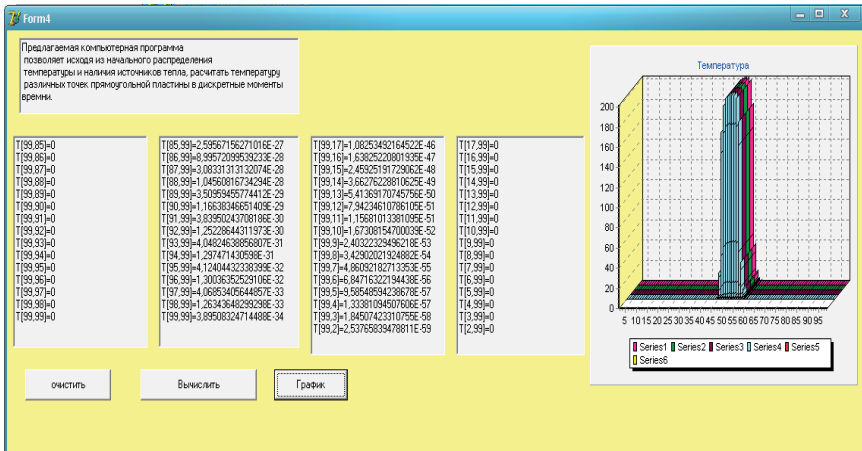
q -жылу ағынының тығыздығы деп аталады. (5) және (7)-теңдеулеріндегі минус таңбасы жылу температураның төмендеу бағытына қарай берілетінін көрсетеді. Мұндағы λ – жылу өткізгіштік коэффициенті деп аталады. Жылу алмасу кезінде жылу тасымалдағыштардың агрегаттық күйі өзгермесе, онда жылу тасымалдағыштар параллель және қарама-қарсы қозғалған және бұмен ысытқан кезде (5 және 6) формулалардан жылу тасымалдағыштардың температураларының орташа айырымын анықтайды. Осы қарастырылып отырған жылу алмасуды компьютерлік модельдеу мен параллельді есептеу процестерін жобалау программалаудың модульді программалау әдісі арқылы жүзеге асырылады 2].

Нәтижелер және түсіндіру. Берілген программада барлық программалық модульдер автоматтандырылған деректер банкісімен ақпараттар арқылы байланыстырылады және функционалды өз бетінше жұмыс істеу қабілетіне ие. «Теплообмен» папкасын ашып Project 1-ді іске қосамыз және 1-ші суретіне сәйкес программаның титул парағын аламыз. Жылу алмасу компьютерлік модельдеу программасында Программаны басқару «ОК» түймесін басу арқылы іске асырылады, 1-ші суретіне сәйкес негізгі мәзір терезесіне өтеміз.



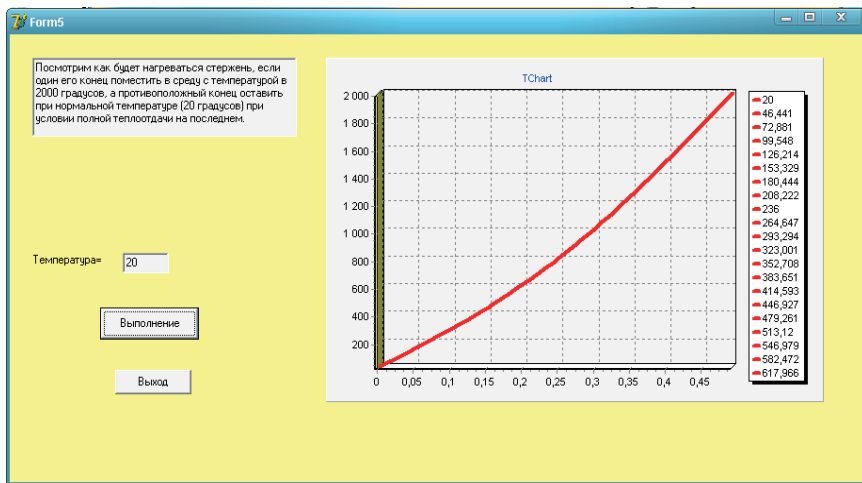
Сурет 1 – Программаның негізгі мәзір терезесі.

«Модели» мәзірінде «Модель явлений переноса теплопроводности» ішкі мәзірі бар сол батырманы басу арқылы 2-ші суретіне сәйкес есептеу терезесін аламыз.



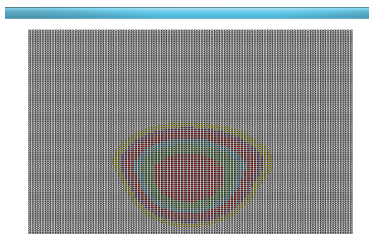
Сурет 2 – Жылу тасымалын математикалық есептеу көрінісі.

Егер «Нагревание стержня» мәзірін ашатын болсақ, онда 3-ші суретіне сәйкес стерженнің қызу процесінің графикалық көрінісі келтірілген.

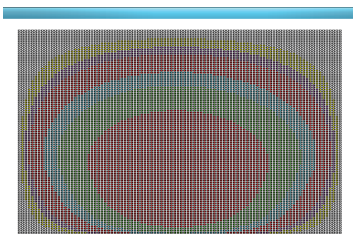


Сурет 3 – Стержннің қызу процесінің графикалық көрінісі

Пластинкалы жылу алмастырғыштағы жылу алмасу процесінің басталу кезеңін 4-ші суретіне сәйкес, ал жалғасын 5-ші суретіне сәйкес байқауға болады.



Сурет 4 – Жылу алмасу процесінің басталуы



Сурет 5 – Жылу алмасу процесінің жалғасу эффекті

Жылу алмасуды компьютерлік модельдеуді ұйымдастыру жүйесі, басқару процесін орындау үшін, сонымен қатар жылуалмасу процесінің көптеген есептеулерін жылдамдату мен жылу алмасу процесінің орындалу барысын қадағалауға мүмкіндік береді.

Параллельді есептеуші мониторингісінің орындалуы үшін интегралдық көрсеткіштер керек. Ол көрсеткіштер ыстық су компоненттерінің өзгеруін сипаттайтын және жылу беру шарттарында және екеуінің арасындағы байланысты сипаттайды. Интегралды көрсеткіштер жылу алмасу жүйелерінің потенциалды өзгеруіне ықпал етуін көрсетуі керек. Кез келген жылу алмасуды компьютерлік модельдеу және параллельді есептеу гидротермиялық режимге бағытталған тұтыну мүмкіндіктері мынаған алып келіп соғады, осы немесе басқа да материалды және энергия байланысының бағыты заттық немесе энергияның қосымша түсуімен байланысты. Қорытысында, табиғаттық жүйеде геологиялық және биологиялық су айналымы және химиялық заттардың айналымының бағыты өзгереді де табиғаттық жүйе компоненттерінің жаңа қасиетпен ерекшеленген табиғаттың қалыптасуына ықпал етеді. Жылу алмасуды есептеу кіріс деректері негізінде іске асырылады. Әрбір пластинкалы жылу алмасуды есептеу жеке түрде жүргізіледі.



Сурет 6 – Пластинкалы жылу алмасуда ыстық сумен қамтамасыз ету параметрлерін есептеу.

Әртүрлі пластинкалы жылу алмасуды есептеу үшін кіріс деректері қажет. Онсыз нақты есептеу мүмкін емес. Осы көрініс 7-ші суретіне сәйкес келтірілген.



Сурет 7 – Пластинкалы жылуалмасуда жылу беру параметрлерін есептеу.

Тұжырым. Жылу алмасуды компьютерлік модельдеуді ұйымдастыру жүйесі, басқару процесін орындау үшін сонымен қатар, жылу алмасу процесінің көптеген есептеулерін жылдамдату мен жылу алмасу процесінің орындалу барысын қадағалауға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер

1 *Авчухов В.В., Пакуте Б.Я.* Задачник по процессам тепломассо обмена. — М. : Энергоиздат, 1986. — 144 с.

2 *Темирбаев Д.Ж.* Тепломассообмен: Решение задач с использованием ЭВМ. — Алматы: АИЭС, 2004. — 64 с.

3 *Harry Gordan and Gita Alaghband.* Fundamentals of parallel processing // Published by Pearson Education Inc.- 2013. ISBN: 0-13-901158-7. – 155p.

Жидекулова Г.Е., кандидат технических наук, доцент,
e-mail: gul2006@mail.ru

Қуандықұлы М., магистрант, e-mail: B.boy.ner@bk.ru

*O.Zh. Mamyrbayev¹, N.G. Litvinenko¹, A.S. Shayakhmetova¹,
A.N. Sultangazieva², M. Turdalyuly¹*

¹Institute of information and computational technologies, Almaty c., Kazakhstan

²Kazakh national women's teacher training university, Almaty c., Kazakhstan

APPLICATION OF BAYESIAN NETWORK ON THE EXAMPLE OF TRAINING MODEL «RABOTA»

Abstract. In a modern information environment, the application of artificial intelligence, including the Bayesian approach, is relevant for solving various applied problems. The Bayesian approach is used as a method of adapting existing probabilities to newly obtained experimental data. The main idea of building a Bayesian network is to decompose a complex system into simple elements. The article is devoted to the application of the Bayesian network on the example of the training model "Rabota". The advantages of Bayesian networks and a real example of use in determining the ability of an applicant to take a vacant position have been considered. The proposed research method takes into account the main factors affecting the assessment of the candidate's potential for a particular position using the Bayesian approach. The results of the study including probabilistic relationships between individual nodes of the constructed Bayesian network have been presented.

Key words: artificial intelligence, Bayesian networks, probability dependence.

• • •

Аннотация. В современной информационной среде для решения различных прикладных задач актуально применение искусственного интеллекта, в том числе байесовского подхода. Байесовский подход используется как метод адаптации существующих вероятностей к вновь полученным экспериментальным данным. Основной идеей построения байесовской сети является разложение сложной системы на простые элементы. Статья посвящена применению байесовской сети на примере учебной модели «Rabota». Рассмотрены преимущества байесовских сетей и реальный пример использования при определении возможности претендента занять вакантную должность. Предложенный метод исследования учитывает основные факторы влияющие на оценку потенциала претендента на ту или иную должность с использованием байесовского подхода. Приведены результаты исследования, включающие вероятностные взаимосвязи между отдельными узлами построенной байесовской сети.
Ключевые слова: искусственный интеллект, байесовские сети, вероятностная зависимость.

• • •

Түйіндеме. Заманауи ақпараттық ортада әртүрлі қолданбалы есептерді шешу үшін жасанды интеллект, оның ішінде Байес әдісін қолдану өзекті болып отыр. Байес әдісі қолданыстағы ықтималдылықтарды жаңадан алынған тәжірибелік мәліметтерге бейімдеу әдісі ретінде қолданылады. Байес желісін құрудың негізгі идеясы – күрделі жүйені қарапайым элементтерге бөлу. Мақала «Rabota» оқу үлгісі мысалында Байес желісін қолдануға арналған. Байестік желілердің артықшылықтары және өтініш берушінің бос лауазымға орналасу қабілетін анықтаудағы нақты мысал негізінде қарастырылады. Ұсынылған зерттеу әдісі Байес әдісін қолдана отырып, белгілі бір лауазымға үміткердің әлеуетін бағалауға әсер ететін негізгі факторларды ескереді. Зерттеу нәтижелері, соның ішінде салынған Байес желіде құрылған жекелеген түйіндері арасындағы ықтималдық қатынастары ұсынылады. **Түйінді сөздер:** жасанды интеллект, байес желілері, ықтимал тәуелділік.

Introduction. Artificial intelligence is widely used in solving various problems in various fields of science, economics, social life and production. The most popular use of artificial intelligence was the use of Bayesian networks in research [1,2]. Bayesian networks are widely used in various fields: in economics, in psychology [3,4], in sociology, in governance theory, in medicine, in genetics, in the study of various complex physical processes, etc. The article [5] considers the theoretical foundations of modeling students based on Bayesian networks. The algorithms of competence model construction taking into account competence properties and Bayesian network construction for competence assessment have been described. The rule of interpreting probabilities for assessing the achievement of a learning goal has been proposed. Examples of assessing the level of competency formation on the basis of the constructed model have been considered. In [6], a student knowledge model in the form of a Bayesian trust network with a tree structure is proposed. The method of its construction and use for analysis and diagnostics in the intelligent testing system has been described. Bayesian networks provide a convenient tool for risk research, modeling, and quantification. The article [7] proposes a risk assessment model at all stages of software development. The model constructed in the form of a Bayesian trust network is dynamic, it easily adapts to the evidence obtained. This allows to enter into the system the data obtained at each stage of the project. Improved risk models in this way can be used in other similar projects.

The study [8] presents the implementation of the Bayesian model of logical inference in the development of an expert system to assess the

compliance of the graduates training level of technical areas of universities with the requirements of modern employers in the field of IT services. Effective use of the Bayesian network tool requires good computer technology and good software products to implement various tasks in the field of Bayesian networks. As a rule, there are no problems with computer technology in the modern world. A more difficult problem is the availability of good software products for working with Bayesian networks [9-12].

The problem statement is formed as follows on the example to show the use of the Bayesian network in assessing the applicant's suitability for a vacant position using the training model "Rabota".

To solve this problem, we will describe this model.

- It is required to determine the possibility of the applicant to take the vacant position.

- This requires evaluating the technical potential of the applicant and his communication skills.

- For simplicity of the model, we assume that the technical potential of the applicant depends on three factors: possession of a higher education, diligence and work experience in similar positions.

- Also, for simplicity, we assume that the applicant's sociability depends on his intelligence and social status.

- We assume that the possession of a higher education depends on the intelligence of the applicant.

We assume that the suitability of the applicant is determined by his technical training and communication skills.

Results and discussion. A Bayesian network consists of eight nodes and eight relationships (arcs) between nodes. The Bayesian network corresponding to this model is shown in Figure 1.

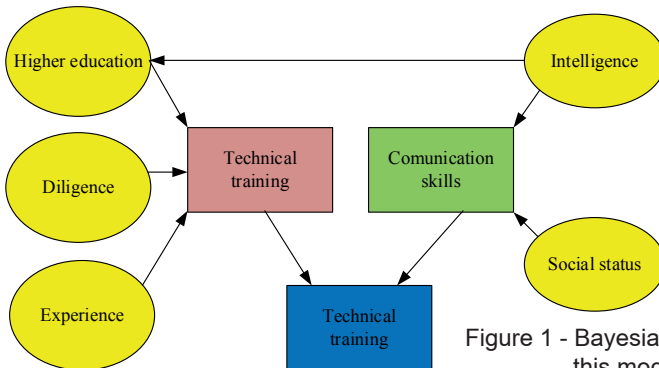


Figure 1 - Bayesian network of this model

A priori for the nodes of this network it is known:

- A priori, we believe that approximately 30% of people have low intelligence, 60% have medium intelligence, 10% have high intelligence.
- A priori, we believe that approximately 30% of people have a low social status, 50% have an medium social status, and 20% have a high social status.
- A priori, we believe that approximately 30% have a higher education.
- A priori, we believe that approximately 55.6% of people are lazy, 33.3% have average diligence, and 11.1% are hardworking.
- A priori, we believe that approximately 43% of people have low experience in this field, 43% have average work experience, and 14% have high work experience.
- Previous experience shows that 20% of applicants possess the necessary technical training.
- Previous experience shows that 20% of applicants have the necessary communication skills.
- Previous experience shows that only 10% of applicants are recognized as suitable for the vacant position.
- The probabilistic relationships between the individual nodes are described by the following tables:
- There is a probabilistic relationship between intelligence and higher education:

Table 1 - Probabilistic relationship between intelligence and higher education

Intelligence	Possession of a higher education	No higher education
Low	0.090909	0.909091
Average	0.25	0.75
High	0.75	0.25

There is a probabilistic relationship between intelligence, social status and sociability:

Table 2 - Probabilistic relationship between intelligence, social status and sociability

Intelligence	Social status	Sociability	
		Yes	No
Low	Low	0.09090909	0.90909091
Average	Low	0.33333333	0.66666667

High	Low	0.25	0.75
Low	Average	0.16666667	0.83333333
Average	Average	0.50	0.50
High	Average	0.75	0.25
Low	High	0.33333333	0.66666667
Average	High	0.75	0.25
High	High	0.83333333	0.16666667

There is a probabilistic relationship between higher education, diligence, work experience and technical training:

Table 3 - The probabilistic relationship between higher education, diligence, work experience and technical training

Higher education	Diligence	Work experience	Technical training	
			Yes	No
No	Low	Low	0.01	0.99
No	Low	Average	0.125	0.875
No	Low	High	0.25	0.75
No	Average	Low	0.01	0.99
No	Average	Average	0.167	0.833
No	Average	High	0.25	0.75
No	High	Low	0.01	0.99
No	High	Average	0.5	0.5
No	High	High	0.75	0.25
Yes	Low	Low	0.01	0.99
Yes	Low	Average	0.333	0.667
Yes	Low	High	0.5	0.5
Yes	Average	Low	0.01	0.99
Yes	Average	Average	0.50	0.50
Yes	Average	High	0.333	0.667
Yes	High	Low	0.01	0.99
Yes	High	Average	0.667	0.333
Yes	High	High	0.833	0.167

There is a probabilistic relationship between intelligence, social status, and sociability:

Table 4 - Probabilistic relationship between intelligence, social status and sociability

Technical training	Sociability	Suitable	
		Yes	No
No	No	0.091	0.909
No	Yes	0.167	0.833
Yes	No	0.667	0.333
Yes	Yes	0.909	0.091

Figure 2 shows the probability dependence of this model.

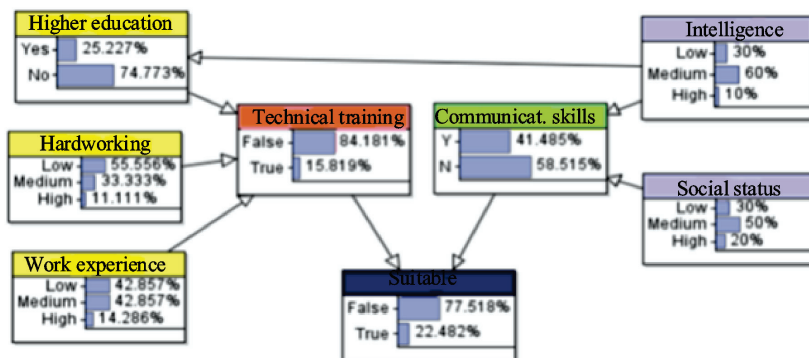


Figure 2. - Probability dependence

The data for the nodes will take the following values:

With a probability of 25.2%, the applicant has a higher education.

With a probability of 15.8%, the applicant has the necessary technical training.

With a probability of 41.5%, the applicant has communication skills.

With a probability of 22.5%, the applicant is suitable for the vacant position.

Suppose it is necessary to evaluate the applicant, who is known to have higher education and is hardworking. After entering these certificates data, we will have (Figure 3):

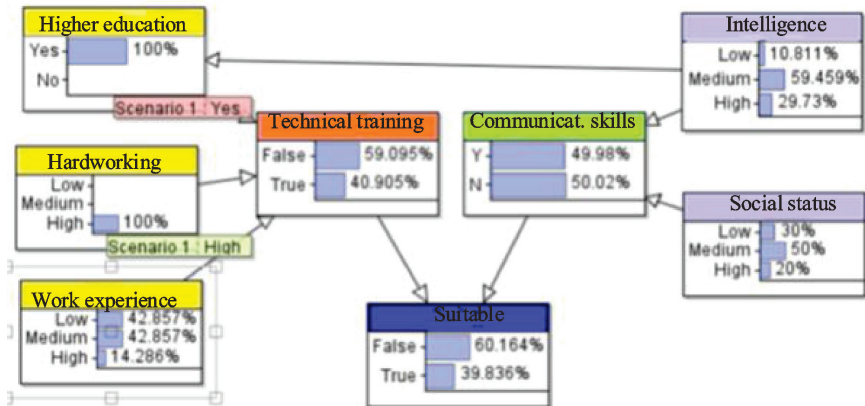


Figure 3. Probability dependence

The data for the nodes will take the following values:

With a probability of 100%, the applicant has a higher education.

With a probability of 100%, the applicant is hardworking.

With a probability of 40.9%, the applicant has the necessary technical training.

With a probability of 50% the applicant communication skills.

With a probability of 39.8%, the applicant is suitable for the vacant position.

Conclusion. Thus, this study shows some possibilities of applying the Bayesian network using the training model Rabota. The results of the study show the prospects of using Bayesian networks to solve problems with uncertainties. The model proposed in the paper reflects the initial stage of the study of this problem. In the process of studying the problem and using the results, the model can be supplemented with new personal characteristics and other indicators.

Source of research funding. This research has been conducted within the framework of the grant program of the Committee of Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan No.AR 05131293 (2018–2020) on the theme “Development and software implementation of a package for solving applied problems in Bayesian networks”.

References

1 *Goncharov M.* Bayesian networks. - 2011. - p.46 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.businessdataanalytics.ru/download/BayesianNetworks.pdf>

2 *Conrady S., Jouffe L.* Bayesian Networks & BayesiaLab. A Practical Introduction for Researches. ISBN: 978-0-9965333-0-0

3 *Litvinenko A., Litvinenko N., Mamyrbayev O., Shayakhmetova A., Turdalyuly M.* Clusterization by the K-means method when K is unknown // Proceed.3rd Inter. conf. «Applied Mathematics, Computational Science and Systems Engineering». - Rome, Italy, 2019. – Vol. 24. – pp. 1-6.

4 *Barber D.* Bayesian Reasoning and Machine Learning. [Электронный ресурс]: – 2017. – P.686., Режим доступа: <http://web4.cs.ucl.ac.uk/staff/D.Barber/textbook/020217.pdf>

5 *Khlopotov M.V.* Application of Bayesian network in the construction of students' models to assess the level of competency formation // Internet journal "Science". – 2014. – No.5(24). – pp. 1-28.

6 *Sologub G.B.* Construction and use of Bayesian network for modeling student knowledge in an intellectual testing system. Computer tools in education. – 2012. – No.2. – pp. 40-48.

7 *Fomenko A.O.* Method of calculation of project risks based on the use of Bayesian networks // Вісник НТУУ «КПІ» Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – 2017. – No.54. – pp. 126-129.

8 *Naseikina L.I., Sokolova I.M.* Development of expert system of professional competence assessment of future IT specialists // Technical Sciences - 2014. – No. 8(33). – pp. 1-12.

9 *Barber D.* Machine Learning. A probabilistic Approach. – p.343. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://pdfs.semanticscholar.org/7bc7/54bc548f-32b9ac53df67e3171e8e4df66d15.pdf>

10 *Murphy K.P.* Machine Learning A Probabilistic Perspective. The MIT Press. – p.1067.

11 *Jensen F.V., Nielsen T.D.* Bayesian Networks and Decision Graphs. Springer. – 2007. – p.447.

12 *Neapolitan R.E.* Learning Bayesian Networks. – p.704 [Электронный ресурс]:. Режим доступа: <http://www.cs.technion.ac.il/~dang/books/Learning%20Bayesian%20Networks>

Mamyrbayev O.Zh., PhD, e-mail: morkenj@mail.ru

Litvinenko N.G., holder of a master's degree, e-mail: n.litvinenko@inbox.ru

Shayakhmetova A.S., PhD, e-mail: asemshayakhmetova@mail.ru

Sultangazieva A.N., senior Lecturer, e-mail: anara77777@mail.ru

Turdalyuly M., junior research scientist, e-mail: mkt_001@mail.ru

ГЕОФИЗИКА. ГЕОДЕЗИЯ

МРНТИ 37.01.77, 37.21.15; 27.35.63

Т. Миргаликызы¹, Б.Г. Муканова¹, М.К. Турарова¹, И.Н. Модин²

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
г. Нур-Султан, Казахстан

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, Россия

МЕТОДИКА ИСКЛЮЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ РЕЛЬЕФА ПРИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ

Аннотация. Цель работы – разработка альтернативной методики устранения искажений рельефа поверхности земли при интерпретации данных электрической томографии. Одним из важных вопросов является влияние рельефа дневной поверхности на результаты инверсии данных электрической томографии, которая дает ложные аномалии. В работе представлены разработанная методика устранения искажений данных рельефа дневной поверхности, результаты тестирования и допустимые параметры применимости данной методики для двухслойной модели сред сопоставимых с рельефом поверхности земли. Моделирование кривых кажущегося сопротивления среды выполнены с помощью численной реализации метода интегральных уравнений, который является эффективным в использовании вычислительных ресурсов и точным в учете формы рельефа. Применение предложенной методики способствует устранению аномалии от рельефа дневной поверхности более сложных геологических сред для дальнейшей интерпретации данных в программах 2D-инверсии.

Ключевые слова: интерпретация, рельеф дневной поверхности, метод интегральных уравнений, кажущееся сопротивление, электрическая томография.

• • •

Түйіндеме. Бұл жұмыстың мақсаты электрлік томография деректерін интерпретациялау кезінде жер беті бедерінің әсерінен бұрмалануды жоюдың балама әдісін құру болып табылады. Маңызды мәселелердің бірі – жалған ауытқуларды беретін электрлік томография мәліметтерін инверсиялау нәтижелеріне жер беті бедерінің әсері. Бұл жұмыста жер беті бедерімен деректердің бұрмалануын жою үшін құрылған әдіс, сынақ нәтижелері және жер беті бедері бар екі қабатты орта үлгісі үшін осы әдістің қолданылуы мүмкін болатын параметрлері көрсетілген. 2D-инверсия бағдарламаларында

деректерді ары қарай интерпретациялау үшін ұсынылған әдісті қолдану анағұрлым күрделі геологиялық ортаның жер беті бедерінен пайда болған ауытқуларды жоюға ықпалдасады.

Түйінді сөздер: интерпретация, жер беті бедері, интегралдық теңдеулер әдісі, жуықтама кедергі, электрлік томография.

• • •

Abstract: The aim of this work is to develop an alternative method for eliminating distortion by the ground surface relief when interpreting electrical resistivity tomography data. One of the important issues is the influence of the ground surface relief on the results of the inversion of electrical resistivity tomography data, which gives false anomalies. This work presents the developed method for eliminating data distortion by the ground surface relief, the test results and acceptable parameters of the applicability of this method for a two-layer model of media with a ground surface relief. The curves of the apparent resistivity of the medium are simulated using the numerical implementation of the method of integral equations, which is efficient in using computing resources and accurate in taking into account the shape of the relief. Application of the proposed method helps to eliminate anomalies from the topography of the surface of more complex geological media for further interpretation of data in 2D inversion programs.

Keywords: interpretation, ground surface relief, integral equation method, apparent resistivity, electrical resistivity tomography.

Введение. Настоящее время характеризуется бурным развитием геофизических методов для решения разнообразных задач поиска и разведки объектов, расположенных в сложной горизонтально-неоднородной вмещающей среде. В частности, в последнее время получил развитие и внедрение такой метод как электрическая томография. Электрическая томография - это современная методика геофизических исследований методом сопротивлений для изучения двумерных и трехмерных сред [1]. На становление метода ЭТ повлияли работы авторов [2-13]. В работе [14] приведен краткий обзор развития метода. В настоящее время электрическая томография представляет собой целый комплекс, включающий как методику полевых наблюдений, так и технологию обработки и интерпретации полевых данных. Совершенствование методов обработки и интерпретации данных электрической томографии, является одним из актуальных задач геофизических исследований.

Теория интерпретации электромагнитных полей, изучаемых в методе сопротивлений, в основном развивалась для случая горизонтальной поверхности наблюдения. На практике, однако, часто прихо-

даться работать в условиях сложного рельефа дневной поверхности. Проведение интерпретации без учета влияния рельефа может привести к возникновению на геоэлектрических разрезах несуществующих аномалий и объектов [15-20]. Первыми обратили внимание на проблему влияния рельефа поверхности земли на распределение электрического поля советские геофизики С. Г. Комаров и Л. П. Горбенко. Уже в то время были известны основные особенности аномалии электрического поля, которые возникают на рельефе. При этом основная причина возникновения аномалии электрического поля над рельефом заключается в несоразмерности геометрического коэффициента для плоской поверхности и поверхности со сложным рельефом. В настоящий момент в электрической томографии сложилась сложная ситуация при наблюдениях в условиях сложного рельефа поверхности Земли. Есть несколько доступных широкому кругу геофизиков коммерческих программ инверсии [21-24] и небольшое количество академических программ [15, 25-26]. В этих программах при решении прямой задачи применяются метод конечных элементов и метод конечных разностей. Как известно, путь к построению результирующего геоэлектрического разреза обычно лежит через решение прямой задачи. В этих программах инверсии учёт и устранение влияния неровной поверхности земли решается путем коррекции значения кажущегося сопротивления [18, 27] и включения топографии в сетку. Эти программы успешно применяются на практике геофизиками, но при наличии сложного рельефа земной поверхности и высокой контрастности сопротивления сред не всегда дает удовлетворительный результат. Поэтому развитие методов учета и устранения неровной поверхности земли является важной проблемой при решении обратных задач электрической томографии.

Новизной исследования является разработка альтернативной методики исключения влияния рельефа дневной поверхности при интерпретации данных электрической томографии с применением метода интегральных уравнений (МИУ).

Идея метода интегральных уравнений заключается в представлении электрического поля, как суммы первичного поля и поля вторичных зарядов, которые возникают на границах раздела сред с разной электропроводностью, включая поверхность земли. Метод интегральных уравнений для однородного полупространства с неровным рельефом земной поверхности опубликован в работе [28]. Контактные границы и поверхность геоэлектрического разреза выступа-

ют как вторичные возбудители электрического поля. Задача расчета полей сводится к решению системы интегральных уравнений относительности плотности вторичных источников, индуцируемых на поверхностях контакта проводящих сред и на рельефной поверхности среды. Математическое описание этого явления приводит к уравнениям Фредгольма II рода с полярным ядром. По сравнению с другими методами (метод конечных элементов и метод конечных разностей) МИУ с адаптивной дискретизацией расчетной области под геометрию рельефа и геометрию измерительной установки обладает высокой точностью и экономичностью, позволяет практически без искажений учитывать форму рельефа и контактных границ среды.

В работе применение методики исключения влияния рельефа протестировано на модели двухслойной среды с рельефом земной поверхности. Определены параметры применимости данной методики для моделей двухслойной среды с рельефом земной поверхности до 5% невязки. Моделирование кривых кажущегося сопротивления получены путем решения системы интегральных уравнений [29].

Методика устранения искажений данных рельефом дневной поверхности. Опыт численных расчетов показал, что устранение аномалии от рельефа при интерпретации данных выражается следующей формулой:

$$Lg(\rho_{\kappa}^{real}) = Lg(\rho_{\kappa}^{anom}) - Lg(\rho_{\kappa}^{theor}) \quad (1)$$

ρ_{κ}^{anom} - кажущееся сопротивление исследуемой среды вместе с аномалией рельефа дневной поверхности;

ρ_{κ}^{theor} - теоретическое кажущееся сопротивление однородной среды;

ρ_{κ}^{real} - кажущееся сопротивление вмещающего геоэлектрического разреза с плоской поверхностью земли.

Идея методики исключения влияния аномалии от рельефа заключается во внесении поправок в наблюдаемые значения кажущегося сопротивления согласно формуле (1) и последующего ввода данных в программы 2D инверсии.

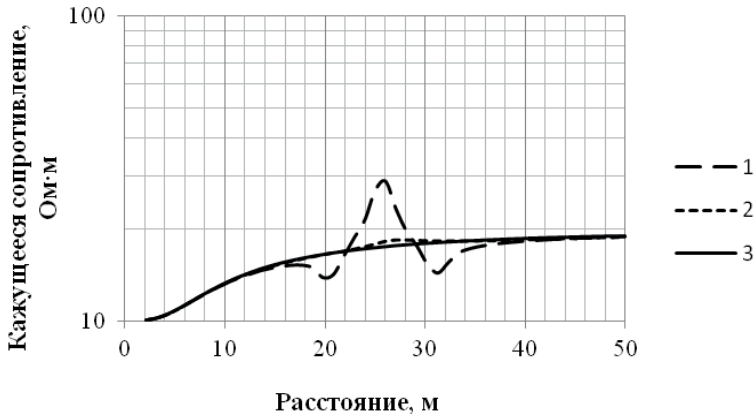
Пошаговое описание методики исключения влияния рельефа при интерпретации данных электрической томографии:

- 1) построение рельефа дневной поверхности исследуемой среды;
- 2) расчет кажущегося сопротивления однородной среды с рельефом дневной поверхности [29];

- 3) вычисление $lg(\rho_k^{real})$ по формуле (1);
- 4) антилогарифмирование $antilog(lg(\rho_k^{real}))$;
- 5) выполнение инверсии.

Тестирование методики исключения влияния рельефа проводилось путем сравнения результатов моделей сред с плоской поверхностью и с рельефом дневной поверхности земли. Рассматривалась одна и та же исследуемая среда, только с разными поверхностями: с рельефом дневной поверхности земли и плоской поверхностью.

Результат применения методики для одного положения питающего электрода в случае отрицательной формы рельефа с углом наклона 20 градусов приведен на рисунке 1.



- 1 – график кажущегося сопротивления исследуемой среды с рельефом (ρ_k^{anom});
 2 – график кажущегося сопротивления после применения методики; 3 – график кажущегося сопротивления среды с плоской поверхностью.

Рисунок 1 – Результат тестирования методики для отрицательной формы рельефа

Таким образом, построены графики невязки между кажущимся сопротивлением, полученным путем применения методики (ρ_k^{real}) и данной модели среды с плоской поверхностью (ρ_k^{theor}). Аномалию, связанную с влиянием рельефа, можно отнести к геологическим помехам, и известно [30–31], что при интерпретации данных допускается погрешность от таких помех не более 5%. В этом случае границы области эквивалентных геоэлектрических разрезов будут терпимыми.

На рисунке 2 приведен график невязки для двухслойной модели среды с отрицательной формой рельефа дневной поверхности земли с разными контрастностями первого (p_1) и подстилающегося слоя (p_2), где p_1, p_2 – сопротивления первого и второго слоев, соответственно. Контрастность сред с высокоомным основанием $p_1 < p_2$: сопротивление первого слоя $p_1 = 10 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ сопротивления второго слоя $p_2 = 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120$ и $150 \text{ (Ом} \cdot \text{м)}$. Угол наклона рельефа -20 градусов.



Рисунок 2 - График зависимости значения невязок от контрастности сред (ρ_1/ρ_2)

По графику заметно, что при увеличении контрастности сред значения невязки увеличивается и не превышает 5%.

Определение параметров применимости по методике устранения искажений данных рельефом дневной поверхности. Для определения допустимых параметров применения данной методики были выполнены многочисленные расчеты. В качестве эксперимента расчеты проводились для горизонтально-двухслойной среды с высокоомным основанием ($p_1 < p_2$) и с проводящим основанием ($p_1 > p_2$). Были рассмотрены положительная и отрицательная формы рельефа. Общая схема моделирования двухслойной среды с положительной формой рельефа представлена на рисунке 3.

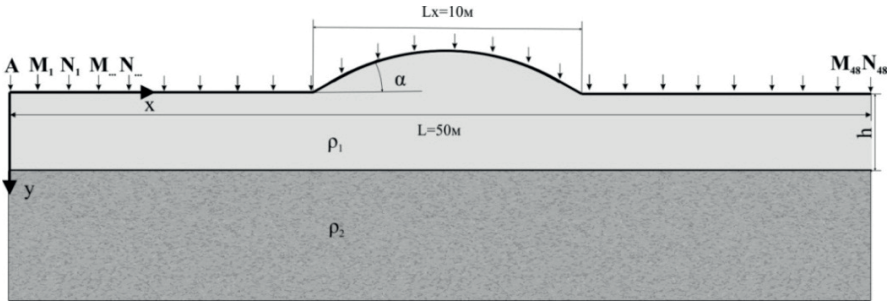


Рисунок 3 – Модель двухслойной среды с положительной формой рельефа

В расчетах длина основания рельефа на отрезке измерительной поверхности L_x взята с фиксированной длиной равной 10 метров и расположена симметрично относительно измерительной линии. Длина измерительной линии $L = 50$ м, количество измерительных электродов $kol(MN) = 48$, один источник питания А. Высота рельефа меняется в зависимости от изменения угла наклона рельефа (α). Расчеты выполнены для различных значений контрастности сред, глубины залегания (h) нижнего слоя и угла наклона рельефа (α). Учитывая допускаемую погрешность невязки не более 5%, полученной между кривыми кажущегося сопротивления с применением методики (ρ_k^{real}) и кривыми моделей сред с плоской поверхностью, получены таблицы 1-2 максимально допустимых значений углов наклона рельефа для различных значений контрастности сред и глубины залегания нижнего слоя для положительной и отрицательной форм рельефа.

Таблица 1 – Максимально допустимые значения углов наклона для положительной формы рельефа с высокоомным ($\rho_1 < \rho_2$) и проводящим ($\rho_1 > \rho_2$) основаниями.

$h, м$	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
$\rho_1/\rho_2, Ом \cdot м$							
Для $\rho_1 < \rho_2$							
10/20		10°	20°	20°	20°	20°	20°
10/40				10°	10°	10°	10°
10/80						10°	10°

		Для $p_1 > p_2$					
20/10		10^0	10^0	20^0	20^0	20^0	20^0
40/10				10^0	10^0	10^0	10^0
80/10				10^0	10^0	10^0	10^0

Таблица 2 – Максимально допустимые значения углов наклона для отрицательной формы рельефа с высокоомным ($p_1 < p_2$) и проводящим ($p_1 > p_2$) основаниями.

$h, м$					
$p_1/p_2, Ом \cdot м$	2	2,5	3	3,5	4
Для $p_1 < p_2$					
10/20			-10^0	-10^0	-20^0
10/40				-10^0	-10^0
10/80					-10^0
Для $p_1 > p_2$					
20/10	-10^0	-10^0	-10^0	-20^0	-20^0
40/10		-10^0	-10^0	-10^0	-10^0
80/10			-10^0	-10^0	-10^0
160/10				-10^0	-10^0

Согласно таблицам максимально допустимых значений углов наклона рельефа для различных значений контрастности сред и глубины залегания нижнего слоя для положительной и отрицательной форм рельефа получены таблицы 3-4 значений невязок между кривыми кажущегося сопротивления с применением методики (ρ_k^{real}) и кривыми моделей сред с плоской поверхностью.

Таблица 3 – Значения невязок для положительной формы рельефа с высокоомным ($p_1 < p_2$) и проводящим ($p_1 > p_2$) основаниями, не превышающие 5%.

$h, м$							
$p_1/p_2, Ом \cdot м$	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Для $p_1 < p_2$							
10/20	3,9%	5,0%	4,2%	3,7%	3,4%	3,2%	

10/40				4,2%	3,7%	3,5%	3,1%
10/80						5,0%	4,5%
Для $p_1 > p_2$							
20/10	3,8%	3,1%	4,1%	3,5%	3,1%	2,95%	2,9%
40/10			4,1%	3,4%	2,9%	2,7%	2,6%
80/10				4,5%	4,0%	3,8%	3,9%

Таблица 4 – Значения невязок для отрицательной формы рельефа с высокоомным ($p_1 < p_2$) и проводящим ($p_1 > p_2$) основаниями, не превышающие 5%.

$h, м$	2	2,5	3	3,5	4
$p_1/p_2, Ом \cdot М$					
Для $p_1 < p_2$					
10/20		3,7%	2,7%	2,1%	4,3%
10/40				4,3%	3,3%
10/80					4,9%
Для $p_1 > p_2$					
20/10	3,9%	2,9%	2,2%	4,4%	3,5%
40/10		4,8%	3,7%	3,1%	2,6%
80/10			4,8%	3,9%	3,6%
160/10				5,0%	4,7%

Таким образом, определили значения допустимых параметров применимости по методике исключения влияния рельефа для двухслойной среды с рельефом дневной поверхности:

1. При увеличении контрастности сред значение невязки возрастает;
2. При увеличении угла наклона рельефа так же значение невязки превышает 5%, максимально рекомендуемое значение угла наклона 20° ;
3. При увеличении глубины залегания нижнего слоя уменьшается значение невязки;
4. Для положительной формы рельефа с высокоомным основанием ($p_1 < p_2$) значение невязки превышает 5%, если глубина залегания нижнего слоя меньше 1,5 м;

5. Для отрицательной формы рельефа с высокоомным основанием ($\rho_1 < \rho_2$) значение невязки превышает 5%, если глубина залегания нижнего слоя меньше 2,5 м;

6. Для положительной формы рельефа с проводящим основанием ($\rho_1 > \rho_2$) значение невязки превышает 5%, если глубина залегания нижнего слоя меньше 1 м;

7. Для отрицательной формы рельефа с проводящим основанием ($\rho_1 > \rho_2$) значение невязки превышает 5%, если глубина залегания нижнего слоя меньше 2 м.

Заключение. При интерпретации данных исследования электрической томографией без учета влияния рельефа дневной поверхности могут выявиться несуществующие аномалии. Для надежной интерпретации данных и получения достоверных геофизических разрезов исследуемой среды разработана методика устранения влияния рельефа земной поверхности. В данной работе описана методика, результат тестирования и определены границы применимости разработанной методики. Предложенная методика дает основу для дальнейшего совершенствования и развития метода исключения влияния рельефа для получения более точных и достоверных результатов интерпретации данных электротомографических исследований, в условиях сложно построенных сред с неровной поверхностью земли.

Список литературы

1 Бобачев А.А., Большаков Д.К., Модин И.Н., Шевнин В.А. Электроразведка: пособие по электроразведочной практике для студентов геофизических специальностей. Т. II. Малоглубинная электроразведка / Под ред. Проф В.А. Шевнина, доц. А.А. Бобачева. – Изд. 2-ое, перераб. идоп.– М.: МГУ, 2013. – 124с.

2 Zohdy A.A.R. A new method for the automatic interpretation of Schlumberger and Wenner sounding curves // Geophysics. – 1989. – Vol. 54, no. 2. – P. 245-253.

3 Barker R.D. A simple algorithm for electrical imaging of the subsurface // First Break. – 1992. – Vol. 10, no. 2. – P. 53-62.

4 Griffiths D.H. and Turnbull J. A multi-electrode array for resistivity surveying // First Break. – 1985. – Vol. 3, no. 7. – P. 16-20.

5 Edwards L.S. A modified pseudo-section for resistivity and induced polarization // Geophysics. – 1977. – Vol. 42, no. 5. – P. 1020-1036.

6 Loke M.H., Barker R.D. Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudo sections using a quasi-Newton method // *Geophysical Prospecting*. – 1996. – Vol. 44, no. 1. – P. 131-152.

7 Dahlin T. On the Automation of 2D Resistivity Surveying for Engineering and Environmental Applications // PhD thesis. – Lund University. – 1993. – P. 187.

8 Dahlin T. 2D resistivity surveying for environmental and engineering applications // *First Break*. – 1996. – Vol. 14, no. 7. – P. 275–283.

9 Бобачев А.А., Модин И.Н., Перваго Е.В., Шевнин В.А. Многоэлектродные электрические зондирования в условиях горизонтально-неоднородных сред // *Разведочная геофизика. Обзор. АОЗТ «Геоинформмарк»*. – 1996. – Вып. 2. – 50с.

10 Бобачев А.А., Горбунов А.А., Модин И.Н., Шевнин В.А. Электротомография методом сопротивлений и вызванной поляризации // *Приборы и системы разведочной геофизики*. – 2006. – № 2. – С. 14-17.

11 Бобачев А.А., Марченко М.Н., Модин И.Н., Перваго Е.В., Урусова А.В., Шевнин В.А. Новые подходы к электрическим зондированиям горизонтально-неоднородных сред // *Физика Земли*. – 1995. – № 12. – С. 79-90.

12 Barker R. D. The offset system of electrical resistivity sounding and its use with a multicore cable // *Geophysical Prospecting*. – 1981. – Vol. 29, no. 1. – P. 128-143.

13 Модин И.Н., Бобачев А.А. Электротомография со стандартными электроразведочными комплексами // *Разведка и охрана недр*. – 2008. – № 1. – С. 43-47.

14 Dahlin T. The development of electrical imaging techniques//*Computers and Geosciences*. – 2001 – №27(9). – P. 1019- 1029.

15 Erdogan, I. Demirci, M.E. Candasayar, Incorporating topography into 2D resistivity modeling using finite-element and finite-difference approaches//*Geophysics*. – 2008. – 73(3), P. 135–142.

16 Demirci E. Erdogan, M.E. Candasayar, Two-dimensional inversion of direct current resistivity data incorporating topography by using finite difference techniques with triangle cells: investigation of Kera fault zone in western Crete // *Geophysics*. – 2012. – 77(1), P. 67–75.

17 Penz H. Chauris, D. Donno C. Mehl, Resistivity modeling with topography// *Geophys. J. Int.* – 2013. – 194(3), P. 1486–1497.

18 Fox, G.W. Hohmann, T.J. Killpack, L. Rijo. Topographic effects in resistivity and induced polarization surveys// *Geophysics*. – 1980. – n. 45, P. 75–93

19 Tsourlos, J.E. Szymanski, G.N. Tsokas. The effect of topography on commonly used resistivity arrays// *Geophysics*. – 1999. – 64(5), P. 1357–1363.

20 Gunther, C. Rucker, K. Spitzer. Three-dimensional modelling and inversion of dc resistivity data incorporating topography—I. Modelling // *Geophys. J. Int.* – 2006. – 166, P. 495–505.

21 Loke M.H. Electrical imaging surveys for environmental and engineering studies: A practical guide to 2-D and 3-D surveys / Copyright [1997, 1999, 2000] by Dr. M.H.Loke. – 2000. – 67. p.

22 Günther T., Rücker C. Boundless Electrical Resistivity Tomography BERT 2. The user tutorial Boundless// Geophysics. – 2019. – Version 2.2.8. – 70 p.

23 Kaminsky, A.E., Erokhin, S.A., Politcina, A.V. Total data inversion of shallow geophysical surveys // Engineering Surveys. – 2016. – №9, P. 44-51.

24 Zonge K.L. State of the Art in IP and Complex Resistivity. In «Proceedings of Exploration 97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration» edited by A.G. Gubins// Electrical and Electromagnetic Methods. – 1997, P.523-526.

25 De-Bao Lu, Qi-You Zhou, Junejo S.A., An-Lin Xiao. A Systematic Study of Topography Effect of ERT Based on 3-D Modeling and Inversion. Pure and Applied // Geophysics. – 2015. – Vol. 172, Issue 6, p.p. 1531–1546.

26 Pidlisecky A., Haber E., Knight R. Resinvm3D: A 3D resistivity inversion package. Geophysics. – 2007. – Vol.72, №2, P. H1-H10.

27 Shi-zheXu, ZuchengGao, Sheng-kai Zhao. An integral formulation for three-dimensional terrain modeling for resistivity surveys //Geophysic's. – 1988. – Vol. 53. No. 4, P. 546-552.

28 Mirgalikzy T., Mukanova B., Modin I. Method of Integral Equations for the Problem of Electrical Tomography in a Medium with Ground Surface Relief // Journal of Applied Mathematic. – 2015. – vol. 2015, Article ID 207021, doi:10.1155/2015/207021, ISSN (1110-757X) (Print), ISSN (1687-0042) (Online), SCOPUS.

29 Mukanova B, Mirgalikzy T., Rakisheva D. Modelling the Influence of Ground Surface Relief on Electric Sounding Curves Using the Integral Equations Method // Mathematical Problems in Engineering – vol. 2017, Article ID 9079475, DOI: 10.1155/2017/9079475,P.1-10.

30 Электроразведка: пособие по электроразведочной практике для студентов геофизических специальностей / под редакцией проф. В.К. Хмелевского, доц. И.Н. Модина, доц. А.Г. Яковлева. – М., 2005. –311 с.

31 Инструкция по электроразведке: Наземная электроразведка, скважинная электроразведка, шахматно-рудничная электроразведка, аэроэлектроразведка, морская электроразведка /М-во геологии СССР. - Л: Недра, 1984. - 352 с.

Миргаликызы Т., PhD, e-mail: m_t85@mail.ru

Муканова Б.Г., доктор физико-математических наук, e-mail: mpsha01@gmail.com

Турарова М.К., PhD, e-mail: marzgan_08@mail.ru

Модин И.Н., доктор технических наук, профессор, e-mail: imodin@yandex.ru

*М.М. Сейтқазы¹, М.Т. Таукебаева², А.С. Ақтымбаева¹,
О.Ж. Таукебаев¹*

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²Ұлттық мемлекеттік ғылыми-техникалық сараптама орталығы,
Алматы қ., Қазақстан

LANDSAT TM/ETM-НЕН АЛЫНҒАН NDVI НЕГІЗІНДЕ АЛАКӨЛ АЛАБЫНЫҢ ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ӨЗГЕРУ ДИНАМИКАСЫН ТАЛДАУ

Түйіндеме. Мақалада Алакөл алабының өсімдік жамылғысының өзгеру динамикасын зерттеу нәтижелері берілген. Өсімдік жамылғысы әртүрлі физика-географиялық, климаттық ерекшеліктерімен, сондай-ақ зерттелетін аумақтың геоэкологиялық жағдайларымен байланысты өңірдің ерекшеліктерін анықтайтын индикаторлардың бірі болып табылады. Осыған байланысты мақалада қарастырылып отырған аумақта орналасқан метеостанциялардан алынған жауын-шашын деректерін және ауа температурасын салыстыру негізінде Алакөл алабының өсімдік жамылғысының өзгеру динамикасы көрсетілген. 2010-2018 жж. NDVI мәліметтері бойынша өсімдік жамылғысының қазіргі жағдайы қарастырылды және алынған нәтижелер климаттық және өсімдік жамылғысы индексінің карталарында келтірілген. Негізгі көрсеткіштер 2010 және 2018 жылдардағы Landsat 7 ғарыштық суреттерінен алынды, олар ENVI, QGIS және ArcGIS бағдарламаларының көмегімен өңделді. Ғарыштық суреттерге сәйкес, аймақтағы қазіргі жағдай мен талдау нәтижелері келтірілген. Вегетациялық индекстің статистикалық талдауы бірнеше жыл бойынша NDVI өзгерістерінің регрессиялық теңдеулерін алуға мүмкіндік берді. 2010 жылмен салыстырғанда 2018 жылы тығыз және өте сирек өсімдіктердің аудандары ұлғайған.

Түйінді сөздер: Алакөл алабы, өсімдік жамылғысы, климат көрсеткіші, NDVI, Landsat 7, қашықтықтан зондылау, тұрақты даму.

• • •

Аннотация. В статье представлены результаты исследования динамики изменения растительного покрова Алакольского бассейна. Растительный покров является одним из индикаторов определяющего особенности региона, которые связаны с различными физико-географическими, климатическими особенностями, а также геоэкологической ситуацией исследуемой территории. В связи с этим в статье представлена динамика изменения растительного покрова Алакольского бассейна на основе сопоставления данных осадков и температуры воздуха

от метеостанций, расположенных на рассматриваемой территории. По данным NDVI за 2010-2018 годы была рассмотрена современная ситуация растительного покрова и полученные результаты представлены на климатических и картах индекса растительного покрова. Основные показатели были взяты с космических снимков Landsat 7 в 2010 и 2018 годах, которые были обработаны в программах ENVI, QGIS и ArcGIS. По данным космических снимков представлена современная ситуация региона и результаты анализа. Статистический анализ рядов вегетационного индекса позволил получить регрессионные уравнения изменений NDVI в течении нескольких лет. Установлено, что по сравнению с 2010 годом в 2018 году увеличились площади густой и очень редкой растительности.

Ключевые слова: бассейн Алаколь, растительный покров, показатель климата, NDVI, Landsat 7, дистанционное зондирование, устойчивое развитие.

• • •

Abstract. The article presents the results of a study of the dynamics of changes in the vegetation cover of the Alakol basin. The vegetation cover is one of the indicators of the defining features of the region, which are associated with various physiographic, climatic features, as well as the geocological situation of the study area. In this regard, the article presents the dynamics of changes in the vegetation cover of the Alakol basin based on a comparison of precipitation data and air temperature from weather stations located in the territory under consideration. According to NDVI data for 2010-2018, the current situation of the vegetation cover was considered and the results obtained are presented on climatic and maps of the vegetation cover index. The main indicators were derived from Landsat 7 satellite images in 2010 and 2018, which were processed using ENVI, QGIS, and ArcGIS. According to satellite imagery, the current situation in the region and the results of the analysis are presented. Statistical analysis of the series of the vegetation index made it possible to obtain regression equations for NDVI changes over several years. It was established that, compared with 2010, in 2018, areas with dense and very rare vegetation increased. The main reason for this change is to reduce the area of rare and the area from the average density of vegetation due to the development of these lands.

Keywords: Alakol basin, vegetation cover, climate indicator, NDVI, Landsat 7, remote sensing, sustainable development.

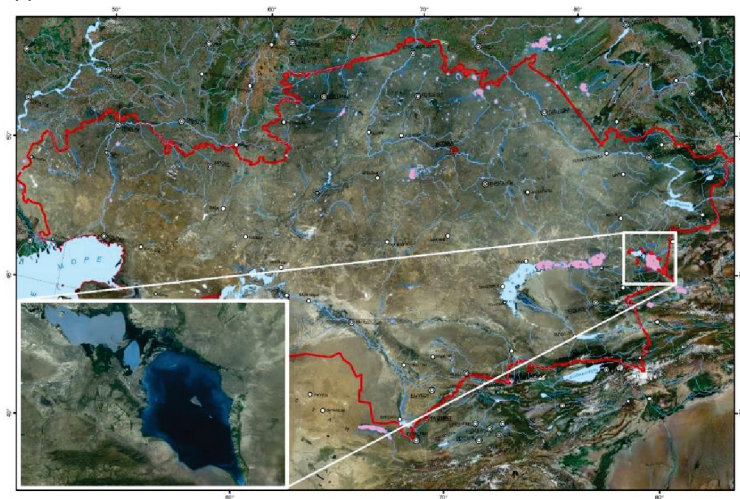
Кіріспе. Зерттеу тарихына тоқталып өтсек, XIX ғасырда және XX ғасырдың бірінші жартысында Алакөл алабы бірнеше рет геологтар, гидрогеологтар, географтар, топографтар және гидробиологтармен танысып, зерттелді. Олардың ішінде А. Шренк (1840-1845 жж.) [1], А.Ф. Голубева (1862 ж.) [2], В.В. Сапожникова (1904-1907 жж.) [3], В.А. Обручева (1905-1906 жж.. 1909 ж.) [4], Б.К. Терлецкий (1931-1940 жж.) [5], З.А. Сваричевская (1933 ж.) [6] және т.б. Алакөлдің алабының гидрогеологиялық жағдайлары мәселелерімен С.Мухамеджанов (1965 ж.), Т.Т. Исабаев (1968 ж.) [7], Р.Д. Кудрин (1965 ж.) [8], Ж.С. Сыдықов (1972 ж.) [9] және

т.б. Тянь-Шань. Алакөл шөгінді алабы (1960 ж.), А.К.Бувалкин және В.В. Власов (1961 ж.), А.К.Бувалкиннің бүгілген құрылымдарында орналасқан геологиялық сипаттамасына көптеген жарияланған жұмыстарды (1958 ж.) [10], А.А. Иванов (1962 ж.), В.А. Обручев (1958 ж.), А.К. Бувалкин және Л.И.Котова (1991 ж.), Л.К. Диденко-Кислицин (1999 ж.) арнады [11].

Алакөл көлі алабының аумағында орналасқан табиғи-шаруашылық жүйелерінің геоэкологиялық жағдайларына байланысты мәселелермен Ж. Достай, М.Ж. Бурлибаев, Н.А. Амиргалиев, Л.Я. Курочкина, А.С. Ақтымбаева [12], С.К. Алимкулов және басқалары айналысқан. Алакөл көлі алабы аумағының туристік-рекреациялық әлеуетін зерттеумен С.Р. Ердавлетов, В.П. Благовещенский, О.Б. Мазбаев, Е.А. Тоқпанов, Б.К. Асубаев және басқалары айналысқан [13]. Жер беті жамылғысы туралы ақпарат қоршаған ортаны қорғау және тұрақты дамуды іске асыру жөніндегі шараларды әзірлеу үшін негіз бола алады [14-16]. Қашықтықтан зондылау технологиясы жер бедері туралы ақпарат алудың негізгі құралы болып табылады және мәліметтерді жинау мен жаңартудың жоғары жылдамдығы, кең ауқымы, экономикалық тиімділігі және үлкен кеңістіктік ақпараттар оның негізгі артықшылығы болып саналады [17-19]. Қашықтықтан зондылау әдісін далалық әдістермен бірге қатар қолдану соңғы уақытта кеңінен таралып келеді. Бірақ өсімдік жамылғысын зерттеуде бұрыннан келе жатқан дәстүрлі әдіс тиімді емес, өйткені олар ұзақ уақытты алады және қымбатқа түседі.

Жер беті жамылғысын зерттеуде әлемнің 30-дан астам зерттеу топтарымен бірге Италиядағы Біріккен зерттеу институты SPOT4-VEGETATION ғарыштық суретінен мәліметтерді алып, жаһандық жер бедерінің картасын жасауға арналған «Global Land Cover 2000 (GLC2000)» жобасын іске асырды [20]. Екі жылдан кейін АҚШ НАСА 2001 жылдың қаңтарынан желтоқсанға дейінгі кезеңдеріндегі MODIS жаһандық жер жамылғысы туралы деректер базасын шығарды [21]. Өсімдік жамылғысын инфрақызыл спектрдағы суреттерді қолдана отырып картографиялауда 1994 жылы АҚШ Геологиялық қызметі мен Ұлттық парктер қызметі арасындағы «USGS-NPS Vegetation Mapping» жобасы басталған [22-23]. Қашықтан зондылау технологиясы, әсіресе үлкен аудандарда, өсімдік жамылғысының динамикасын қарастырғанда экономикалық жағынан тиімді, әрі қолданбалы мүмкіндіктерді ұсынады [24]. Жер бетінің жағдайың, өсімдік жамылғысын ғарыштан бақылау жиырмасыншы ғасырдың аяғынан бері негізгі мәлімет көзі болып келеді. Құрғақ жерлерде өсімдіктердің жай-күйін сипаттау үшін ерекше қызығушылық тудыратын ғарыштық деректер көрсеткіштерінен алынған үлгілерді құру әрекеттері ұлғая түсуде. Бұл көрсеткіштер шөлейттену динамикасын зерттеуде, әсіресе оның ертерек алдын алуда өте пайдалы. Зерттеудің көрнекті көрсеткішіне ғарыштық суреттер көмегімен анықталатын өсімдік индексі (NDVI) жатады.

Зерттеу нысаны. Алакөл алабының географиялық орны Қазақстан Республикасының оңтүстік-шығыс бөлігіне сәйкес келеді. Солтүстігінде – Тарбағатай, оңтүстігінде – Жетісу Алатауы, шығыс және оңтүстік-шығысында Барлық жоталары орналасқан. Сонымен қатар Барлық жотасы мен Жетісу Алатауының арасында Жоңғар қақпасы деп аталып кеткен тар таулы өткелдер орналасқан. Батыста ойпаттың шекарасы жеткілікті шартты, өйткені нақты табиғи шептер мұнда бақыланбайды. Алакөл солтүстік-батыстан оңтүстік-шығысқа қарай созылып жатқан теңіз деңгейінен 247.3 м абсолюттік биіктікте орналасқан ағынсыз көл (1-сурет). Көлдің ауданы барлық аралдарымен қоса алғанда 2696 км², жағалауының ұзындығы 384 км-ді, ұзындығы 104 км-ді, ең шығыңқы ені 52 км-ді, ең терең жері 54 м-ді, орташа тереңдігі 22.1 м-ді құрайды, ал көлдің су көлемі 58-60 км³, су жинау алабы 47859 км² тең, сонымен қатар көлге 15-тен аса өзен келіп құяды.



Сурет 1 – Зерттеу аймағы

Көлдегі ең үлкен шығанақ Алакөл шығанағы деп аталады және ол оңтүстік-шығыс жағында орналасқан [25]. Қабанбай, Көктұма, Ақши, Көктал елді-мекендері аумағында емдеу-сауықтыру мақсатындағы туристік жүйелер орналасқан. Соңғы жылдары осы мақсатта пайдалануына байланысты антропогендік әсерге көп ұшырауының әсерінен өсімдік жамылғысының жай-күйінің өзгерісін бақылау мен зерттеу өзекті мәселе болып саналады.

Зерттеу мәліметтері мен әдістері. Жұмыста геоэкологиялық үдерістерді талдаудың жалпы ғылыми әдістері, камералды картографиялау әдістері, статистикалық мәліметтерге салыстырмалы

талдау жасау, кешенді талдау әдістері, қашықтықтан зондылау мәліметтерін бақылау әдістері пайдаланылды [26-30]. *Дереккөздер.* Зерттеу негізінен Landsat ғарыштық суреттері мен аймақтағы метеорологиялық станциялардан алынған ақпараттар арқылы жүзеге асырылды. Пайдаланылған ғарыштық суреттердің сипаттамасы 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 - Талдауда пайдаланылатын деректер жиынтығы және олардың сипаттамалары

Мәліметтер жиынтығы	Уақыты	Кеңістіктік рұқсаттылығы	Дерек көзі	Форматы
Landsat 7	2010 жыл тамыз	30 м	U.S. Geological Survey	Raster
	2018 жыл тамыз	30 м	U.S. Geological Survey	Raster

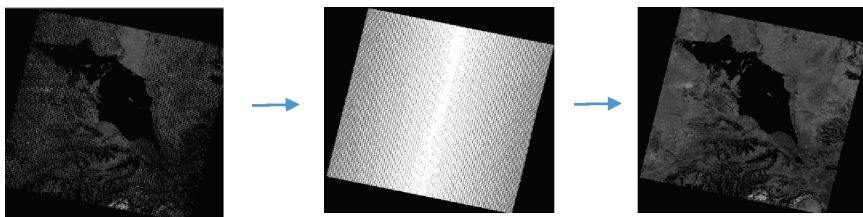
Алакөл көлі алабы аумағының топырақ-өсімдік жамылғысын бағалауды төмендегі көрсеткіштер бойынша жүргізу ұсынылды: табиғи аймақ, ормандылық, батпақтылық, жыртылған аумақ. Топырақ-өсімдік жамылғысын бағалау шкаласы Ю.А. Веденин, Н.Н. Мирошниченко [31] және А.В. Дроздов [32] ұсынған бағалау негізінде жасалды. Алакөл көлі алабының биіктік белдеуі таулы аудандарда, шөлді және жартылай шөлейтті жерлер жазық аймақтарда тараған. Ландшафттың сирек кездесетіндігіне байланысты шөлді және шөлейтті аймақтарды салыстырмалы түрде қолайлы деп, далалы аймақтарды қолайлы, рекреациялық мақсатта пайдалануға орманды және орманды-дала аймақтарын ең қолайлы деп бағалау жасалды (2-кесте) [12].

Кесте 2 - Топырақ-өсімдік жамылғысын бағалау шкаласы

Көрсеткіштер	Топырақ-өсімдік жамылғысы		
	ең қолайлы	қолайлы салыстырмалы түрде қолайлы	
Табиғи аймақ	орманды, орманды-дала аймағы	орманды-дала аймағы	шөлді және шөлейт аймақтар
Ормандылық, %	15-тен астам	10-15	10-нан кем
Батпақтылық, %	1-3	3-5	5
Жыртылған жер, %	20	20-30	30

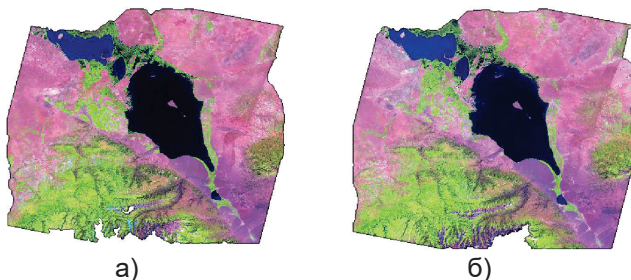
Топырақ-өсімдік жамылғысының қорытындысы бағасы аталған барлық көрсеткіштерді негізге ала отырып, қосындысын есептеу арқылы жүзеге асырылады. Осы аталған мәліметтерді ескере отырып, карталар құрастырылып, олардың қорытынды бағасы берілді. *Ғарыштық суреттерді алдын-ала өңдеу.* Landsat ғарыштық суреттерінің ішінде кейінгі уақытта Landsat 8 ғарыштық суретінің үлесі

өте жоғары. Бірақ соған қарамастан Landsat 7 суреттері бойынша үлкен архивтік базаның арқасында құбылыстың көпжылдық өзгеру динамикасын зерттеуде басымдылыққа ие. Сонымен қатар осы зерттеу аймағының зерттеу уақытындағы Landsat 8 OLI суреттерінде бұлттылық деңгейі жоғары болғандықтан, Landsat 7 + ETM сенсорынан алынған 2010 жылғы 8 тамыз бен 2018 жылғы 14 тамыздағы мәліметтер пайдаланылды және олар Earth Explorer USGS сурет дерекқорынан (Landsat Imagery мұрағаты) жүктелді [33-34]. Landsat 7 + ETM спутниктерінен алынған барлық ғарыштық суреттерде 2003 жылдың 31 мамырынан бері белгілі CLS-off ақауы бар (қара жолақтар) (сурет 2), суреттердің ортасында орталықтан шетіне дейін кеңейтілмейтін қара жолақтар бар. Бұл «бос орындар» автоматты түрде декодтауда кескіндерді пайдалануды айтарлықтай қиындатады және бірнеше нұсқауларға кедергі келтіреді. Сондықтан алдын ала зерттеуде қолданылатын ғарыштық суреттер каналдарында қара жолақтар алынып тасталды [35].



Сурет 2 – Landsat 7 ғарыштық суретінің 5 каналы (2018 ж. 14 тамыз)

5-4-3 каналдарының комбинациясы (сурет 3) 4-5-1 комбинациясы сияқты көптеген мәліметтердің дешифрленуі мен түстік контраст береді. Сау өсімдік жамылғысы ашық жасыл, ал топырақ жамылғы қызғылт түспен беріледі. Бұл комбинация өсімдік жамылғысын зерттеуге өте қолайлы және ормандарды зерттеуде кең қолданысқа ие [36].



Сурет 3 – Зерттеу аймағының табиғи түстер (Landsat 7 (5-4-3) а) 2018 ж. 14 тамыз; б) 2010 ж. 8 тамыз)

Great Plains зерттеуі бойынша зерттеушілер Дональд Диринг және Роберт Хаас [37] жайылымдық өсімдіктерінің биофизикалық сипаттамаларын ғарыштық спектральды сигналдардан корреляциялау немесе сандық бағалау қабілеттілігін осы айырмашылықтармен араластырды. Резидент математик Джон Шелл [37] кейінірек қызыл және инфрақызыл сәулелердің айырмашылығының сомасын олардың салдарын реттеуге немесе «қалыпқа келтіруге» арналған құралды ұсынды. Бастапқыда олар бұл коэффициентті «Өсімдіктер индексі» деп атады. Кейіннен нормаланған өсімдіктер индексі ретінде атай бастады. NDVI-тің ең алғашқы ресми мәлімдемесі 1973 жылы Д.У. Роз [38] және т.б. жасады. NDVI-дың қолданылуын сипаттайтын ғылыми журналдардың бірнеше мақаласына жауапты адам NASA-ның Goddard Space Flight Center-дағы Комптон Такер [39] болды. Осылайша, NDVI өсімдік аймақтарын және олардың «жай-күйін» оңай және тез анықтауға тырысқан көптеген әрекеттердің ең сәтті еңбектерінің бірі болып табылады және қашықтықтан зондылау мультиспектральды деректерінде жасыл өсімдіктерді табу үшін ең танымал және пайдаланылатын индекс болып қала береді. Өсімдіктерді анықтаудың мүмкіндіктері көрсетілсе, пайдаланушылар NDVI-ды өсімдіктердің фотосинтетикалық қабілетін сандық бағалауға қолданады.

NDVI көрсеткіші [40] келесі формула бойынша есептеледі:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

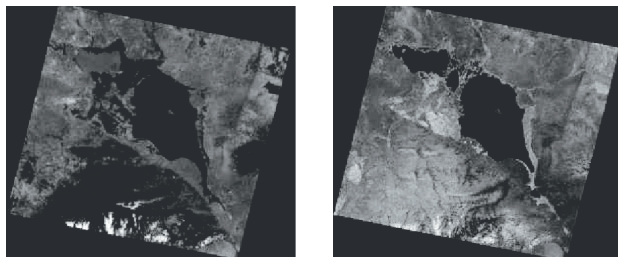
мұндағы, NIR - спектрдің жақын инфрақызыл аймағындағы көрініс.

RED - спектрдің қызыл аймағындағы көрініс. Осы формулаға сәйкес қызыл және инфрақызыл диапазонындағы жарық қарқындылығының айырмасының олардың қосындысына бөлгенге тең болатын қалыпты өсімдік жамылғысының индексі (NDVI) анықталады.

NDVI есептеуі тамырлы өсімдіктердің спектральды шағылысқан мәні ең тұрақты екені (басқа әсерлерден тәуелсіз) анықталған. Спектрдің қызыл диапазонында (0.6-0.7 мкм) терең тамырлы өсімдіктердің хлорофилі күн радиациясын максималды жұтуы және инфрақызыл аймақта (0.7-1.0 мкм) жапырағының жасушалық құрылымдарының максималды көрінісі болып табылады. Яғни, жоғары фотосинтетикалық белсенділік (әдетте, тығыз өсімдіктермен байланысты) спектрдің қызыл аймағында және одан да көп инфрақызыл түрлерде аз көрінеді. Бұл көрсеткіштердің өзара байланысы басқа табиғи нысандардан бөліп, талдауға мүмкіндік береді [41].

NDVI есептеу үшін Landsat 7 ғарыштық суреттерін пайдалана отырып, олардың 4 және 3 арналары қолданылады

(сурет 4). Қолданылған арналардың суреттерінің комбинациясы (кесте 3):



Сурет 4 – Зерттеу аумағының Landsat 7 ғарыштық суретінің 4. 3 каналдары. (2018 ж. 14 тамыз АҚШ Геологиялық қызметі)

Кесте 3 – NDVI есептеуге қолданылған каналдар комбинациясы

ETM+ Landsat7	3 (0.63-0.69 мкм). 4 (0.75-0.90 мкм)
---------------	--------------------------------------

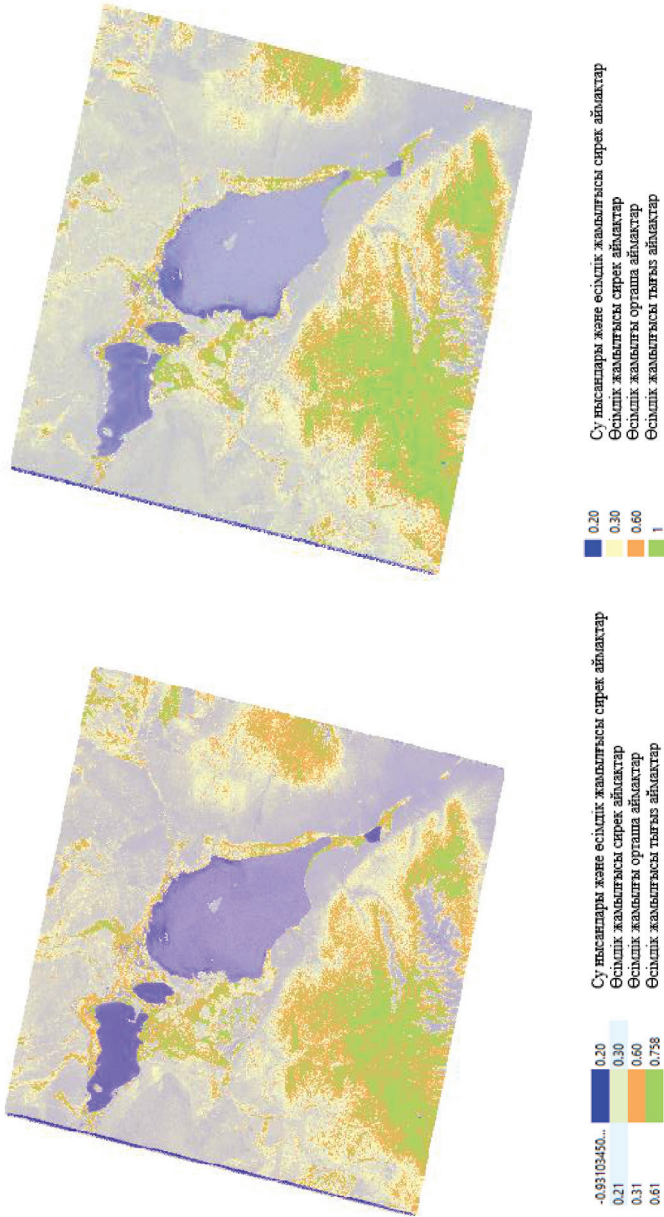
NDVI индексін градиенттік немесе дискреттік шкаланың 0-255 аралығындағы немесе -1 мен 1 аралығындағы диапазонда көрсетіледі. Тек өсімдік жамылғысының мәні ғана емес басқа да табиғат нысандары анықталады және олар төменде көрсетілген (4-кесте).

Кесте 4 – NDVI көрсеткіштерімен анықталатын табиғи нысандар [42]

Нысан	Қызыл спектрдегі көрінісі	Инфрақызыл спектрдегі көрінісі	NDVI мәні
Тығыз өсімдік жамылғысы	0.1	0.5	0.7
Сирек өсімдік жамылғысы	0.1	0.3	0.5
Ашық топырақ	0.25	0.3	0.025
Бұлт	0.25	0.25	0
Қар және мұз	0.375	0.35	-0.05
Су	0.02	0.01	-0.25
Жасанды материалдар	0.3	0.1	-0.5

Бұл параметрлер мен NDVI арасындағы қарым-қатынас, климаттық, экологиялық және аймақтық ерекшеліктерге байланысты, сонымен қатар параметрдің уақыттық байланысын және NDVI реакциясын ескеру қажет [43]. Алакөл алабының өсімдік жамылғысын зерттеу үшін 2010 және 2018 жылғы тамыз айындағы ғарыштық суреттер қолданылды. 5-суретте 2010 жылғы және 2018 жылғы тамыз айындағы ғарыштық сурет бойынша NDVI көрсеткіші анықталды.

Соған байланысты 2010 жылғы және 2018 жылғы



2018 жылғы тамыз айы

2010 жылғы тамыз айы

Сурет 5 - Алакөл алабының NDVI индексі

анықталған NDVI индексі бойынша өсімдік жамылғысы ауданының өзгеру динамикасы 6-суретте көрсетілген.



Сурет 6 – Өсімдік жамылғысының өзгеру динамикасының көрсеткіші

Анықталған зерттеу нәтижесіне сәйкес өсімдік жамылғысының өзгерісі: 2010 жылмен салыстырғанда тығыз орналасқан өсімдік жамылғысының ауданы 372.8502 км² ұлғайған және ол оңтүстік-батыстағы аймақтарға сәйкес келеді. Сонымен қатар 1176.2226 км²-ге өсімдік жамылғысы өте сирек орналасқан аймақтардың да ауданы ұлғайған. Мұндай өзгерістің негізгі себебі өсімдік жамылғысы сирек аймағының ауданы 382.6359 км²-ге және орташа аймағының ауданы 541.6506 км²-ге азайып, өсімдік жамылғысы өте сирек аймақтарға айналғандығын көрсетеді және бұл Шығыс Қазақстандағы аумағымен сәйкес келеді. Аймақтың климаттық көрсеткіштері өсімдік жамылғысында міндетті түрде есепке алынады. Сондықтан Алакөл алабының ауа райының температурасы мен жауын-шашынның түсуі туралы мәліметтер (2010 және 2018жж.) анықталып, сол бойынша карталар құрастырылды (7-8 суреттер) [44].

Кесте 5 - Үржар мен Алакөл аудандарындағы метеорологиялық станциялардан алынған ауа температурасының мәліметтері (°C) (<https://rp5.ru/> сайтының мәліметтері бойынша)

а) 2010 жыл

Метеостанция	Айлар												Орташа жылдық температура	Жаз айындағы орташа температура
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Үшарал	-9.4	-14.9	-3.6	8.6	15.5	22.1	23.7	21.4	16.2	9.2	2.2	-8.2	6.9	22.4
Ұзын-бұлақ	-13.4	-14.8	-3.8	7.2	14.3	21.9	24.5	22.4	17.9	10.9	4.7	8.3	8.3	22.9
Лепсі	-10.5	-14	-6.1	4.5	10.8	16.7	17.7	16.3	11.2	5.3	-3.4	-13.6	2.9	16.9
Сарқан	-12.9	-10.2	0.2	10.1	14.6	20.7	22.2	20.8	15.6	9.3	3.9	8.6	8.6	21.23
Үржар	-12.2	-17.8	-6.5	5.2	14.1	20.8	22.2	20.5	14.5	7.7	0.2	-12.9	4.65	21.17
Бақты	-14	-15.2	-4.5	8.9	15	21.1	23.1	21.2	16.2	9.9	2.2	7.6	7.6	21.8
Жұсағаш	-17.1	-17.8	-4.8	7.9	15.6	22.6	23.2	22.5	16.1	8.5	2.1	7.2	7.2	22.77

б) 2018 жыл

Метеостанция	Айлар												Орташа жылдық температура	Жаз айындағы орташа температура
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Үшарал	-17.3	-7.8	5.4	10.8	14.8	23.3	23.8	23.5	15.7	9.3	-3.4	-8.8	7.44	23.53
Ұзынбұлақ	-16.7	-8.5	4.7	9.6	14.3	22.8	24.3	24.1	16.6	10.2	-1.7	-8.4	7.61	23.73
Лепсі	-21.8	-11.3	1	7.1	9.9	16.4	16.8	16.7	9.5	3.9	-8.1	-14.9	2.10	16.63
Сарқан	-14.6	-5.6	5.9	10.4	14.1	21.8	22.5	22.3	14.6	8.6	-3.7	-7.7	7.38	22.2
Үржар	-22.1	-10.8	2.4	9.1	12.7	21.5	22.6	21.7	13.5	7.1	-7.6	-16.3	4.48	21.93
Бақты	-18	-6.7	5.8	10.2	14.1	22.7	23.6	22.5	15	8.6	-5	-11	6.82	22.93
Жұзағаш	-17.8	-8.1	3.3	9.4	14	23.3	24	22.9	14.8	7.9	-5.5	-12.1	6.34	23.4

Сонымен қатар орташа жылдық және жаз айларындағы жауын-шашын картасы төмендегі кестедегі (кесте 6) көрсетілген мәліметтер негізінде құрастырылды (9, 10-суреттер).

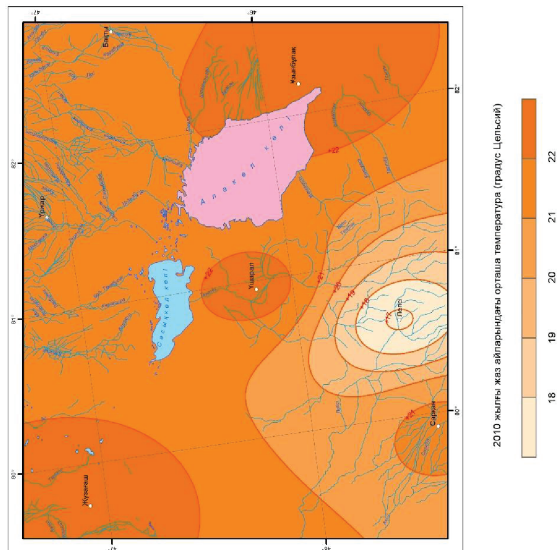
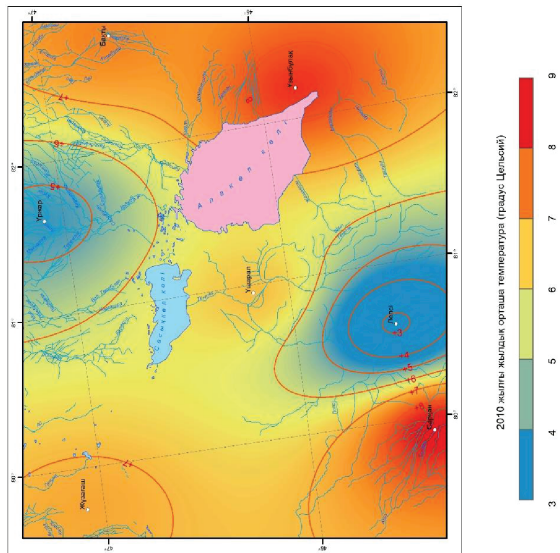
Кесте 6 - Алакөл және Үржар аудандарында орналасқан метеостанциялардан алынған жауын-шашын мөлiметтерi (мм)

а) 2010 жыл

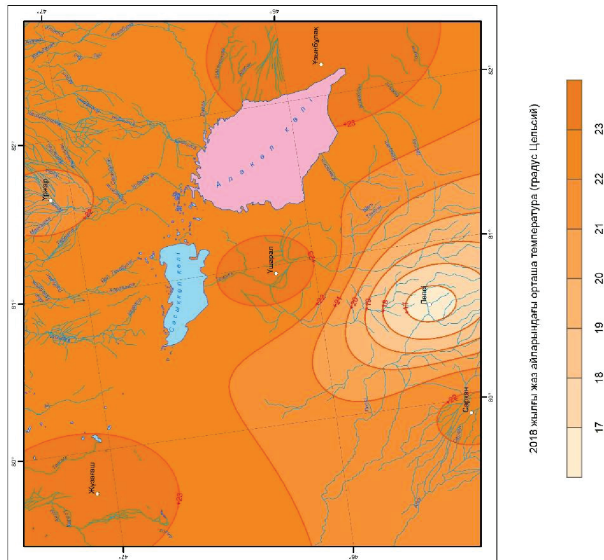
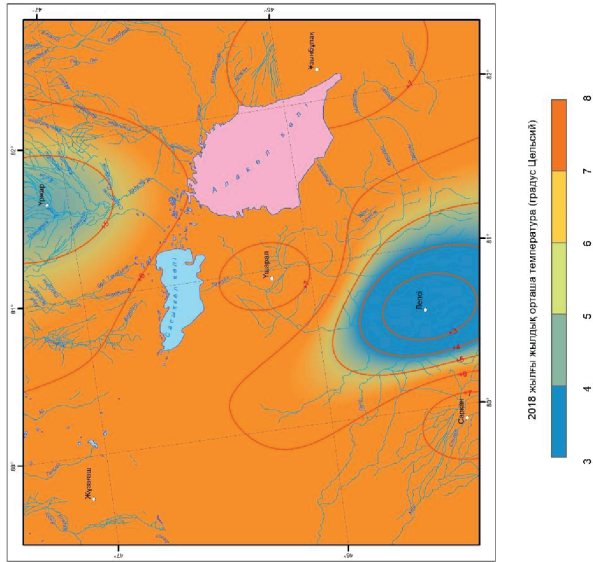
Метеоста- ция	Айлар												Орташа жылдық жауын-шашын	Жаз айындағы орташа жауын-шашын
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Үшарал	106	61	59	35	38	11	15	15	0	17	31	93	40.1	13.7
Ұзын- бұлақ	13	46	45	26	17	14	29	8.9	0.8	33	5.7	21.7	17.3	
Лепсі	155	90	162	56	73	69	60	73	6	81	59	108	82.7	67.3
Сарқан	12	56	118	27	46	81	29	35	4.2	59	36	45.7	48.3	
Үржар	134	62	106	26	68	14	16	57	11	15	48	89	53.8	29
Бақты	8.5	30	56	34	32	12	12	20	6	23	51	25.9	14.7	
Жұзағаш	0.5	8.4	12	25	10	7.2	26	37	1.7	0.3	21	13.6	23.4	

б) 2018 жыл

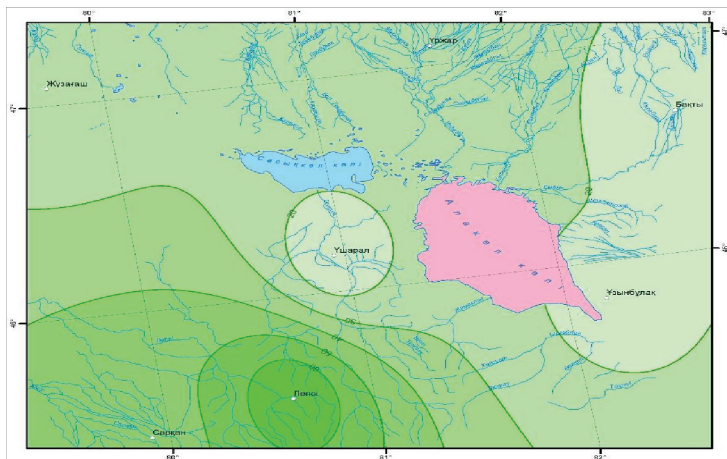
Метеоста- ция	Айлар												Орташа жылдық жауын-шашын	Жаз айындағы орташа жауын-шашын
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Үшарал	18	16	41	38	29	17	27	21	8.2	19	62	24	26.68	21.7
Ұзынбұлақ	25	3	37	18	20	14	20	21	3.5	10	23	20	17.88	18.33
Лепсі	31	26	133	75	100	37	155	57	38	51	87	49	69.92	83
Сарқан	25	19	87	55	61	31	29	44	29	32	153	38	50.25	34.7
Үржар	4.7	18	79	54	33	10	14	30	32	40	146	41	41.81	18
Бақты	6.5	7.9	37	47	13	9	18	17	29	26	78	30	26.53	14.7
Жұзағаш	1.7	11	19	17	9.2	26	11	13	7.5	23	58	18	17.87	16.7



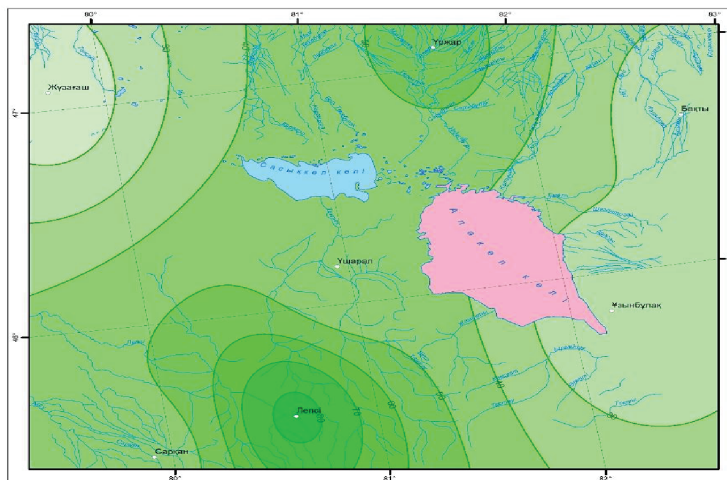
Сурет 7 – 2010 жылғы жаз айындағы және жылдық орташа температура (https://rp5.ru/ сайтының мәліметтері бойынша)



Сурет 8 – 2018 жылғы жаз айындағы және жылдық орташа температура (<https://rps.ru/> сайтының мәліметтері бойынша)



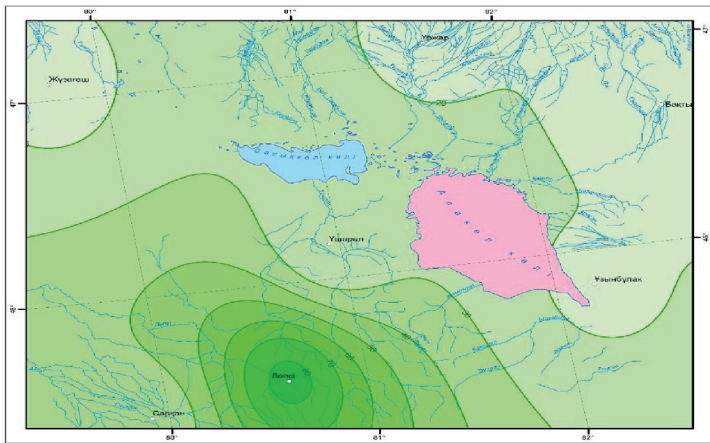
2010 жылғы жаз айларындағы орташа жауын-шашын мөлшері (мм)



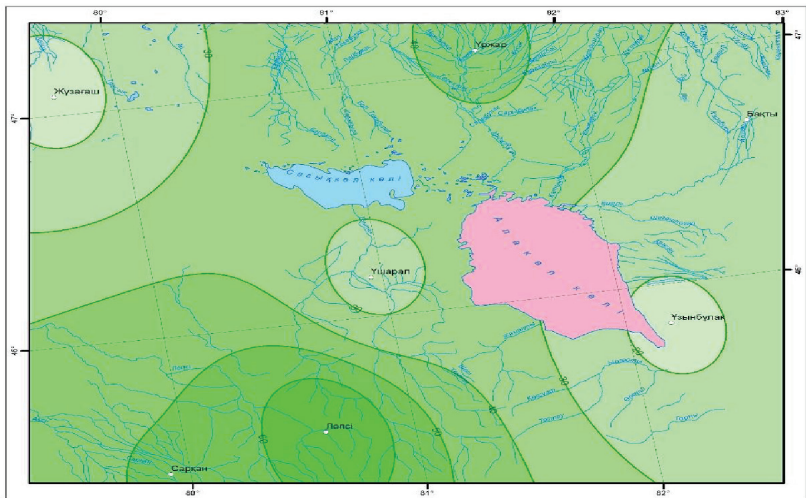
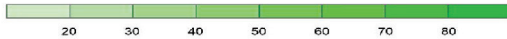
2010 жылғы жылдық орташа жауын-шашын мөлшері (мм)



Сурет 9 – 2010 жылғы жаз айындағы және жылдық орташа жауын-шашын (<https://rp5.ru/> сайтының мәліметтері бойынша)



2018 жылғы жаз айларындағы орташа жауын-шашын мөлшері (мм)



2018 жылғы жылдық орташа жауын-шашын мөлшері (мм)



Сурет 10 – 2018 жылғы жаз айындағы және жылдық орташа жауын-шашын (<https://rp5.ru/> сайтының мәліметтері бойынша)

Зерттеу нәтижелерін талқылау. «Казгидромет»-тің мәліметтеріне сәйкес, Қазақстан аумағында 1976-2018 жж. кезеңі үшін ауа температурасының орташа жылдық өсуі әр 10 жыл сайын 0.31°C құрады. 1976-2018 жж. кезеңінде Қазақстан бойынша орташа жауын-шашын мөлшерінің $1.3\text{-}3.8$ мм/10 жыл сайын өсу құбылысы байқалған. Сонымен қатар Қазақстан территориясында вегетация кезеңінің (5°C және 10°C -тан жоғары температуралар) ұзақтығы өсуде. Ауаның орташа тәуліктік температурасы 10°C -тан жоғары немесе оған тең болған күндер (вегетация кезеңі) 2018 жылы Қазақстан территориясында 3-5 күн/10 жылға көбейді. Алакөл көлі алабында 2018 жылы 25°C температурадан жоғары болатын ыстық ауа-райы 122 күннен астам қайталанды. 2018 жылы вегетация кезеңінің ұзақтығы (орташа тәуліктік $T \geq 5^{\circ}\text{C}$ болатын алғашқы күн және $\leq 5^{\circ}\text{C}$ болатын соңғы күн арасындағы кезең) Алакөл көлі алабының Шығыс Қазақстан облысының аумағында 204 күнді және Алматы облысы аумағында 227 күнді және белсенді вегетация кезеңі ($T 10^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары) 162 және 192 күн аралығын құрады.

1976-2018 жылдар аралығындағы Қазақстан бойынша жауын-шашынның жылдық мөлшері 5.5 мм/10 жылға өсуі байқалды. Қазақстандағы 2018 жылы жауын-шашынның орташа жылдық мөлшері 323.2 мм құрады. 2018 жылы жауын-шашын мөлшері 1 мм-ге тең немесе одан көп болған кездегі жаңбырлы кезеңнің максималды ұзақтығы Алакөл алабының Шығыс Қазақстан облысы аймағында 5 күнді, Алматы облысының таулы аймағында 7 күнді құрады. 2018 жылы Қазақстандағы жаз мезгілі құрғақ болған аймақтардың қатарында Шығыс Қазақстан облысы да бар [45]. Зерттеу аймағындағы ауа-райының мәліметтеріне сәйкес, ауа температурасы жылдық және жаз айындағы орташа мәні 2018 жылы 2010 жылмен қарағанда жоғары, ал жылдық және жаз айындағы жауын-шашынның орташа көрсеткіші 2010 жылға қарағанда Алматы облысының территориясында жоғары, ал Шығыс Қазақстанда төмен. Осыған сәйкес, 2010 жылғы және 2018 жылғы NDVI арқылы анықталғандай, өсімдік жамылғысының өзгеру динамикасының көрсеткіштері бойынша сирек және орташа өсімдік жамылғысы өте сирек өсімдік жамылғысына өзгерген көл алабының Шығыс Қазақстан облысы аумағында 2018 жылы жаздағы жауын-шашын көрсеткіші жалпы Қазақстан бойынша құрғақ облыстардың бірі болған және осы себеппен байланыстырылды. Ал Алматы облысындағы таулы аудандар тығыз орналасқан өсімдік жамылғысы артқан бөлігіне сәйкес келеді. Себебі, мұндағы 2018 жылы 2010 жылмен қарағанда ауа-райы қолайлы болуы өте тығыз өсімдік жамылғысының артуына әсер етті.

Қорытынды. Өсімдік жамылғысының өзгерісін зерттеуде қашықтықтан зондылау деректерін пайдалану аса маңызға ие болып саналады. Қорытындылай келгенде, Landsat TM/ETM-нен алынған NDVI негізінде Алакөл алабының өсімдік жамылғысының өзгеру динамикасы талданды. Алакөл алабының 2010 жылғы және 2018 жылғы ғарыштық суреттері бойынша жасалған талдау мен метеостанциялардан алынған ауа-райының көрсеткіштеріне сәйкес, өсімдік жамылғысы ауданының өзгерісі болғандығы байқалды. Талдау нәтижесіне сәйкес, 2010 жылмен салыстырғанда тығыз орналасқан өсімдік жамылғысының ауданы шамамен 372,85 км² және 1176,22 км² өсімдік жамылғысы өте сирек орналасқан аймақтардың да ауданының артқаны анықталды. Мұндай өзгерістің негізгі себебі өсімдік жамылғысының сирек және орташа аймағының ауданының азайып, өсімдік жамылғысы өте сирек аймақтарға айналғандығын көрсетті. Жауын-шашын салыстырмалы түрде көп түскен және қолайлы ауа температурасының әсерінен аймақтарда тығыз орналасқан өсімдіктердің ауданы артқан. Жерді қашықтықтан зондылаудың ұзақ уақыт кезеңіндегі ғарыштық мәліметтері мен аймақтағы метеорологиялық бақылау бекеттерінен алынған ақпараттар негізінде 2010 жыл мен 2018 жылдағы өсімдік жамылғысы анықталып, өзгеру динамикасы талданды.

Әдебиеттер

- 1 Экспедиции фон Шренка: А.Лухтанов [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://silkad.v.com> (23.06.2019)
- 2 Вечные следы: С.Н.Марков. [Электронный ресурс] / Навстречу Джунгарскому ветру. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://history.wikireading.ru>
- 3 Студенческая библиотека онлайн [Электронный ресурс] / Алакольский заповедник. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://studbooks.net> (23.06.2019)
- 4 «Silk Road Adventures» [Электронный ресурс] / История Алакольского заповедника. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://silkad.v.com> (23.06.2019)
- 5 Терлецкий Б.К. Балхаш Алакульская впадина [Текст]. – М.: Геол. изд-во. 1931. – 89 с.
- 6 Сваричевская З.А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии [Текст]. — Л.: Изд-во ЛГУ. 1965.— 296 с.
- 7 Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана [Текст] : [Сборник статей] / Акад. наук КазССР. Ин-т геол. наук им. акад. К. И. Сатпаева. Гос. производ. геол. ком. КазССР. Казах. гидрогеол. трест ; [Отв. ред. акад. У. М. Ахмедсафин]. – Алма-Ата : Наука. 1964. – 307 с.

- 8 Алакольская впадина и ее озера [Текст]. – Алма-Ата : Наука. 1965. – 310 с.
- 9 *Сыдыков Ж.С., Шлыгина В.Ф.* Подземные воды Казахстана (Структурно-гидрогеологическая основа и систематика) [Текст].–Алматы: «Гылым». 1998.– 346 с.
- 10 *Бувалкин А.К.* Юрские отложения Восточного Казахстана [Текст]. – Алма-Ата: изд. «Наука» Казахской ССР. 1978. – 19-140 с.
- 11 *Бувалкин А.К., Жаймин М.И., Котова Л.И.* Стратиграфия юрских отложений Восточного Казахстана [Текст]. – Алма-Ата: Гылым. 1991. – 176 с.
- 12 *Актымбаева А.С.* Гидроэкология Алакольской группы озер // Гидрометеорология и экология. – 2006. – № 2. – С. 161-167.
- 13 *Жексембаев Е.Ш.* Минеральные воды Алакольской впадины Условия формирования и перспективы освоения: дис. /Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева. – Алматы. 2018. – 121 с.
- 14 *N. Clerici, M. L. Paracchini, and J. Maes.* Land-cover change dynamics and insights into ecosystem services in European stream riparian zones. // *Ecohydrology & Hydrobiology.* – 2014. – №14 (2). – 107-120 pp.
- 15 *W. Wahyunto, W. Supriatna, and F. Agus.* Land use change and recommendation for sustainable development of peatland for agriculture: case study at Kubu Raya and Pontianak Districts. West Kalimantan. // *Indonesian Journal of Agricultural Science.* – 2010. – №11 (1). – 32 p.
- 16 *C. Xiuwan.* Using remote sensing and GIS to analyse land cover change and its impacts on regional sustainable development. // *International Journal of Remote Sensing.* – 2002. – №23 (1). – 107-124 pp.
- 17 *C. Prakasam.* Land use and land cover change detection through remote sensing approach: a case study of kodaikanal taluk. tamil nadu. // *International Journal of Geomatics & Geosciences.* – 2010. – №1. – 150-158 pp.
- 18 *Y. Setiawan, E. Rustiadi, K. Yoshino, Liyantono, and H. Effendi.* Assessing the seasonal dynamics of the Java's paddy field using MODIS Satellite Images. // *ISPRS International Journal of Geo-Information.* – 2014. – №3 (1). – 110-129 pp.
- 19 *A. Reyes, M. Solla, and H. Lorenzo.* Comparison of different object-based classifications in LandsatTM images for the analysis of heterogeneous landscapes. *J Measurement.* – 2017. – №97. – 29-37 pp.
- 20 *Global Land Cover 2000 (GLC2000).* [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.gvm.jrc.it/glc2000>
- 21 *C.O. Justice, J.R.G. Townshend, E.F. Vermote, E. Masuoka, R.E. Wolfe, N. Saleous, D.P. Roy, J.T. Morisette.* An overview of MODIS Land data processing and product status. // *J Remote Sensing of Environment.* – 2002. – №83. – 3-15 pp.
- 22 *Lathrop RG, Montesano P, Haag S.* A multi-scale segmentation approach to mapping seagrass habitats using airborne digital camera imagery. // *Photogramm Eng Remote Sens.* – 2006. – №72. – 665-675 pp.
- 23 *Wolter PT, Johnston CA, Niemi G.* Mapping submergent aquatic vegetation in the US Great Lakes using Quickbird satellite data. // *Int J Remote Sens.* – 2005.

– №26. – 5255-5274 pp.

24 *Langley SK, Cheshire HM, Humes KS.* A comparison of single date and multitemporal satellite image classifications in a semi-arid grassland. *J Arid Environ.* – 2001. – №49. – 401-411 pp.

25 Жетісу энциклопедия [Мәтін]. – Алматы: “Арыс” баспасы. 2004. – 709 б.

26 *Озенда П.* Экологическое картографирование // *Картография.* Вып.2. Использование карт в практических целях в зарубежной картографии. Москва.: Прогресс. 1983. – 216 с.

27 *Торбенко А.Б.* Экологическое картографирование [Текст]. – Витебск : ВГУ имени П.М.Машерова. 2015. – 51 с.

28 Комплексное экологическое картографирование. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://estnauki.ru/geo/103/7854-kompleksnoe-jekologicheskoe-kartografirovanie>.

29 *Кешім Ә.Ф.* Географиялық картографиялау: табиғат карталары [Мәтін] : оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті. 2014. – 108 б.

30 *Таныбаева А.Қ.* Экологиялық мониторинг [Мәтін]: оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті. 2016. – 290 б.

31 *Веденин Ю.А., Мирошниченко Н.Н.* Оценка природных условий для организации отдыха. // *Известия АН СССР.* . – 1969. – № 4. – С. 41-50.

32 *А. В. Дроздов.* Оценка воздействия на окружающую среду и российская общественность: 1979-2002 годы. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.litres.ru/kollektiv-avtorov/ocenka-vozdeystviya-na-okruzhushchuu-sredu-i-rossiyskaya/>

33 U.S. Department of the Interior | U.S. Geological Survey [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://landsat.usgs.gov> (11 12 2018 г.)

34 U.S.Department of the Interior [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov> (11.12.2018 г.)

35 Черные полосы в снимках Landsat 7 +ETM [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://mapgroup.com.ua> (11.12.2018 г.)

36 *Костикова А.* Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM / ETM+ [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://gis-lab.info> (11.12.2018 г.)

37 *J. W. Rouse. Jr., R. H. Haas, J. A. Well and D. W. Deering.* Monitoring vegetation systems in the great plains with erts [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19740022614.pdf>

38 *Rouse. J.W., Jr., R.H. Haas, J.A. Schell, and D.W. Deering.* Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation // *Prog. Rep. RSC* 1978-1. – 1973. – №73-1066393. – 93 p.

39 *Tucker. C.J.* Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation // *Remote Sensing of Environment.* – 1979. – №8. – 127-150 p.

40 The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) History [Электронный

ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://maxmax.com> (11 12 2018 г.)

41 “Measuring Vegetation”. NASA Earth Observatory [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation> (11 12 2018 г.)

42 *Holben B.N.* Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data // *Int.J. Remote Sens.* – 1986. – №7. – 1417–1434 p.

43 *Дубинин. М.* NDVI - теория и практика [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/ndvi.html> (11 12 2018 г.)

44 Расписание погоды [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://rp5.ru> (11 12 2018 г.)

45 Қазақстан климатының өзгеру мониторингісінің жыл сайынғы бюллетені: 2018 жыл [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.kazhydromet.kz/kk/p/monitoring-klimata-kazahstana>

Б.Р. Таусарова¹, М.Ш. Сулейменова¹, А.Н. Алипбаев¹

¹Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. В статье рассматривается экологический чистый метод получения наночастиц меди в водных растворах путем восстановления глюкозой в присутствии поливинилового спирта; подобраны оптимальные условия синтеза. Образующиеся наночастицы меди имеют сферическую форму, диаметром от 20 до 130 нм стабильны, не осаждаются и не меняют окраску в течение 3-4 недель. Электронно-микроскопические снимки подтверждают образование тонкой полимерной пленки на поверхности целлюлозного волокна и показывают изменение морфологической поверхности обработанных образцов по сравнению с необработанными. Исследованы физико-химические и антибактериальные свойства целлюлозных материалов модифицированных наночастицами меди. Показано, что целлюлозные материалы модифицированные наночастицами меди обладают антибактериальной активностью.

Ключевые слова: целлюлозные текстильные материалы, модификация, наночастицы меди, антибактериальные свойства.

• • •

Түйіндеме. Мақалада поливинил спирті қатысында глюкозамен тотықсыздандыру арқылы сулы ерітінділерде мыс нанобөлшектерін алудың экологиялық таза әдісі қарастырылған; синтездің оңтайлы жағдайлары таңдалды. Алынған мыс нанобөлшектері сфералық формада, диаметрі 20-дан 130 нм-ге дейін тұрақты, тұнбаға түспейді және 3-4 аптаға дейін түсін өзгертпейді. Электронды микроскопиялық кескіндер целлюлоза талшығының бетінде жұқа полимерлі қабықтың пайда болуын растайды және өңделмеген үлгілермен салыстырғанда өңделген үлгілердің морфологиялық бетіндегі өзгеріс болатынын көрсетеді. Мыс нанобөлшектері түрлендірілген целлюлоза материалдарының физикалық-химиялық және бактерияға қарсы қасиеттері зерттелген. Мыс нанобөлшектерімен модификацияланған целлюлоза материалдарының бактерияға қарсы белсенділігі бар екендігі көрсетілді.

Түйінді сөздер: целлюлоза тоқыма материалдары, модификация, мыс нанобөлшектері, бактерияға қарсы қасиеттер.

• • •

Abstract. The article considers an environmentally friendly method for producing copper nanoparticles in aqueous solutions via reduction by glucose in the presence of polyvinyl alcohol; optimal synthesis conditions have been selected. The resulting copper nanoparticles are stable, spherical in shape, with diameter ranging from 20 to 130 nm, they do not precipitate and do not change color for 3-4 weeks. Electron microscope images confirm the formation of a thin polymer film on the surface of the cellulose fiber and show a change in the morphological surface of the treated samples compared to untreated ones. The physical, chemical and antibacterial properties of cellulosic materials modified with copper nanoparticles have been investigated. It has been shown that cellulosic materials modified with copper nanoparticles have antibacterial action.

Key words: cellulose textile materials, modification, copper nanoparticles, antibacterial properties.

Введение. В развитии современных нанотехнологий значительную роль играют исследования наночастиц металлов. Это обусловлено, прежде всего, широким спектром возможностей их практического применения, в которых используются специфические свойства как самих наночастиц, так и модифицированных ими материалов. Наночастицы меди в настоящее время представляют значительный интерес и способны заменить более дорогие благородные металлы в наноформе. Это связано с тем, что данные частицы обладают уникальным набором ценных свойств – выраженная биологическая антимикробная активность, в отношении всех биологических объектов, начиная от вирусных частиц и заканчивая организмом человека [1-3]. В настоящее время для инновационной отделки текстильных материалов широко используется золь-гель технология [4-6]. Покрытия, получаемые золь-гель методом, подходящий инструмент для модификации большого количества материалов, таких как стекло, бумага, синтетические полимеры, дерево, металл и текстиль. Основное преимущество золь-гель метода перед другими состоит в том, что он позволяет контролировать структуру получаемых материалов, размер частиц, величину и объем пор, площадь поверхности пленок, чтобы получить материал с заданными свойствами. Этот метод не требует уникального оборудования и дорогих исходных реагентов и поэтому является сравнительно дешевым методом синтеза. В современных условиях активно развиваются исследования по совершенствованию приемов модификации целлюлозных волокон для создания широкого

ассортимента новых, высококачественных материалов, с биоцидными свойствами [7-10]. Растущее с каждым годом число работ, посвященных изучению антивирусной и антибактериальной активности наночастиц меди, доказывает наличие повышенного интереса исследователей к этой проблеме как с фундаментальной, так и с прикладной точек зрения. Одну из лидирующих позиций в этом направлении занимает антимикробная отделка текстильных материалов наночастицами меди [11-15].

Цель работы – синтез наночастиц меди в присутствии глюкозы, определение оптимальных условий синтеза и параметров модификации целлюлозных материалов с применением золь-гель технологии.

Материал и методы исследований. Объектом исследования в работе явилось отбеленная, не аппретированная, хлопчатобумажная ткань арт. – 1030. Структурная характеристика хлопчатобумажной ткани: ширина ткани 220 см, поверхностная плотность 125 г/м², переплетение – полотняное, состав 100% хлопок.

Сульфат меди (медь сернокислая) – неорганическое соединение, медная соль серной кислоты с формулой CuSO_4 . Нелетучее, не имеет запаха. Безводное вещество бесцветное, непрозрачное, очень гигроскопичное. Сульфат меди (П) хорошо растворим в воде, молярная масса 159,60 г/моль; плотность 3,64 г/см³. Обладает дезинфицирующими, антисептическими, вяжущими свойствами. Применяется в медицине, в растениеводстве как антисептик, фунгицид или медно-серное удобрение.

Глюкоза ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), является моносахаридом, бесцветное кристаллическое без запаха, обладает сладким вкусом, растворим в воде, проявляет восстановительные свойства. Молярная масса 180.16 г/моль; плотность 1.60 г/см³, температура плавления: 146°C.

Поливиниловый спирт (ПВС) твердый полимер белого цвета, без вкуса и запаха; нетоксичен, содержит микрокристаллические образования, водорастворимый, термопластичный полимер. ПВС хорошо растворим в воде, в диметилформамиде и многоатомных спиртах; устойчив к действию масел, жиров, алифатических и ароматических углеводородов, плотность – 1,19-1,31 г/см³, температура плавления 220-230 °С, температура разложения – 230°C, температура стеклования 85°C.

Жидкое стекло – водный щелочной раствор силикатов натрия

$\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ Перед проведением экспериментальных работ хлопчатобумажную, отбеленную, не аппретированную ткань подвергали промывке в дистиллированной воде с целью полного удаления остатков отбеливателей. После сушки проводилось выдерживание в эксикаторе над обезвоженной CaCl_2 для определения точной навески образца. Образец хлопчатобумажной ткани после определения точной массы на аналитических весах пропитывали в ванне с водным раствором силиката натрия в течение 1 мин., отжим составил 90%, далее следовала подсушка 75-85°C в течении 8-10 мин, затем материал подвергался пропитке раствором наночастиц меди с различными концентрациями в течение 30 мин. Синтез наночастиц меди проводили путем восстановления водного раствора сульфата меди глюкозой. Все растворы готовили в дистиллированной воде, смешением в соотношении 1:1 при температуре 96-98°C в течение 120 мин. После ткань отжали до привеса 90%, сушили при температуре 85°C в течение 6 мин., затем подвергли термообработке при температуре 120°C в течение 1 мин. с последующей промывкой, теплой водой. Микроскопическое исследование проводилось при помощи электронного сканирующего микроскопа JSM-6510LA и бактериологического анализатора БакТрак-4300, который автоматически регистрирует рост широкого спектра микроорганизмов, и определяет большое количество микроорганизмов.

Результаты и обсуждения. Синтез наночастиц меди проводился путем восстановления водного раствора сульфата меди. Метод химического восстановления является более удобным методом синтеза наночастиц меди путем изменения экспериментальных параметров, таких как температура, концентрация, pH. В качестве восстановителя использовали глюкозу. В сравнении с другими восстановителями меди, глюкоза является наиболее экологически безопасным аналогом. Использование глюкозы соответствует концепции «зеленой химии» и является не дорогостоящим. Синтез наночастиц меди в присутствии восстановителя глюкозы исследован в работах [16-18]. Полученные растворы обрабатывали в микроволновой печи в течение 10 мин. при мощности 700 Вт. Микроволновое излучение обеспечивает быстрое и равномерное нагревание всего объема реакционного раствора, что приводит к однородности и к получению наночастиц наименьшего размера и одинаковой формы. Для определения оптимальных концентраций исходных компонентов проведены серии опытов (таблица 1).

Таблица 1 - Концентрации исходных компонентов

Номер образца	Концентрация, моль/л			
	CuSO ₄	ПВС	C ₆ H ₁₂ O ₆	H ₂ O
1	0.06	0.002	0.1	100
2	0.07	0.03	0.3	100
3	0.08	0.5	0.5	100
4	0.09	0.1	1.0	100

Процесс восстановления проходит в нескольких стадиях, причем, каждой из них соответствует определенная окраска раствора. На первом этапе при реакции в течение 1-2 с раствор приобретает темную грязно-синюю окраску, переход к следующей стадии (около 20 мин.) сопровождается изменением цвета на светло-синюю, на заключительном этапе раствор становится темным. Оптические спектры поглощения (рисунок 1) показали наличие максимумов поверхностного плазменного резонанса ППР в области 570нм, с увеличением исходной концентрации CuSO₄ наблюдается возрастание интенсивности максимума, что обусловлено увеличением выхода и размера наночастиц меди.

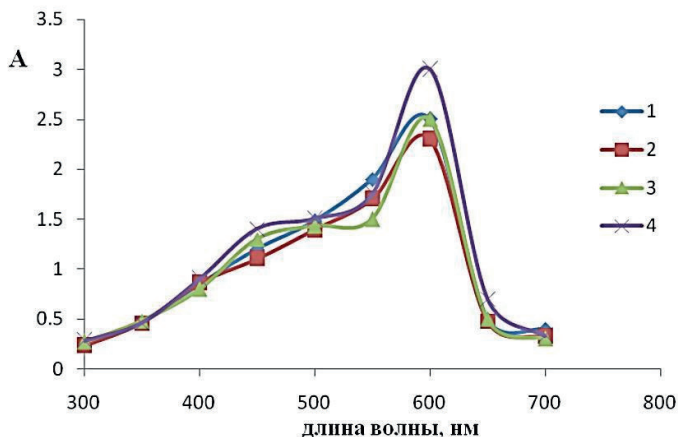


Рисунок 1 – Влияние концентрации сульфата меди (моль/л) на оптические спектры поглощения образующихся наночастиц меди: 1 - 0,06; 2 - 0,07; 3 - 0,08; 4 - 0,09.

С увеличением концентрации глюкозы интенсивность максимума возрастает (рисунок 2). Исследования показали, что концентрация CuSO_4 -0.07, ПВС-0.03, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ -0.3 моль/л соответственно являются оптимальными.

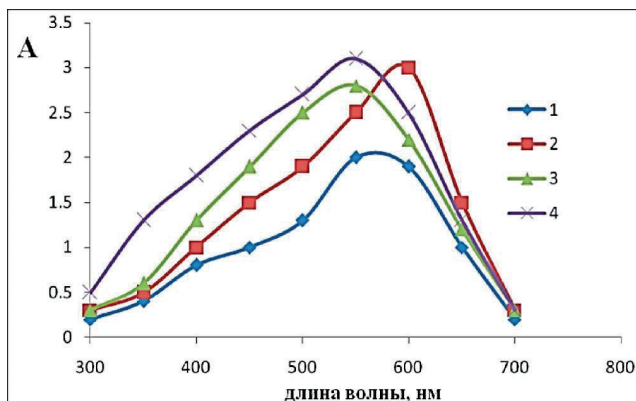


Рисунок 2- Влияние концентрации глюкозы на оптические спектры поглощения образующихся наночастиц меди:

1 - 0,1 моль/л; 2 - 0,3 моль/л; 3 - 0,5 моль/л; 4 - 1 моль/л

С целью измерения размера наночастиц меди и изучения их агрегативной устойчивости, проведены исследования методом электронно-сканирующей микроскопии. Изучение представленных образцов (рисунок 3) показало, что образуются НЧ сферической формы меди размером от 20-130 нм.



Рисунок 3 - Фотографии НЧ меди, полученные с помощью ЭСМ концентрация CuSO_4 (а) - 0,06г/л; (б) - 0,07г/л.

Все больший интерес приобретает изучение бактерицидных свойств материалов модифицированных наночастицами меди. Для выяснения эффективности антимикробной отделки для текстильных изделий были проведены микробиологические исследования к воздействию бактерий.

Антимикробное состояние ткани при бактериальном обсеменении оценивали по степени угнетения роста бактерий через разное время инкубации по сравнению с контрольными образцами той же ткани без наночастиц (рисунок 4.)

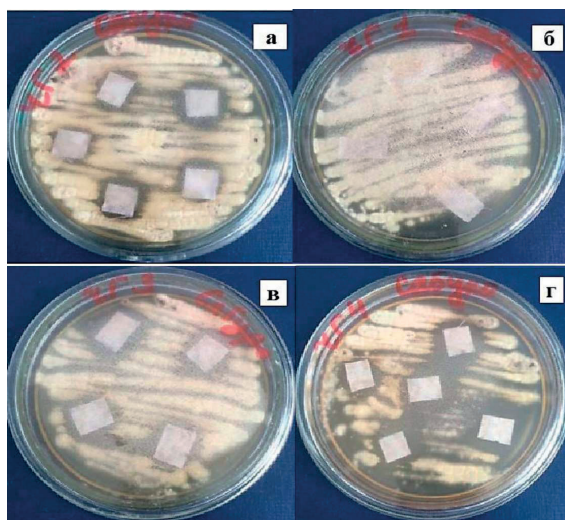


Рисунок 4 - Рост бактерий *Aspergillusniger* на образцах ткани: контрольный образец (а) обработанный разными концентрациями наночастиц меди: б - 0.06 моль/л; в - 0.07 моль/л; г – 008 моль/л; 0.09 моль/л.

Из рисунка 4 видно, количество бактерий *Aspergillusniger* которые успешно размножаются на контрольном образце (4а) ткани, но они уменьшаются у образцов, обработанных наночастицами меди, с возрастанием концентрации наночастиц меди, при этом антибактериальные свойства возрастают. Результаты микробиологических показателей КМАФАнМ, КОЕг/см³ (таблица 2) показали, что в контрольном образце (необработанная целлюлозная ткань) наблюдался значительный рост бактерий мезофильных аэробных и факультативно - анаэробных микроорганизмов (*Staphylococcus aureus*), а в обработанных значительно уменьшается.

**Таблица 2 - Результаты микробиологического анализа
ГОСТ 10444.15-94**

№ композиции	Микробиологические показатели КМАФАнМ, КОЕ/г
Необработанный образец	Сплошной рост
I	127
II	98
III	77
IV	27

Выводы. Разработаны оптимальные условия синтеза наночастиц меди и обработки целлюлозных материалов. Применение золь-гель метода на основе жидкого стекла, наночастиц меди в качестве антибактериальных агентов, позволяет получать целлюлозные материалы с высокими бактерицидными свойствами. Установлено, что модификация целлюлозных материалов подобранным составом придает обработанной ткани антимикробные свойства.

Список литературы

- 1 Vincent M., Duval R.E., Hartemann P., Engels-Deutsch M. Contact killing and antimicrobial properties of copper. //J. Appl. Microbiol. - 2018. - V.124 -P. 1032-1046.
- 2 Bogdanovic U. Lazic V., Vodnik V., Budimir M., Markovic Z., Dimitrijevic S. Copper nanoparticles with high antimicrobial activity.//Materials Letters.- 2014.- V.128.-P.75-78.
- 3 Ingle A.P., Duran N., Rai M. Bioactivity, mechanism of action, and cytotoxicity of copper- based nanoparticles: A review. //Applied Microbiology and Biotechnology.2014. V. 98. 1001-1009.
- 4 Ismail W.N.W. Sol-gel technology for innovative fabric finishing—A Review // J Sol-Gel Sci. Technol.- 2016. -V.78.- P.698-707.
- 5 Foksowicz-Flaczyk J. Walentowska J. Przybylak M. Maciejewski H. Multifunctional durable properties of textile materials modified by biocidal agents in the sol-gel process. // Surf. Coat. Technol. -2016.-V. 304.- P. 160-166.
- 6 Guo X., Zhang Q., Ding X., Shen Q., Wu C., Zhang L., Yang H. Synthesis and application of several sol-gel-derived materials via sol-gel process combining with other technologies: a review.// J. Sol-Gel Sci. Technol.- 2016. -V. 79.- P. 328-358.
- 7 Mary Grace, Navin Chand, Sunil Kumar Bajpai. Copper Alginate-Cotton

Cellulose (CACC) Fibers with Excellent Antibacterial Properties/Journal of Engineered Fibers and Fabrics. -2009.- V. 4. -P.24-35

8 *Hossam E. Emam, Avinash P. Manian, Barbora Siroka, Heinz Duelli, Petra Merschak, Bernhard Redl, Thomas Bechtold.* Copper (I) oxide surface modified cellulose fibers—Synthesis, characterization and antimicrobial properties.// Surface & Coatings Technology.- 2014.- 254. - P.344-351.

9 *Rakhimova S.M., Vig A., Taussarova B.R., Kutzhanova A. Zh.* The use of nanosized metal oxides for antimicrobial finish of cotton fabric. Proceedings of higher education institutions. //Textile industry technology.- 2015.- № 3 (357).- P. 202-205.

10 *Burkitbay A. Taussarova B. R., Kutzhanova A. Z., Rakhimovu S. M.* Development of a Polymeric Composition for Antimicrobial Finish of Cotton Fabrics. Fibers & Textiles in Eastern Europe.- 2014. - V. 22,- No. 2(104).- P. 96-101.

11 *Taussarova B. R. Shaikhova Zh. E.* Antibacterial Characteristics of Cellulose Materials Modified with Copper Nanoparticles.//FibrcChcmistry.-2017.-V 49,- №. 1. - P. 16-39.

12 *Таусарова Б.Р., Рахимова С.М.* Целлюлозные материалы с антибактериальными свойствами модифицированные наночастицами мели. / Химия растительного сырья. -2018.№1. - С.163-169.

13 *Hassabo A.G., KI-Naggar M.E., Mohamed A.L., Ali A. Hebeish A.A.* Development of multifunctional modified cotton fabric with tri-componentnanoparticles of silver, copper and zincoxide, ••Carbohydrate Polymers. -2019,- V.210.-P. 144-156.

14 *Sun C., Li Y., Li Z., Su Q., Wang Y., Liu X.* Durable and Washable Antibacterial Copper Nanoparticles Bridged by Surface Grafting Polymer Brushes on Cotton and Polymeric Materials Journal of Nanomaterials. 2018.

15 *Xu Q., Ke X., Ge N., Shen L., Zhang Y., Fu F., Liu X* Preparation of Copper Nanoparticles Coated Cotton Fabrics with Durable Antibacterial Properties // Fibers and Polymers - 2018 -V.19.- P.1004-1013.

16 *Shenoy U.S., Shetty A.N.* Simple glucose reduction route for one-step synthesis of copper nanofluids, 'VApplNanosci. 2014. - V. 4 -P.47-54.

17 *Andal V. Buvancswari G.* Effect of reducing agents in the conversion of Cu²⁺ nanocolloid to Cu nanocolloid. /.'Engineering Scicnc and Technology, anIntcmational Journal. 2017.-V.20.-P.340-344

18 *Мурашева К.С., Кочмарев К.К., Воробьев С.А., Сайкова С.В.* Синтез и исследование концентрированных гидрозолей наночастиц меди, полученных с использованием слабых восстановителей// Журнал общей химии. 2015. -Т. 85. - С. 1233-1240.

Таусарова Б.Р., доктор химических наук, профессор
e-mail: birtausarova@mail.ru

Сулейменова М.Ш., кандидат химических наук, доцент
e-mail: s.mariyasb@nwil.ru

Алипбаев А.Н., доктор PhD. e-mail: amanbol-87:Smal

*Ж.Н. Шаймерденов¹, А.Б. Далабаев¹, И.Ж. Темирова¹,
А.Б. Альдиева¹, Б.А. Сакенова¹, К.З. Жунусова¹, А. Изтаев¹*

¹Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, Астанинский филиал, г. Нур-Султан, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СОЛОМЫ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Аннотация. В статье рассмотрены исследования строения соломы льна масличного. В ходе исследования был изучен её химический состав. Результаты исследования свидетельствуют о возможности получения целлюлозы непосредственно из соломы масличного льна. Были подобраны оптимальные реакционные смеси и условия проведения процесса получения целлюлозы из отходов первичной переработки льняной соломы. Результаты показали, что толстые стебли характеризуются меньшим содержанием целлюлозы по Кюршнеру, чем тонкая однородная солома в целом. Кроме того, стебли имеют повышенное значение массовой доли кислотонерастворимого лигнина, что обеспечивает особую прочность и создает сложности для измельчения. Также были исследованы химический состав и физико-химические свойства целлюлозы. Результаты анализа свидетельствуют о возможности переработки такого вида сырья с целью получения целлюлозы, пригодной для дальнейших химических модификаций.

Ключевые слова: лён, переработка, солома, костра, целлюлоза.

• • •

Түйіндеме. Мақалада майлы зығыр сабанының құрылымы қарастырылған. Зерттеу барысында оның химиялық құрамы зерттелді. Зерттеу нәтижелері целлюлозаны майлы зығыр сабанынан тікелей алу мүмкіндігін көрсетеді. Зығыр сабанды алғашқы еңдеуден қалған қалдықтардан целлюлоза алу процесі үшін оңтайлы реакциялық қоспалар мен жағдайлар таңдалды. Нәтижелер көрсеткендей, жуан сабақтарда жұқа, біркелкі сабанмен салыстырғанда, Кюршнер бойынша целлюлозаның құрамы төмен болып келеді. Сонымен қа-

Источник финансирования исследований: Бюджетная программа 267 Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан

тар, сабақтарда қышқыл ерімейтін лигниннің жоғарылаған массалық үлесі бар, ол ерекше беріктік береді және ұнтақтауға қиындық туғызады. Целлюлозаның химиялық құрамы мен физика-химиялық қасиеттері де зерттелді. Талдау нәтижелері химиялық түрлендіруге жарамды целлюлозаны алу үшін шикізаттың осы түрін өңдеу мүмкіндігін көрсетеді.

Түйінді сөздер: зығыр, қайта өңдеу, сабаң, діңше, целлюлоза.

• • •

Abstract. This article examines the structure of oilseed flax straw. As part of the study, the chemical composition of oilseed flax straw have been examined. The results of the study indicate the possibility of obtaining cellulose directly from oilseed flax straw. The optimal reaction mixtures and conditions for the process of obtaining cellulose from wastes of primary f flax straw processing have been selected. The results of the study showed that generally thick stems are characterized by a lower cellulose content compare to the thin, uniform straw. In addition, the straws have an increased mass fraction of acid-insoluble lignin, which provides special strength and creates difficulties for grinding. The chemical composition and physicochemical properties of cellulose were also investigated. The analysis results indicate the possibility of processing this type of raw material in order to obtain cellulose suitable for further chemical modifications.

Key words: flax, processing, straw, bonfire, cellulose.

Введение. Отходы переработки масличных культур, в особенности льняная костра, является ценным сырьем для получения целлюлозы. Но, к сожалению костра, как сырье в бумажном производстве, применяется очень редко, можно сказать, почти не используется целлюлозными заводами, невзирая на научные факты ее совершенной пригодности. Причиной такого положения можно считать относительно малые масштабы производства целлюлозы из соломы однолетних растений, которые составляют всего 7% от общей массы продукции. Тем не менее, следует отметить, что при определенной технологии переработки костры она пригодна для дальнейшего использования в целлюлозной промышленности. При производстве целлюлозы в Казахстане одним из основных вопросов является вопрос о сырьевой базе. Как известно, сырьем для этой продукции служит техническая древесная целлюлоза, получаемая варкой древесины хвойных и лиственных пород по сульфатному способу [1].

Однако страна не обладает лесными насаждениями в достаточ-

ной мере и поэтому отечественная целлюлозно-бумажная промышленность собственной сырьевой базы не имеет. В связи с вышеизложенным, производители целлюлозы вынуждены закупать значительное количество сырья за границей, что удорожает стоимость готовой продукции. Данную проблему можно решить путем использования в качестве сырьевой базы солому однолетних растений. Волокно и костра масличного льна по содержанию целлюлозы наиболее пригодны для изготовления целлюлозы и полуцеллюлозы, используемых в производстве бумаги и картона [2]. Дребенцов Ф.Ф. в своих исследованиях для получения целлюлозы использовал льняную солому, а также костру. Однако режим по использованию костры для получения волокнистых полуфабрикатов не был основательно отработан [3]. В связи с вышеизложенным, в лаборатории переработки масличного сырья Астанинского филиала Казахского НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности проводились исследования возможности использования соломы масличного льна для получения волокна различного назначения, как продукта с высокой добавленной стоимостью. Был изучен химический состав соломы масличного льна. Объекты исследований - сорта масличного льна: Костанайский янтарный, Лирина, Костанайский 11, Казар.

Методы исследования. Для определения химического состава сырье было предварительно измельчено ножницами и подготовлена средняя проба. Определены массовая доля экстрактивных веществ (экстрагент - диэтиловый эфир) - жировосковой фракции (ЖВФ), массовая доля кислотонерастворимого лигнина, массовая доля целлюлозы методом Крюшнера [4]. Химический состав соломы масличного льна представлен в таблице 1. Таблица 1 - Химический состав соломы масличного льна

Таблица 1

Наименование сырья	ЖВФ, %	Зольность, %	Лигнин, %	Целлюлоза по Крюшнеру, %
Костанайский янтарный	2,40	2,37	22,85	47,29
Лирина	2,48	1,82	23,10	46,90
Костанайский 11	2,36	3,41	21,79	48,85
Казар	2,12	2,74	21,52	48,03

Сравнение результатов, представленных в таблице 1, показывает, что толстые стебли характеризуются меньшим содержанием целлюлозы по Кюршнеру, чем тонкая однородная солома в целом. Кроме того, стебли имеют повышенное значение массовой доли кислотонерастворимого лигнина, что обеспечивает особую прочность и создает сложности для измельчения. Полученные результаты химического состава соломы льна масличного, а именно: содержание целлюлозы по Кюршнеру в пределах от 46,90% до 48,85%; зольность на уровне 1,82-3,41%; кислотонерастворимый лигнин от 21,52% до 23,10% свидетельствуют о возможности получения целлюлозы непосредственно из соломы масличного льна.

Результаты исследований. В качестве исходного материала для исследования использовали костру масличного льна. Были исследованы химический состав льняной костры и получена целлюлоза в лабораторных условиях методами сульфатной, перуксусной, пероксидной и азотнокислой варки. Получены образцы целлюлозы «щадящими» способами. Различный по фракционному составу материал состоит из частиц длиной 1-15 мм, толщиной 0,3-1,5 мм, с небольшими включениями волокнистой части льна. Массовые доли компонентов в льняной костре определяли стандартными методами: целлюлозу - азотно-спиртовым; лигнин - серноокислотным в модификации Комарова; экстрагируемые вещества - последовательной экстракцией диэтиловым эфиром и водой в аппарате Сокслета. Результаты сравнительного анализа химического состава различного вида сырья представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнительный анализ химического состава различного вида сырья

Компоненты	Массовые доли компонентов, %		
	Костра	Солома пшеницы	Сосна
Лигнин	32,8	24,5	28,1
Целлюлоза	37,5	44,3	52,4
Экстрагируемые	4,1	3,7	3,4
Зола	1,8	5,5	0,4

Анализ данных таблицы 2 свидетельствует о том, что костра масличного льна по содержанию целлюлозы и золы имеет среднее показание между тремя волокнистыми материалами. В ходе эксперимента получены образцы сульфатной, перуксусной, пероксидной и азотнокислой технической целлюлозы из костры по следующим режимам:

1. Сульфатная варка костры (в лабораторном реакторе). Начальная концентрация активной щелочи в варочном растворе 55 г/дм^3 , степень сульфидности - 18%, жидкостный модуль - 4, температура - 170°C , продолжительность варки - 150 мин;

2. Перуксусная варка костры (в колбе с обратным холодильником на водяной бане). Исходный состав варочного раствора: массовая доля «ледяной» уксусной кислоты - 0,65; массовая доля пергидроля - 0,35; жидкостный модуль - 6, продолжительность изотермической варки - 90 мин. при температуре 92°C ;

3. Пероксидная варка костры (в колбе с обратным холодильником на водяной бане). Начальная концентрация пероксида водорода - 17%; концентрация комплексного катализатора - 0,1 г-моль/ дм^3 (H_2SO_4 в составе катализатора - 0,4). Жидкостный модуль - 6, продолжительность изотермической варки - 105 мин. при температуре 98°C ;

4. Азотнокислая варка (в колбе с обратным холодильником на водяной бане). Начальная концентрация азотной кислоты - 6%, жидкостной модуль - 6, продолжительность изотермической варки - 150 мин. при температуре 96°C . Затем образцы целлюлозы размалывали в центробежном размалывающем аппарате. Таким образом, получили полуфабрикаты из технической целлюлозы.

Результаты экспериментов подвергнуты однофакторному дисперсионному анализу (пакет прикладных программ Statgraphics Centurion, блок Design of Experiments, процедура Single Factor Categorical). В качестве переменного фактора выступают продолжительность получения целлюлозы (четыре дискретных уровня варьирования, обозначенных буквами А,В,С,Д), а в качестве выходного параметра - выход целлюлозы, которые показаны в таблице 3.

Таблица 3 - Статистические характеристики выборки

Способы варки	Обозначения	Продолжительность варки, мин	Выход целлюлозы, %
		X	у
Сульфатная	A	150	32,4
Перуксусная	B	90	46,2
Пероксидная	C	105	45,9
Азотнокислая	D	150	41,3
Дисперсионные отношения F			66,03
Уровни значимости p			0,0142

Выходные данные показывают, что отношения между выходом целлюлозы и продолжительности варки характеризуется следующим уравнением: $y = 62,3324 - 0,16915X$

Поскольку значение p составляет менее 0,05, существует статистически значимая связь между переменными на уровне достоверности 95,0%, оно отражено на рисунке 1.

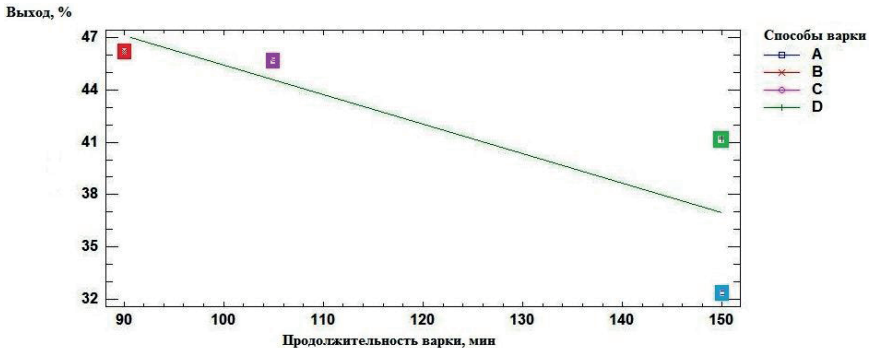


Рисунок 1 - Доверительные интервалы выхода целлюлозы при каждом из условий делигнификации

Статистика дисперсионного отношения F показывает, что на 66,03% изменяется выход целлюлозы в зависимости условия проведения варки. При этом делигнификация костры перуксусной кислотой (режимы - уровни фактора B) обеспечила высокий выход целлюлозы

46,2%, по сравнению с остальными способами. Таким образом, в качестве оптимальной реакционной смеси для получения целлюлозы из костры масличного льна была выбрана перуксусная кислота.

Выбор перуксусного метода обусловлен тем, что в его основе лежит варка с использованием перуксусной кислоты - $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OON}$, компоненты которой легко разлагаются на воду, кислород и уксусную кислоту и не являются особо опасными для окружающей среды. Подбор оптимальных условий проведения варки костры масличного льна перуксусной кислотой проводился с помощью двухфакторного планирования по программе Statgraphics Centurion. В качестве переменных условий перуксусной варки выбрали наиболее важные факторы на основании результатов предварительных опытов: продолжительность процесса варки x_1 (интервал варьирования 80-90 мин.), температура проведения варки X_2 (интервал варьирования 90-98°C). В качестве выходного параметра выбрали выход целлюлозного продукта y , значения которых приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Влияние условий перуксусной варки на выход целлюлозного продукта

Условия перуксусной варки		Выход целлюлозного продукта, %
t, мин	T, °C	
x_1	X_2	y
80	94	45,3
85	94	46,5
80	98	49,5
90	90	50,1
90	98	52,3
80	90	46,0
90	94	49,2
85	98	47,5
85	90	46,8

Зависимость выходного параметра от переменных факторов перуксусной варки аппроксимировали уравнением регрессии:

$$y = 23,0607 - 1,2x_1 + 0,2667x_2$$

Уравнение регрессии адекватно отражает результаты экспе-

римента, поскольку значение P для выхода целлюлозного продукта составляет менее 0,05, существует статистически значимая связь между y и факторами при уровне достоверности 95,0%. На рисунке 2 изображены интервалы отклика, иллюстрирующие зависимость величины выхода целлюлозного продукта от переменных факторов процесса варки.

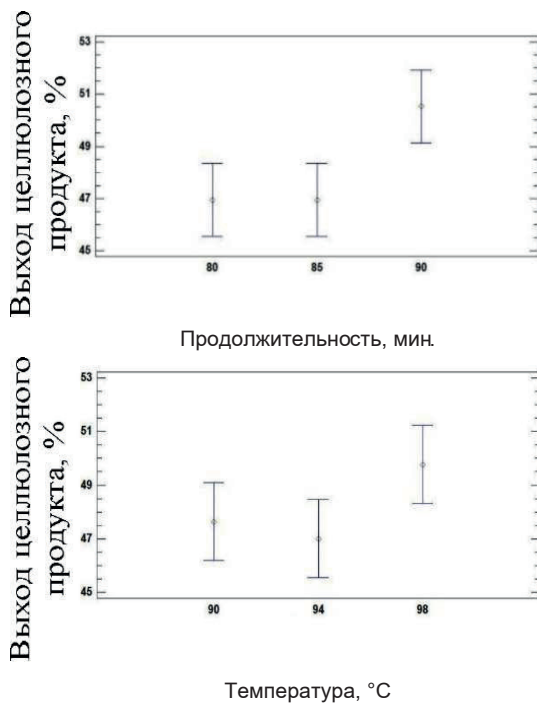


Рисунок 2 – Зависимость величины выхода целлюлозного продукта от переменных факторов процесса варки

Таким образом, при условии $t=90$ мин. и $T=98^{\circ}\text{C}$ обеспечивается высокий выход целлюлозного продукта. Исследование химического состава и физико-химических свойств целлюлозы проводили по стандартным методикам анализа продуктов переработки растительного сырья: содержание альфа-целлюлозы - обработкой 17,5% раствором гидроксида натрия (ГОСТ 6840-78), остаточный лигнин - прямым методом, зольность - сжиганием пробы и прокаливанием при температуре $575\pm 25^{\circ}\text{C}$. Результаты анализа представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Химико-физические показатели полученных продуктов

Способ варки	Альфа-целлюлоза, %	Лигнин, %	Зольность, %
Сульфатная	83,6	1,15	1,05
Перуксусная	93,2	1,17	0,75
Пероксидная	91,5	1,26	0,82
Азотнокислая	86,8	1,38	0,94

Выводы. По результатам анализа можно отметить, что целлюлоза, полученная перуксусной варкой, характеризуется таким образом: массовая доля α -целлюлозы 93,2%, зольность и массовая доля остаточного лигнина составляют 0,75% и 1,17 % соответственно, что свидетельствует о возможности переработки такого вида сырья с целью получения целлюлозы, пригодной для дальнейших химических модификаций.

Список литературы

1 *Даревский Ю.С.* Изучение химии процессов получения льняной целлюлозы / Ю.С. Даревский, В.И. Ходыров, М.В. Латош // Химия древесины. - 1985. - № 5. - С. 38-42.

2 *Гисматулина Ю.А.* Химический состав перспективного недревесного сырья - мискантуса и соломы льна межеумка // Фундаментальные исследования. - 2016. - №4 (часть 2). - С. 249–252.

3 *Дребенцов Ф.Ф., Шишко А.М., Дребенцова М.А.* Получение целлюлозы из закорстенных волокнистых отходов льнозаводов // Вес. АН БССР. Сер. физ.техн. наук. - 1960. - №3. - С. 51-60.

4 *Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А.* Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. - М.: Экология, - 1991. - 320 с.

Шаймерденов Ж.Н., научный сотрудник, e-mail: shaimerdenov_82@mail. ru

Далабаев А.Б., младший научный сотрудник, e-mail: dalabaev askhat@mail. ru

Темирова И.Ж., старший научный сотрудник, e-mail: indira_t85@mail.ru

Альдиева А.Б., младший научный сотрудник,

e-mail: Akyliinaakmaral @mail. ru

Сакенова Б.А., магистр, e-mail: bagila73@mail.ru

Жунусова К.З., кандидат химических наук, e-mail: Zhunusovakz@mail. ru

Измаев А., доктор технических наук, академик НАН РК,

e-mail: auelbekking@mail. ru

МАШИНОСТРОЕНИЕ. ТРАНСПОРТ. МЕТАЛЛУРГИЯ

МРНТИ 55.51.37, 73.41.15

С.В. Лу¹, О.Ж. Рабат¹, Н.Д. Сайдинбаева¹, А.Н. Салманова²

¹Казахский автомобильно-дорожный институт им Л.Б. Гончарова,
г. Алматы, Казахстан

²Экибастузский инженерно-технический институт им. академика К. Сатпаева,
г. Экибастуз, Казахстан

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПО РАЗГРУЗКЕ МАССОВЫХ НАВАЛОЧНЫХ ГРУЗОВ

Аннотация. В статье рассмотрена новая технология разгрузки сыпучих материалов с помощью съёмных контейнеров, транспортируемых на платформах. Применение новой инновационной технологии и средств разгрузки навалочных грузов позволит повысить производительность труда за счет совмещения операций транспортировки, разгрузки и последовательной очистки контейнеров от остатков грузов. Кроме того, улучшаются условия работы обслуживающего персонала за счет предотвращения разброса высыпаемого из контейнеров груза и устранения запыленности рабочей зоны.

Ключевые слова: съёмный контейнер-кузов, производительность, транспортировка, разгрузка, очистка, насыпной груз, сателлитная кривая, спираль Архимеда.

...

Түйіндеме. Мақалада платформаларда тасымалданатын алынбалы контейнерлерді қолданып, сусымалы материалдарды түсірудің жаңа технологиясы қарастырылады. Жүктерді түсірудің жаңа инновациялық технологиялары мен құралдарын қолдану, тасымалдау, түсіру және контейнерлерді жүк қалдықтарынан жүйелі түрде тазарту жұмыстарын біріктіру арқылы еңбек өнімділігін арттырады. Сонымен қатар, қызмет көрсететін персоналдың жұмыс жағдайлары контейнерлерге құйылған жүктің таралуын болдырмау және жұмыс аймағының шаңын жою арқылы жақсарады.

Түйінді сөздер: алынбалы контейнер корпусы, өнімділік, тасымалдау, түсіру, тазарту, көлемді жүк, спутниктік қисық, Архимед спиралі.

...

Abstract. The article considers a new technology for unloading bulk materials using removable containers transported on platforms. The use of new innovative

technology and means of unloading bulk cargo will increase labor productivity by combining operations of transportation, unloading and sequential cleaning of containers from cargo residues. In addition, the working conditions of maintenance personnel are improved by preventing the spread of cargo poured out of containers and eliminating the dustiness of the working area.

Keywords: removable container-body, capacity, transportation, unloading, cleaning, bulk cargo, satellite curve, Archimedes spiral.

Введение. Одной из важнейших задач развития Казахстана до 2050г. является последовательное осуществление перехода от создания и внедрения отдельных машин и технологических процессов к массовому применению высокоэффективных систем машин и технологических процессов, обеспечивающих комплексную механизацию и автоматизацию производства, техническое перевооружение его основных отраслей. Удельный вес внутри дорожных перевозок навалочных грузов составляет более 60% от общего объема перевозок. Крупные объемы внутри дорожных перевозок позволяют частично решить задачу устойчивого питания порожними вагонами в пределах самих дорог. Для этого необходима четкая технология перевозки грузов в местном сообщении и, в частности, широкое применение кольцевых и технологических маршрутов, а также бесперебойная разгрузка и очистка, полувагонов [1-4].

В настоящее время кольцевые маршруты применяют в основном для перевозки угля на электростанции, как в местном, так и в междорожном сообщении. Однако около половины углей, к примеру, Карагандинского бассейна потребляют крупные металлургические комбинаты. Ввиду особенности работы внутризаводского железнодорожного транспорта перевозить уголь кольцевыми маршрутами на металлургические комбинаты невозможно. Наиболее целесообразно использовать для этого, так называемые, технологические маршруты. Из освобождающихся из-под выгрузки полувагонов комбинат формирует состав установленной длины и выдает его на станцию к определенному времени, причем в состав должны включаться очищенные и годные под погрузку угля полувагоны. По пересылочной ведомости они направляются на углепогрузочную станцию, где загружаются углем в адрес комбината, который формировал состав [5-7].

Таким образом, технологический маршрут представляет собой поезд с изменяющимся подвижным составом, постоянно обращающимся между станцией погрузки и комбинатом. Отметим, что такое перемещение требует более совершенных технических средств, на-

пример, использование местных дефицитных платформ со съёмными кузовами-контейнерами. Использование платформ, оснащёнными съёмными кузовами-контейнерами в технологических маршрутах обеспечивает использование кольцевых маршрутов для перевозки энергетических углей из Экибастуза на электростанции Казахстана, Урала и Сибири, и позволяет сократить потребный рабочий парк полувагонов, обеспечить ритмичное и бесперебойное снабжение электростанций топливом, значительно сократить затраты на его транспортировку. Кроме того, применение технологических маршрутов даст возможность дополнительно организовать перевозки угля кольцевыми маршрутами из Экибастуза и Караганды в европейскую часть стран СНГ [8]. Ниже рассмотрим одну из возможных технологических схем разгрузки угля, транспортируемого на платформах со съёмными кузовами-контейнерами, предлагаемая авторами этой работы.

Новая технология разгрузки угля. Указанная новая технология разгрузки навалочных грузов осуществляется с использованием предлагаемого авторами изобретения – установки для разгрузки контейнеров с сыпучими материалами [9]. Данная установка работает следующим образом (рисунок 1): контейнеры 6 с грузом перемещаются грузонесущим канатом 7 по наклонным рельсовым направляющим 2 с участками транспортировки 3 и разгрузки 4. В состав установки входят также приемные бункеры 8, отводящий конвейер 9 и микропроцессорное устройство управления 10. В соответствии с предлагаемым изобретением спирали двух рельсовых направляющих разгрузочного участка ориентированы по винтовым линиям (спирали Архимеда) постоянного диаметрального размера с правым и левым направлениями винтовой линии. Опоры 1 выполнены телескопически с возможностью изменения высоты опор и дальнейшей фиксацией достигнутого уровня выдвигания звеньев опор. Опоры 1 дополнительно оснащены датчиками веса 11, выход которых подключен ко входу устройства управления 10.

Грузонесущие каретки 5 установлены на выдвигных подпружиненных упруго деформационным элементом 12 (например, пружиной сжатия) телескопических штангах 13 (рисунок 2). Контейнеры 6 дополнительно оснащены симметрично раскрывающимися в стороны половинами 14 крышки, связанными с крайней консольной выдвигной секцией телескопической штанги 13 с возможностью полного раскрытия половин 14 крышки при максимальном выдвигении данной секции.

Установка работает следующим образом.

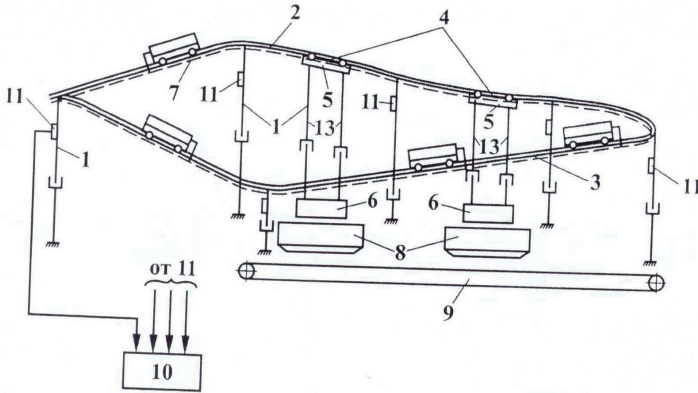


Рисунок 1 - Установка для разгрузки контейнеров с сыпучими материалами

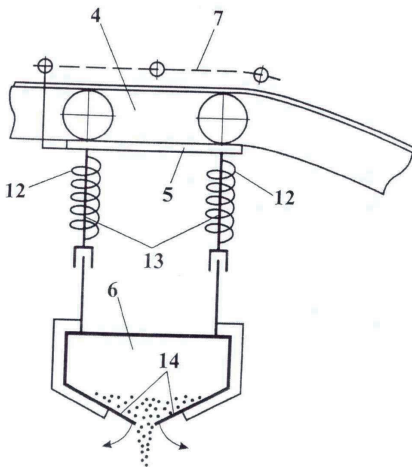


Рисунок 2 - Положение кареток с контейнерами в момент высыпания из них груза

Опоры 1 предварительно выставляются на заданную высоту каждой опоры, обеспечивая требуемые пространственные положения участков транспортировки 3 и разгрузки 4. Достигнутое высотное положение фиксируется. Одновременно проверяется положение перевернутых контейнеров 6 при максимально выдвинутых телескопических штангах 13 и удаленность контейнеров 6 от приемных бункеров 8. Расстояние между контейнерами 6 (при открытых половинах 14 крышки) должно быть минимально допустимым, обеспечивающим компактное высыпание груза.

Контейнеры 6 с сыпучим грузом, закрепленным на грузонесущих каретках 5, перемещаются грузонесущим канатом 7 по наклонным рельсовым направляющим участка разгрузки 4 сыпучих грузов. При достижении движущимися контейнерами 6 участка 4, контейнеры, двигаясь по винтовой линии (правового направления) поворачиваются вправо и при достижении контейнером 6 нижней точки в максимально выдвинутом положении секции штанги 13, обеспечивают симметричное раскрытие половин 14 крышки и компактное беспылевое высыпание груза в новый приемный бункер 8. Освободившись от груза, под действием осевого усилия сжатия упруго деформационного элемента 12 штанга 13 возвращается в исходное компактное состояние. Одновременно складываются половины 14 крышки и контейнеры, двигаясь далее по участку 4, и достигая второй винтовой линии (левого направления) поворачиваются влево и в перевернутом положении вновь опускаются, максимально выдвигая секции штанги 13 и раскрывая половины 14 крышки. Остатки сыпучего груза высыпаются на второй приемный бункер 8. Обеспечивается полное компактное высыпание сыпучего груза из контейнера. Разгрузка осуществляется с помощью планетарного зубчатого механизма используя движение по сателлитным кривым (спиралям Архимеда) и задав движение съемному кузову-контейнеру по требуемой траектории [7-9].

Смонтированные на каждой опоре 1 датчики веса 11 информируют о реальной нагрузке на каждую опору под действием веса каретки определяется фактическое значение перенесенного груза, по которому вычисляются производительность и другие технические характеристики установки. Сигналы от датчика веса 11, поступая и обрабатываясь в микропроцессорном устройстве управления, позволяют в автоматическом режиме вести контроль за всем процессом доставки и разгрузки сыпучего груза. Установка конструктивно проста, технологична в изготовлении, надежна в работе. Условия ее работы экологически безопасны, безвредны для персонала.

Выводы. Использование описываемой инновационной технологии и средств разгрузки грузов позволит повысить производительность труда при грузовых операциях за счет совмещения операций транспортировки, разгрузки и последовательной очистки, а также обеспечивает очистку контейнеров от остатков грузов. Доставка массовых насыпных грузов указанным способом и их разгрузка (железнодорожными «вертушками» с установленными на них съемными кузовами-контейнерами) будет иметь несомненное преимущество перед существующими

традиционными способами доставки разгрузки грузов. При сравнении нового гравитационного разгрузочного устройства с роторным вагоноопрокидывателем, ожидаемый годовой экономический эффект составил ориентировочно 44 млн. тенге. Экономический эффект обеспечивается тем, что при работе вагоноопрокидывателя ходовая часть подвижного состава воспринимает дополнительные нагрузки, которые выводят из строя роликовые буксы, а в работе с новым разгрузочным устройством подвижной состав не принимает участия. Предлагаемое в работе техническое решение по разгрузке может быть использовано при транспортировке в контейнерах строительных материалов (щебень, гравий и др.).

Список литературы

- 1 *Бойко Н.И., Чередниченко С.П.* Транспортно-грузовые системы и склады. – Ростов-на-Дону, Феникс, 2007. – 400 с.
- 2 *Тимошин А.А., Мачульский Н.Н. и др.* Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ. М., Маршрут, 2003. – 400 с.
- 3 *Ли С.В., Омаров А.Д., Кабашев Р.А., Кабашев М.А.* Механизация погрузочно-разгрузочных работ на транспорте – Алматы, КазАТК, 2000. – 154 с.
- 4 *Кривоцов Н.П., Гелер Н.М., Мироненко В.А.* Автоматизация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на промышленном железнодорожном транспорте. Киев, Транспорт, Высшая школа, 1986. – 264 с.
- 5 *Стогов В.Н., Плюхин Д.С., Ефимов Г.П.* Погрузочно-разгрузочные машины; М.: Транспорт, 1977. – 311 с.
- 6 *Ширяев С.А., Гудков А.А., Миротин Л.Б.* Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 848 с.
- 7 *Антоневич Э.Ф.* Погрузочно-разгрузочные работы // Справочник. – Транспорт, 1972г.-288с.
- 8 А.С.№1761632, М.кл. В65D88/54 от 29.10.90 г., СССР. Контейнер для сыпучих и наливных грузов / Андреев В.М., Ли С.В., Сейтбаталов С.М. и Алимова Е.В. Б.И.№34,1992.
- 9 А.С.№1738747, М.клот 23.05.90г., СССР. Устройство для разгрузки контейнеров с сыпучими материалами/Ли С.В., Сейтбаталов С.М., Алимова Е.В. Б.И. №21,1992.

Рабат О.Ж., доктор технических наук, академик НАН ИТ РК,
e-mail: rabat747@mail.ru

Ли С.В., доктор технических наук, профессор, e-mail: lee.sergei@list.ru

Сайдинбаева Н.Д., магистр наук, e-mail: nazym007@mail.ru

Салманова А.Н., кандидат технических наук, e-mail: alinak096@mail.ru

В.А. Марков¹, Е.В. Бебенін², А.М. Биниязов³, В.П. Захаров³

¹Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

²Саратовский металлообрабатывающий завод, г. Саратов, Россия

³Западно Казахстанский инновационно-технологический университет,
г. Уральск, Казахстан

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАКТОРА К-700А, РАБОТАЮЩЕГО ПО ГАЗОДИЗЕЛЬНОМУ ЦИКЛУ

Аннотация. Расходы на топливо для сельскохозяйственной техники, достигают 50 % в себестоимости сельскохозяйственной продукции. В связи с этим перевод сельскохозяйственной техники на более дешевое альтернативное топливо - природный газ метан – позволит повысить эффективность сельскохозяйственного производства. Тем более, что Казахстан занимает ведущее место в мире по его запасам. Наиболее простым и приемлемым для сельского хозяйства способом перевода дизеля для работы на газообразном топливе является использование газодизельного цикла, так как это не требует значительных изменений конструкции двигателя, сохраняется серийная топливная аппаратура и способность работать как на дизельном топливе, так и на его смеси с компримированным (КПГ) или сжиженным природным газом. В результате математического моделирования показатели мощности экспериментального двигателя ЯМЗ-238 при его переводе с жидкого (дизельного) на газообразное топливо (природный газ) снижаются на 10%, что показывает анализ формулы по подсчёту данной мощности, данный эффект возникает под влиянием плотности топливовоздушной смеси поступающей в цилиндр.

Ключевые слова: газодизель, система подачи газа в двигатель, экология ДВС.

• • •

Түйіндеме. Ауылшаруашылық техникаларына жанармай шығындары ауылшаруашылық өнімдерінің 50% құрайды. Осыған байланысты

Источник финансирования исследований - Саратовский завод энергетического машиностроения, г. Саратов, Россия.

ауыл шаруашылық техникаларын арзан баламалы отын - табиғи газға, метанға алмастыру ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін арттырады. Оның үстіне, Қазақстан өз қорлары бойынша әлемде жетекші орынға ие. Ауыл шаруашылығында дизельді қозғалтқышты газ тәрізді отынмен жұмыс істеуге айналдырудың қарапайым және қолайлы тәсілі - бұл газ-дизель циклын пайдалану, өйткені бұл қозғалтқыштың құрылымы, сериялық отын жабдықтары мен дизель отынында да, сондай-ақ оның компримирленген (КЖТ) немесе сұйытылған табиғи газбен де жұмыс істеу қабілеті сақталады. Математикалық үлгілеу нәтижесінде ЯМЗ-238 эксперименталды қозғалтқышының қуат көрсеткіштері оны сұйық (дизельді) газ тәрізді отынға (табиғи газға) ауыстыру кезінде 10% - ға төмендейді, бұл осы қуатты есептеу бойынша формуланың талдауын көрсетеді. Бұл әсер цилиндрге келіп түсетін отын ауа қоспасының тығыздығының әсерінен пайда болады.

Түйінді сөздер: газ-дизель, қозғалтқышқа газ беру жүйесі, ДВС экологиясы.

• • •

Abstract. Fuel costs for agricultural machinery reach 50% of the cost of agricultural products. In this regard, the transfer of agricultural machinery to work on cheaper alternative fuels - natural gas, methane - will improve the efficiency of agricultural production. The simplest and most acceptable way for agriculture to transfer diesel engines to work on gaseous fuel is the use of a gas-diesel cycle, since it does not require significant modifications of the engine, the regular fuel equipment running on diesel is preserved, plus there is an option to work on both diesel fuel and its mixture with compressed (CNG) or liquefied natural gas. As a result of mathematical modeling, the power indicators of the experimental YAMZ-238 engine when it is transferred from liquid (diesel) to gaseous fuel (natural gas) are reduced by 10%, which shows the analysis of the formula for calculating this power, this effect occurs under the influence of the density of the fuel-air mixture entering the cylinders.

Key words: gas diesel, gas supply system to the engine, the ecology of the engine.

Введение. В результате внедрения альтернативных видов топлива, в Республики Казахстан, активно развивается рынок природного газа, который охватывает все большее количество автотракторной техники, данная ситуация способствует снижению себестоимости продукции в экономике страны и улучшение экологической обстановки (рисунок 1).

Правительство Республики Казахстан поставило целью повышение уровня газификации всех районов РК (рисунок 2). Достижение данной цели может быть облегчено в связи с расширением рынка сбыта природного газа, каковым является рынок газомоторного топлива. Республика Казахстан нуждается в экологически безопасном, доступном и дешёвом виде топлива. Экологическая безопас-

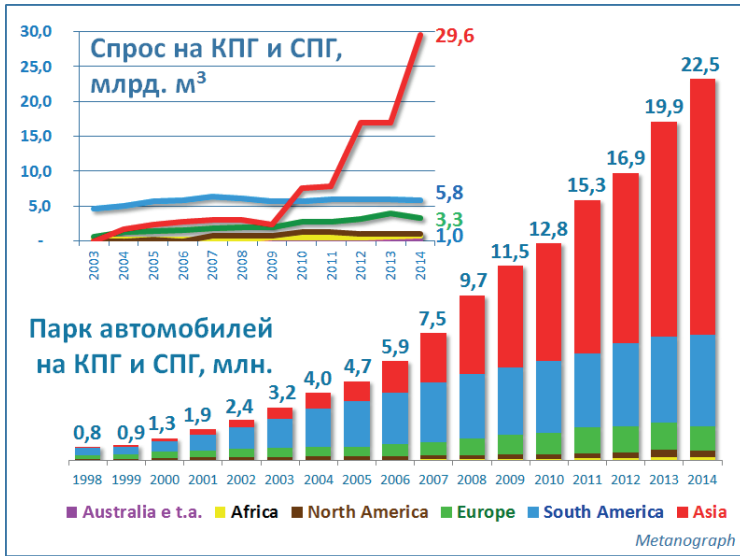


Рисунок 1 – Развитие рынка газомоторного топлива

ность применения газомоторного топлива стало необходимостью, в последнее время, в связи с ухудшением экологической обстановки. Особенно остро встал вопрос с дымностью (Кх) отработанных газов различных видов топлив, а также содержание в них таких газов как NO_x, CH_x, CO, CO₂.

Методы исследований. В настоящее время актуально использование газодизельного цикла, при котором основным топливом является природный газ, а его возгорание осуществляется путем подачи запальной дозы дизельного топлива. Порция запального дизельного топлива на всех режимах остается неизменной и составляет 20-30% от общего расхода топлива. На режиме холостого хода двигатели работают только на дизельном топливе [1,2]. В открытых литературных источниках нет данных о влияние на показатели дымности и токсичности в результате применения систем с распределённой подачей газообразного топлива. Целью исследований является измерение показателей дымности и токсичности отработанных газов в результате применения системы с распределенной подачей газообразного топлива в дизель трактора К-700А, оснащенного двигателем ЯМЗ-238 НДЗ при работе по газодизельному циклу.

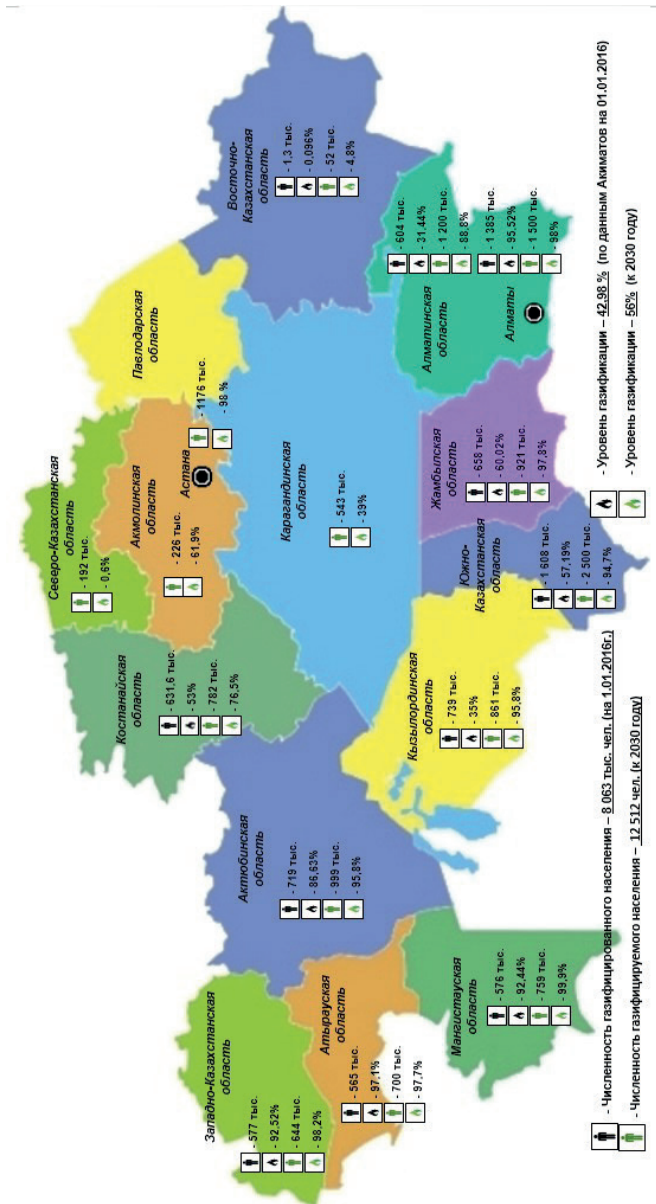


Рисунок 2 — Уровень газификации областей Республики Казахстан

Совместно с Саратовским ГАУ им. Н.И. Вавилова и «ППП Дизельавтоматика», была создана система распределенной подачи газообразного топлива по эжекционному принципу, новизна которой подтверждена патентами на полезную модель. Система распределённого эжекционного впрыска газообразного топлива, состоящая из баллонов хранения газа, вентильной группы, редуктора газа, оснащенная датчиками давления, температуры подаваемого газа, датчиком частоты вращения коленчатого вала, датчиком положения рейки топливного насоса высокого давления, электронным блоком управления, отличающаяся тем, что она снабжена устройствами эжекционной подачи газообразного топлива, способными передавать газообразное топливо в двигатель из газового коллектора, выполненного в виде пневмоаккумулятора, а рейка топливного насоса снабжена устройством управления циклами работы двигателя. [3-5]

Результаты исследования. На базе фермерского хозяйства были проведены эксплуатационные исследования тракторов К-700А, оснащенных системой с центральной подачей газообразного топлива типа СЭРГ-500 и системой распределенной подачи газообразного топлива по эжекционному принципу для работы по газодизельному циклу. Экологические исследования концентрации основных токсичных элементов в отработанных газах двигателя трактора определяли с помощью газоанализатора «АВТОТЕСТ-01.02». Исследования производились при выполнении основных сельскохозяйственных операций: пахоты, культивации, посева, дискования. Для получения объективных данных проводились измерения при работе трактора К-700А по дизельному и газодизельному циклу. Результаты экологических эксплуатационных исследований представлены на рисунке 3.

При исследованиях отмечено улучшение основных показателей токсичности при переводе дизеля на газодизельный цикл. В первую очередь это относится к дымности ОГ, уменьшающейся во всем диапазоне нагрузочных режимов работы дизеля.

Обсуждение результатов. Так, на режиме $cN_e = 152$ кВт при $n = 2100$ мин.⁻¹ дымность снижается с 70 до 20%. На номинальном режиме отмечается жёсткое сгорание топлива и, как следствие, увеличение выброса оксидов азота. На других нагрузочных режимах работы газодизеля содержание NO_x в его ОГ меньше, чем у двигателя, работающего только на дизельном топливе. В то же время отмечено увеличение эмиссии углеводородов CH_x и монооксида углерода CO. Большие выбросы CH_x особенно характерны для режимов работы газодизеля с малыми нагрузками и большим коэффициентом избытка

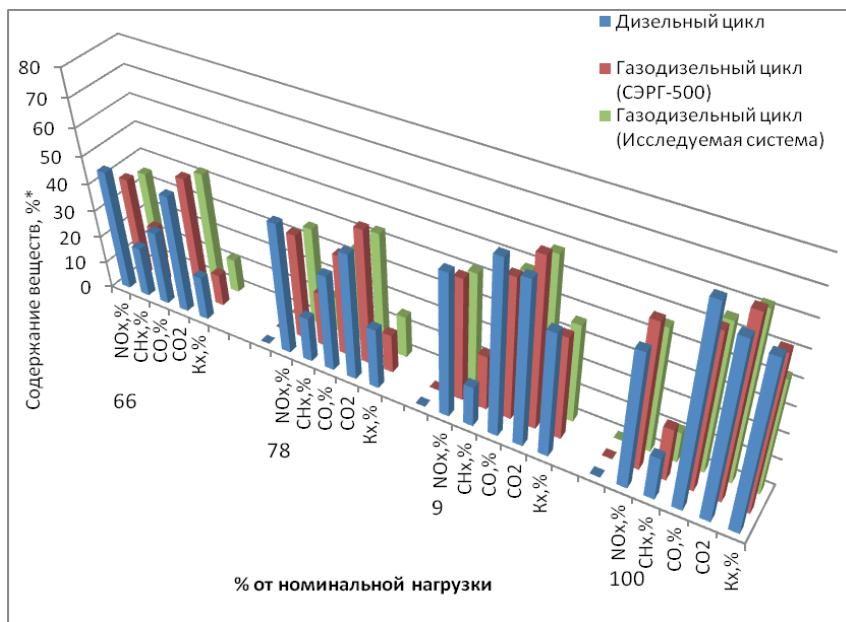


Рисунок 3 – Результаты экологических эксплуатационных исследований

*Значения CO_2 – 1/5 Шкалы процентов,
 Значения CO – 1/20 Шкалы процентов
 Значения CH_x – 1/100 Шкалы процентов
 Значения CO_2 – 1/500 Шкалы процентов

воздуха (Рисунок 4). Это объясняется неполнотой сгорания газового топлива в газодизеле при работе на бедных смесях. На этих режимах отмечено и ухудшение топливной экономичности. Таким образом, результаты испытаний показали целесообразность перехода на дизельный цикл на режимах малых нагрузок и холостого хода с целью уменьшения выбросов углеводородов и расхода топлива. Подтверждено, что для улучшения показателей работы двигателя по газодизельному циклу необходимы оптимизация состава горючей смеси на всех режимах, управление моментом впрыскивания (УОВТ) запальной дозы дизельного топлива, подбор и регулирование фаз газораспределения. [6-8]

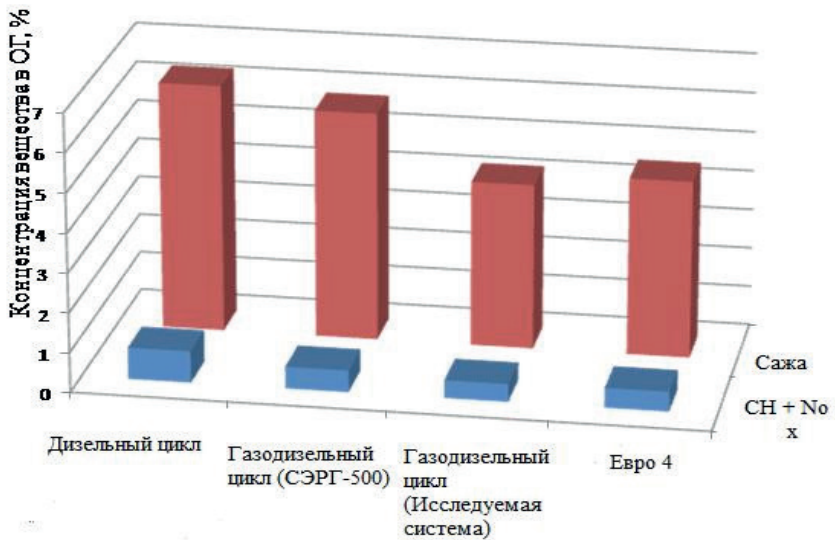


Рисунок 4 – Сравнение результатов экологических исследований с нормами Евро-4.

Вывод. В результате анализа проведенных исследований можно сделать вывод, что экологическая эффективность разработанной системы с распределенной подачей газа по эжекционному принципу превышает экологическую эффективность системы с центральной подачей газа типа СЭРГ-500, по показателю NO_x на 50%, CH_x на 30%, CO на 10%, CO₂ на 100%, а коэффициент задымленности снижается на 15%, за счет оптимизации процессов горения газообразного топлива. Данные значения показывают, что переход дизеля на работу по газодизельному циклу позволяет приблизиться по нормам выбросов токсичных газов к стандарту ЕВРО 4, введенного в 2005 г. (рисунок 4).

Список литературы

1 Бебенин Е.В. Создание системы для применения различных видов газообразного топлива / В.В. Володин, Е.В. Бебенин // Саратов-АГРО.2011: материалы научно-практической конференции 2 специализированной выставки; Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова. - Саратов, 2011. – С. 125-127.

2 Володин В.В. Выбор и обоснование газо-воздушного смесителя двигателя

ля внутреннего сгорания / В.В. Володин, Е.В. Бебенин // Грузовик и строитель-но-дорожные машины. – М., 2012. - №10. – С. 41–44.

3 Загородских Б.П., Бебенин Е.В., Володин В.В. Стендовые испытания системы эжекционной подачи газообразного топлива в дизелях / Б.П. Загородских, Е.В. Бебенин, В.В. Володин // Транспорт на альтернативном топливе – М., 2012. -№2(26). – С.17–19. (ISS №2073-1329)

4 Захаров В.П., Денисов А.С., Сарсенбаева Л.Х., Биниязов А.М. Бралиев А.Б. Повышение эффективности эксплуатации форсированных автомобильных дизельных двигателей совершенствованием управления объёмом масла в смазочной системе // Научный журнал «Новости науки Казахстана». – Алматы, 2018. - №2. – С. 106-120

5 Патент РФ №2291316МПК: F02M Устройство подачи природного газа с внешним смесеобразованием / Загородских Б.П., Агабабян Р.Е., Бебенин Е.В. – А01В 15/00, РУ 2169998; Опубликовано: 10.07.2006, Бюл. №19, 4с.

6 Патент РФ на полезную модель №105372 МПК: F02M, Система распределенного эжекционного впрыска газообразного топлива/ Володин В.В., Загородских Б.П., Бебенин Е.В. приоритет 21 декабря 2010, бюл №16 от 10.06.2011г.

7 Ченцов Н. А., Бебенин Е.В., Захаров В. П., Экономическое обоснование комплекса средств по повышению использования газомоторного топлива// Научно-технический журнал «Новости науки Казахстана» Алматы.- 2014 №4 с.118-126.

8 Biniyazov A.M. Operation maintaining of automobile forced diesel engines with ensuring of functional condition of the lubrication system in exploitation / A.M. Biniyazov, A.N. Bayakhov, A.YU. Bektilevov, R.S. Sadykov, V.P. Zakharov, L.KH. Sarsenbaeva // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD) ISSN(P): 2249-6890; ISSN(E): 2249-8001Vol. 9, Issue 3, Jun 2019, 1761-1768 © TJPRC Pvt. Ltd.

Марков В.А., доктор технических наук, профессор,

Бебенин Е.В., кандидат технических наук, доцент, e-mail: bebenin@bk.ru

Биниязов А.М., кандидат технических наук, e-mail: abiniyazov@mail.ru

Захаров В.П., кандидат технических наук, доцент,

e-mail: zacharov_57@mail.ru.

Б.Н. Нуралин¹, С.В. Олейников¹, М.С. Галиев¹

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

СОВРЕМЕННАЯ ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИИ ОТВАЛЬНЫХ ПЛУГОВ

Аннотация. В настоящее время предпочтение отдается универсально-пропашным тракторам, которые наиболее рациональны в ходе подготовки почвы к посеву, послепахатной обработки почвы на малых площадях и в качестве транспортных машин. Они имеют следующие преимущества по сравнению с серийными отвальными плугами: отсутствие «развальных» и «свальных» борозд и клиньев, которые препятствуют выполнению последующих операций по возделыванию сельхозкультур и требуют дополнительных затрат для их выравнивания; повышение производительности агрегата путем сокращения холостых ходов до минимума, без увеличения ширины захвата и скорости. Для эффективного использования универсально-пропашных тракторов тягового класса 2.0 и 3.0 при основной обработке почвы был разработан поворотный плуг с симметричным ромбовидным отвалом, выполняющий гладкую вспашку без гребней при наименьших энергозатратах. Новизна конструкции защищена патентом на полезную модель.

Ключевые слова: универсально-пропашные трактора, оборотные и поворотные плуги, гладкая вспашка, тяговое сопротивление

• • •

Түйіндеме. Қазіргі таңда ауыл шаруашылығы өндірушілері әмбебап-жырту тракторларын тиімді деп санайды, олар топырақты егуге дайындау барысында, егіс жұмыстары кезінде, шағын алаңдарда топырақты жыртудан кейінгі өңдеу кезінде, көлік машиналары және әртүрлі жылжымалы және стационарлық машиналар жетегі ретінде неғұрлым ұтымды пайдаланылады. Олар сериялық қайырмалы соқалармен салыстырғанда мынадай артықшылықтарға ие: ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіру кезінде ары қарай операцияларды орындауға кедергі келтіретін және оларды теңестіру үшін қосымша шығындарды талап ететін «қираған» және «құлаған» жырталар мен сыналардың болмауы; алым ені мен жылдамдығын ұлғайтпай, бос жүрістерді неғұрлым қысқарту жолымен агрегаттың өнімділігін арттыру. 2.0 және 3.0 тартымдық класты әмбебап-жырту тракторларын тиімді пайдалану

үшін топырақты негізгі өңдеу кезінде біз симметриялы ромб тәрізді қайырмасы бар бұрылмалы соқасын әзірледік. Конструкцияның жаңалығы пайдалы модельге патентпен қорғалған.

Түйінді сөздер: Қуаттылығы жоғары тракторлары, айналмалы және бұрылмалы соқалар, тегіс жырту, тарақтық, тарту кедергісі

• • •

Abstract. Recently, versatile cultivating tractors have become increasingly popular, which are most rationally used during the preparation of the soil for sowing, during sowing, tillage tillage in small areas, as transport vehicles and to drive various mobile and stationary machines. Increasing the efficiency of using these tractors in primary tillage is possible by aggregating rotary plows to ensure smooth plowing. They have the following advantages compared to standard dump plows: the absence of “breakup” and “dump” furrows and wedges that impede the performance of subsequent operations for cultivating agricultural crops and require additional costs for their alignment; increased unit productivity by reducing the idling to a minimum, without increasing the working width and speed. For the efficient use of the universal cultivating tractors of traction class 2.0 and 3.0 for primary tillage, we have developed a rotary plow with a symmetrical diamond-shaped dump, performing smooth plowing without ridges at the lowest energy consumption. The novelty of the design is protected by a utility model patent

Keywords: versatile row-crop tractors, reversible and rotary plows, smooth plowing, combing, traction resistance

Введение. Мировой и отечественный опыт показывает, что дальнейший прогресс в земледелии возможен при отказе от затратных агротехнологий и переходе на ресурсо - и энергосберегающие системы, т.к. многократно возросла стоимость сельскохозяйственной техники и энергоносителей. Для решения указанных проблем возникла необходимость в разработке и внедрении в АПК альтернативных средств обработки почвы, которые будут способствовать стабилизации урожайности возделываемых культур при одновременном сохранении плодородия почвы. Основной упор при эксплуатации почвообрабатывающих машин делался на повышение скорости и ширины захвата, где использовались энергонасыщенные трактора. Они давали экономический эффект при обработке полей больших размеров (не менее 300...400 га). За время аграрных преобразований в Республике Казахстан сложилась многоукладная экономика на базе негосударственных сельхозформирований, изменилась структура и

сократился удельный вес земельных угодий по субъектам хозяйствования [1].

Наибольшее распространение среди сельскохозяйственных товаропроизводителей получили крестьянские хозяйства (65 крупных крестьянских и фермерских хозяйств с площадью сельхозугодий превышающий 20 тыс.га.), доля которых в структуре сельскохозяйственных формирований составляет около 90 %, из них только 4 крестьянских и/или фермерских хозяйства располагают наделами пашни более 20 тыс. га. Они расположены в Карагандинской (24,6 тыс.га), Костанайской (24,3 тыс.га), Северо-Казахстанской (21,1 тыс.га) и Акмолинской (20,3 тыс.га) областях. Крестьянские и/или фермерские хозяйства Западно-Казахстанской области (ЗКО), занимающиеся возделыванием зерновых культур, имеют совокупный объем сельхозугодий в пределах 2,5 ÷ 5,5 тыс.га, а выращиванием овощей и корнеплодов - менее 1 тыс.га.

В этих условиях сельхозпроизводителями предпочтение отдается универсально-пропашным тракторам, как наиболее рациональным при использовании на малых площадях. Тракторы данного типа эффективны в ходе подготовки почвы к посеву, во время посевных работ, послепахатной обработке почвы. Они широко используются в качестве транспортных машин и привода различных передвижных и стационарных машин.

Обзор и анализ конструкции плугов. Появление на рынке сельхозтехники тракторов: МТЗ 1021; МТЗ 1025.2; МТЗ 1020.3; МТЗ 1220.3; МТЗ 1221.2 тягового класса 2,0 и особенно - МТЗ 1523; МТЗ 1525 тягового класса 3,0, позволяет использовать их на энергоёмких операциях - основной обработке почвы отвальными плугами ПЛН [2]. К тракторам МТЗ выпускаются плуги ПЛН серий: 3-35, 4-35, 5-35, 4-80, технические характеристики которых приведены в таблице 1.

Основными недостатками таких пахотных орудий являются [2,3]:

- необходимость разбивки поля на загонки с последующим образованием на поле свальных гребней и развальных борозд, что негативно сказывается на движении последующих в технологической цепочке машин и механизмов;

- «холостые переезды» значительно снижают общую производительность пахотных агрегатов, особенно на небольших по размерам полях с отклонением от прямоугольного абриса.

Таблица 1 - Технические характеристики моделей плугов ПЛН

Технические характеристики		Наименование плуга			
		ПЛН 3-35	ПЛН 4-35	ПЛН 5-35	ПЛН 4-80
Производительность при различном скоростном режиме, га/ч	5-7	0,53-0,74		0,87-1,20	
	7-9	0,74-0,95	0,98-1,26	1,20-1,60	3,01
	9-12	0,95-1,26		1,60-2,10	
Ширина захвата, м		1,05	1,40	1,75	3,20
Глубина пахоты, см		20-30	20-30	20-30	18
Количество корпусов		3	4	5	4

Применение оборотных плугов позволяет исключить разбивку поля на загоны, что повышает производительность пахотных агрегатов и создает хорошие условия для движения машин при послепахотной обработке [4,5]. На рынке агропромышленной техники оборотные плуги представлены моделями российских и других зарубежных производителей: *Gregoire Besson; Kverneland; Lemken; Kuhn; Gaspardo* и модели ППО российского или белорусского производства.

Оборотный плуг имеет сложную конструкцию. Состоит он из двух комплектов корпусов, которые расположены на горизонтальной раме в противовес друг другу. Во время работы одни корпуса опускаются в почву, а вторые в противовес находятся на поверхности. При выборе конструкции плуга, в первую очередь, обращают внимание на основные характеристики:

1. Мощность техники, с которой будет агрегатироваться навесное оборудование. Чем мощнее трактор, тем больше корпусов может иметь плуг;
2. Защитное устройство. Бывают модели с рессорной и болтовой защитой, реже с обрезной гайкой;
3. Толщина рамы, стандартные размеры для трактора 140 и 180 мм;
4. Глубина пахоты, на которую регулируется оборудование.

Компания **Lemken** выпускает навесные и полунавесные оборотные плуги. Наличие корпусов у оборудования от 1 до 6 (таблица 2). Корпусы располагаются на расстоянии друг от друга на 90...100 см. Плуги агрегируются с тракторами с мощностью двигателей от 45 до 250 л. с.

Таблица 2 - Характеристики оборотных плугов Lemken

Технические характеристики	корпуса				
	2	3	4	5	6
Размер рамы: 110x110x8 мм					
Ширина обработки, см	60-100	90-150	120-200		
Вес оборудования, кг	552	707	862		
Необходимая мощность, л.с	70	80	100		
Размер рамы: 120x120x10 мм					
Ширина обработки, см		90-150	120-200	150-200	
Вес оборудования, кг		753	949	1 180	
Необходимая мощность, л.с		100	130	160	
Размер рамы: 140x140x10 мм					
Ширина обработки, см			120-200	150-250	180-300
Вес оборудования, кг			1 210	1 410	1 610
Необходимая мощность, л.с			160	190	230
Размер рамы: 160x160x10 мм					
Ширина обработки, см			120-200	150-250	180-300
Вес оборудования, кг			1280	1495	1710
Необходимая мощность, л.с			180	210	250

Особенности плугов *Lemken*:

1. Наличие двойного цилиндра переключения;
2. Новейшая гидравлика *Унитрон*;
3. Автоматика для вертикального крепления плуга, что упрощает работы.

Плуг оборотный навесной 5,6,8-корпусной российского производства ППО выпускается на Чувашском машинотракторном заводе, в Москве, Санкт-Петербурге и в Ростове-на-Дону (таблица 3). Аналоги производят на Украине, в Белоруссии. Полунавесной оборотный плуг, массивный и предназначен для обработки полей более 2 га. Агрегируется с тракторами мощностью от 140 л.с. Глубина обрабатываемой почвы до 27 см.

Отличительные особенности модели:

1. Рама выполнена из прочной сварной стали;
2. Существует защитная рессорная или полуболтовая система;

3. Оборудованы корпуса, которые позволяют работать на средне засоренной почве.

Таблица 3 - Технические характеристики ППО

Технические характеристики	Наименование плуга			
	ППО 4-40	ППО-4+140КЗ	ППО-7-40	ППО-8-40К
Производительность, ч./га	1,12-1,44	2-2,1	2,52	2,16-2,88
Ширина обработки, м	1,16	1,6-2	2,8	3,2
Скорость движения, км/ч	7-9	7-10	7-9	7-8,8
Вес оборудования, кг	2810	3100	5100	5500
Агрегируется с тракторами мощностью, л.с.	140	160-170	245	280

Пятикорпусный плуг ПСКУ агрегируется с тракторами марки Т-150, 150К, МТЗ-1523, ДТ-175. Трактор при работе с плугом передвигается рядом, а не по борозде, поэтому почва получается ровной. При работе с тракторами марки Т-150 производительность высокая (2-3 га/ч). Расход топлива при работе 6-7 л/га (таблица 4)

Таблица 4 - Технические характеристики плугов ПСКУ

Технические характеристики	Наименование плуга	
	ПСКУ 5	ПСКУ 6
Ширина захвата, м	3	3,5
Рабочая скорость, км/ч.	до 10	до 9
Вес оборудования, кг	1040	1160

Как видно из конструкций оборотных плугов, их основными недостатками являются:

- высокая металлоемкость, связанная с двойным комплектом рабочих органов;
- относительно сложная регулировка плуга, связанная с конструктивными особенностями.

В настоящее время активно проводятся научные исследования по разработке поворотных плугов для гладкой вспашки, которые обеспечивают челночный способ движения агрегата, менее металлоемкий по сравнению с оборотными плугами.

На основе проведенного анализа тенденции развития плугов можно привести классификацию лемешных отвальных плугов (рисунок 1) [6-9].

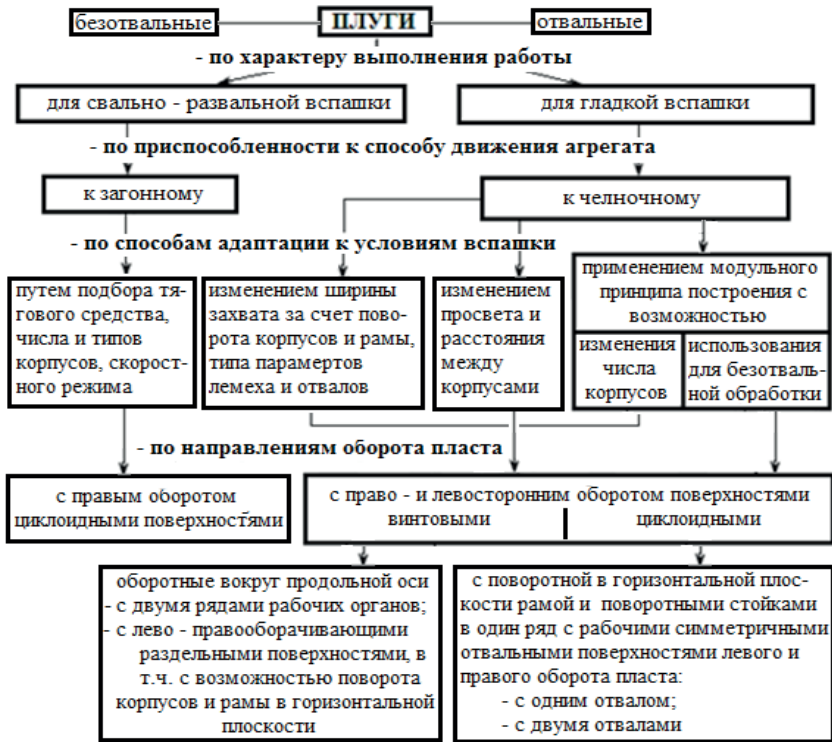
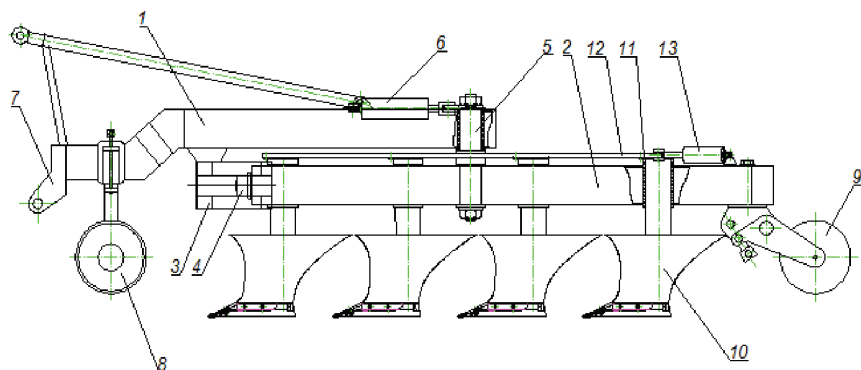


Рисунок 1 – Классификация лемешных отвальных плугов отечественного и импортного производства для вспашки старопахотных земель

Основными недостатками плугов являются: отдельные лево - и правооборачивающие отвальные корпуса, несовершенные механизмы поворота рамы плуга, которые не обеспечивают угол установки лемеха к стенке борозды 420, гребнистость поверхности поля из-за прямоугольной формы пласта, созданные серийными отвалами с длинными крыльями [10-13].

Результаты исследования. В Западно-Казахстанском аграрно-техническом университете им. Жангир хана была разработана конструкция поворотного плуга для гладкой вспашки (рисунок 2) и получено положительное решение на патент - полезную модель [14,15].



- 1 - брус продольной рамы; 2 - основной рабочий брус; 3 - дугообразная направляющая; 4 - опорный ролик; 5 - шарнир; 6,13 – гидроцилиндры; 7 - механизм навески; 8,9 - переднее и заднее опорные колеса; 10 - ромбовидный плужный корпус; 11 - кривошип; 12 - соединительная рейка;

Рисунок 2 – Схема поворотного плуга

Данный плуг разработан в плане дальнейшего совершенствования универсальной рамы [16] для комплекта рабочих органов почвообрабатывающих орудий.

Конструкция плуга разрабатывалась для агрегатирования с тракторами МТЗ и согласована с техническими характеристиками трактора (рисунок 3).

Ширина захвата корпуса принята стандартной – 35 см. Корпус принят ромбовидный, обладающий следующими достоинствами:

- тяговое сопротивление такого рабочего органа на 15 ÷ 20% меньше, нежели у обычного, отрезающего пласт почвы прямоугольного сечения;
- форма борозды наиболее полно соответствует форме задних колес трактора, что снижает сопротивление перекатывания и уплотнения ранее вспаханного поля;
- крыло отвала и его полевой обрез представляют собой единое целое, что позволяет обеспечивать оборот пласта в право- и левооборачивающих режимах;
- ось продольной рамы совпадает с продольной осью трактора.

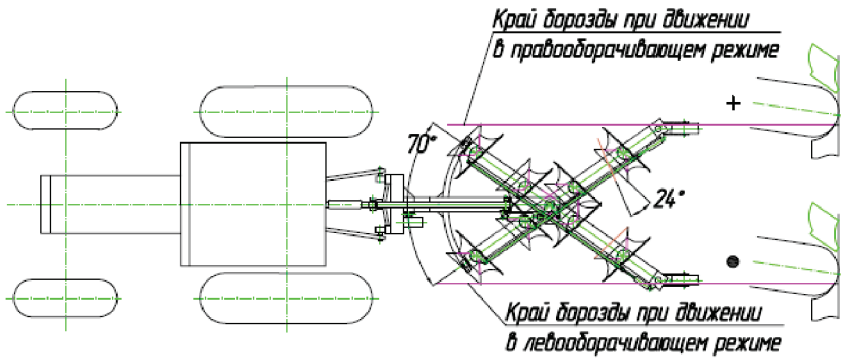


Рисунок 3 – Схема агрегата для определения параметров плуга

Первый корпус в лево- и правооборачивающем режиме идет с незначительным ($15 \div 20$ мм) перекрытием. Тогда, угол поворота рабочего бруса 2 составит $70^\circ (\pm 35^\circ)$, а поворот стоек рабочих органов относительно рабочего бруса – $24 (\pm 12)^\circ$. Поворот рабочего бруса осуществляется гидроцилиндром 6 через кривошип 5, а рабочих органов – гидроцилиндром 13 через кривошпы 11 посредством рейки 12. К бусу продольной рамы жестко крепится дугообразная направляющая 3 с внутренней дорожкой для движения опорного ролика 4, которая обеспечивает:

1. Компенсацию изгибающего момента на шарнире продольного и рабочего брусом, увеличивая жесткость конструкции;
2. Фиксацию рабочего бруса в том или ином положении.

Общий угол поворота рабочих органов составляет 94° , из которых на 70° они поворачиваются совместно с основным рабочим брусом, и на $\pm 12^\circ$ поворачиваются относительно оси основного рабочего бруса. В конце основного рабочего бруса установлено второе опорное колесо 9 флюгерного типа с механизмом регулировки глубины пахоты.

Заключение. 1. На полях длиной гона менее 500м основная обработка почвы пахотным агрегатом, укомплектованного из универсально-пропашного трактора и поворотного плуга с небольшой шириной захвата при челночном способе движения обеспечивает гладкую вспашку наименьшими энергозатратами по сравнению с серийными широкозахватными агрегатами; 2. Разработанный поворотный плуг с симметричными ромбовидными

укороченными отвальными корпусами имеет наименьшую металлоемкость, низкое тяговое сопротивление и обеспечивает выровненную поверхность поля по сравнению с серийными отвалами.

Список литературы

1 Ахмеденов К.М. Современное состояние земельных ресурсов Западно-Казахстанской области (в пределах Волго-Уральского междуречья)// Вестник Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева. - 2010. - №2 (78). - С.3-8.

2 Источник: <http://oselhoztehnike.ru/pochvoobratatyvayushhaya/plugin-diyamtz-82.html>

3 Стрижов В. А. Сравнительная оценка производительности пахотных агрегатов/ В. А. Стрижов //Сб. науч. трудов ЧИМЭСХ. – Челябинск, 1983. – С.34-37.

4 От моноблока до комбайна [Электронный ресурс]: <http://oselhoztehnike.ru/pochvoobratatyvayushhaya/plugin-oborotnyj.html>

5 Патент РФ 2300180. Навесной оборотный плуг/ Куценко С. Н., Липицкий С. Г. 10.06.2007г.

6 Марнов С. В. Повышение эффективности вспашки путем использования поворотного плуга с изменяемыми параметрами/ С. В Марнов // Автореферат дисс. канд. тех. наук. – Мичуринск-Наукоград, 2013. – 20с.

7 Саун В.А. Тенденции развития плугов и орудий для гладкой вспашки: обзорная информ./ В.А. Саун, Я.П. Лобачевский, М.С. Максименко, Л.М. Майорова, В.В. Шаров - М.: ЦНИИТЭИтракторосельмаш, 1989. - 36 с. (Сер. Сельскохозяйственные машины и орудия; Вып. 4).

8 Чупин П.В. Обоснование схемы плуга для ромбовидной вспашки / П.В. Чупин// автореф. дисс. канд. техн. наук. - Челябинск, 1987. -19с.

9 Нуралин Б.Н. Обоснование эффективности гладкой вспашки поворотным плугом/ Б.Н. Нуралин, М. М. Константинов, М.С. Галиев и др.// Известия Оренбургского госагроуниверситета. – Оренбург, 2019, № 3 (77). – С. 147-150.

10 Патент 2342819 РФ. Плуг для гладкой вспашки/ С.И. Мухамедшин, П.И. Макаров, Г.С. Юнусов, А.Ф. Ахметов, Р.Х. Марданов. №2007102434; заявл. 22.01.2007; опубл. 10.01.2009. Бюл.№1. 122

11 Зазуля А.Н. Повышение эффективности вспашки поворотным плугом/ А.Н. Зазуля, Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов, С.В. Марнов, В.П. Белогорский // Техника в сельском хозяйстве, 1, 2013. - С. 4-6.

12 Патент РФ 2420937. Плуг для гладкой пахоты/ Семенова Е. И., Семенов В. А., Семенов А. В. 20.06.2011г.

13 Патент РФ 2202864. Плуг для гладкой пахоты/ Сизов О.А., Ларионов М.А., Мамедова Л.В., Педай Н.П., Поляков А.Г., Овчинникова Н.И. 27.04.2003г.

14 Патент на полезную модель «Плуг поворотный с ромбовидными рабочими органами для гладкой пахоты»/ Б.Н.Нуралин, С.В. Олейников, В.С. Кухта, М. С. Галиев //Регистр. номер заявки 2019/0710.2// Положительное решение от 22 октября 2019г. Регистр. № 42225.

15 *Нуралин Б. Н.* Обоснование формы и параметров ромбовидного рабочего органа поворотного плуга для гладкой вспашки/ Б. Н. Нуралин, С.В. Олейников, А. Ж. Мурзагалиев// Журнал «Новости науки Казахстана» - Алматы, №2, 2016. -С.186-195.

16 Патент на изобретение KZ В 22323 «Рыхлитель для основной обработки почвы/Б.Н. Нуралин, М.М. Константинов, С.З. Есенжанов, С.В. Олейников // Комитет по правам интеллектуальной собственности Министерства юстиции Республики Казахстан. БИ .№2 от 15.02.2010г.

Нуралин Б.Н., доктор технических наук, профессор,

e-mail: bnuralin@mail.ru,

Олейников С.В., кандидат технических наук, доцент,

e-mail: oleinikov@mail.ru

Галиев М.С., докторант PhD, e-mail: manarbek -1980@mail.ru

О.Ж. Рабат¹, С.В. Лу¹, А.Н. Салманова², Н.Д. Сайдинбаева¹,
К.С. Мусин¹

¹Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л.Б. Гончарова,
г. Алматы, Казахстан

²Экибастузский инженерно-технический институт им. академика К. Сатпаева,
г. Экибастуз, Казахстан

НОВЫЙ РАБОЧИЙ ОРГАН ПОГРУЗЧИКА С ЦИКЛОИДАЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Аннотация. Приведена новая (инновационная) конструкция рабочего органа погрузчика разработанная авторами. Конструктивное решение рабочего органа машины получено с применением свойств циклоидальных кривых и циклоидальных тел постоянной ширины, совершающих сложное циклоидальное движение. Применение взаимоогibaемых сателлитных кривых в рабочем органе, который совершает циклоидальное движение, позволяет получить рациональные геометрические формы рабочего органа при минимально возможных удельных энергозатратах рабочего процесса и расширить технологические возможности машины.

Ключевые слова: погрузчик, инерционная разгрузка, взаимоогibaемые кривые, планетарный механизм, центральное зубчатое колесо, сателлит, ротор.

...

Түйіндеме. Мақалада авторлар әзірлеген жүк салғыштың жұмыс органының жаңа (инновациялық) құрылымы келтірілген. Циклоидалдық қозғалыстарды жүзеге асыратын тұрақты ені бар циклоидалды қисықтардың және циклоидалды денелердің қасиеттерін қолдана отырып, машинаның жұмыс органының конструктивтік шешімі алынды. Циклоидтық қозғалысты жүзеге асыратын жұмыс органында өзара икемді спутниктік қисықтарды қолдану жұмысшы органның жұмыс процесінде энергияны аз тұтыну арқылы ұтымды геометриялық фигураларын алуға және машинаның технологиялық мүмкіндіктерін кеңейтуге мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: тиегіш, инерциялық түсіру, өзара икемді қисықтар, гипоцикл, планетарлық механизм, орталық беріліс доңғалақ, спутник, ротор.

• • •

Abstract. The article provides a new (innovative) design of the working body of the loader developed by the authors. The constructive solution to the working body of the machine the use of cycloidal curves properties and cycloidal bodies properties—with constant width, performing complex cycloidal motion. The use of mutually flexible satellite curves in a working body that performs cycloidal motion provides rational geometric shapes of the working body with the minimum possible specific energy consumption by the working process and expand the technological capabilities of the machine.

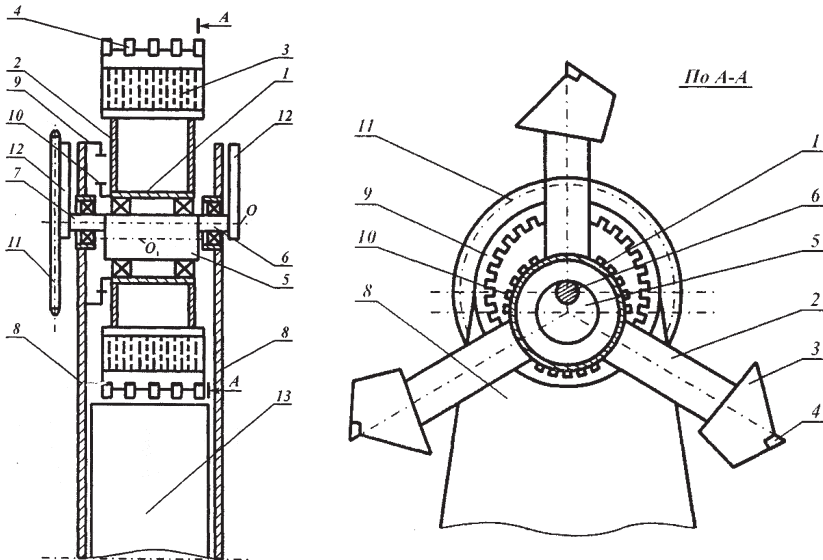
Key words: loader, inertial unloading, mutually flexible curves, planetary mechanism, central gear wheel, satellite, rotor.

Введение. Многоковшовые погрузчики относятся к самоходным машинам с рабочим органом непрерывного действия. Такие погрузчики состоят из зачерпывающего органа (питателя), транспортирующего органа и ходовой части. Более производительными являются машины с зачерпывающим органом. Погрузчики непрерывного действия применяются преимущественно для погрузки в транспорт щебня, гравия и песка. Они могут быть также использованы для разработки карьеров песка и гравия с одновременной погрузкой его в транспортные средства при небольших объемах работ [1-3]. Погрузчики обычно имеют 6-8 ковшей с режущими козырьками из износостойчивой стали, которые, если погрузчик работает в тяжелых условиях, часто снабжают сменными зубьями. Существующие погрузчики снабжены питателями (роторами) с гравитационной, центробежной и инерционной разгрузкой. Обычно разгрузка ковшей роторных рабочих органов осуществляется гравитационным способом. При этом производительность машины определяется: параметрами роторного колеса, емкостью ковша, числом ковшей и скоростью вращения. Если емкость может быть выбрана в широком диапазоне и теоретически беспредельна, то скорость вращения ротора имеет вполне определенный предел. Этот предел зависит от времени необходимого для разгрузки ковша [4]. Согласно проведенным исследованиям существующие технические решения по устройствам рабочих органов погрузчиков не обеспечивают качественной очистки рабочих поверхностей в угловой части транспортных средств. Скорость роторов питателей погрузчиков ограничивается необходимостью обеспечения гравитационной разгрузки ковшей.

Кроме того, рабочие органы известных погрузочно-разгрузочных машин не обеспечивают сохранность некоторых сельхозпродуктов, таких как, картофель, лук, свекла и др. при производстве погрузочно-разгрузочных работ [5]. Таким образом, проблема разработки новых рабочих органов погрузчиков роторного типа, обеспечивающих сохранность и разгрузку сыпучих грузов из подвижного состава, а также повышение производительности за счет увеличения их частоты вращения, актуальна и требует своего решения.

Инновационная конструкция предлагаемого роторного рабочего органа (РО) с циклоидальным движением. Предлагается изобретение – новый рабочий орган погрузчика с циклоидальным движением для получения которого использованы свойства трохоид. В конструкции РО рабочая поверхность ковшей и сами режущие элементы выполнены по взаимоигибаемым циклоидальным кривым (эпитрохоидам). Такое конструктивное решение позволяет получить минимальные удельные энергозатраты рабочего процесса [6-7].

Рабочий орган (рисунок 1), содержит ротор 1, к которому жестко прикреплены рычаги 2 равной длины с ковшами 3, рабочая кромка которых оснащена зубьями 4. На роторе может быть установлено от двух до четырех ковшей. При числе ковшей более двух, их одноименные точки, например, центры тяжести, должны располагаться в углах правильных воображаемых многоугольников. Ковши могут иметь сплошное или цепное днище. Вал ротора, является приводным и имеет центральную эксцентричную шейку 5 и две опорные шейки 6 и 7, посредством которых вал через подшипники опирается на боковины стрелы 8. Ротор 1 на подшипниках установлен на центральной шейке 5 приводного вала. Кинематическая цепь, связывающая ротор с приводным двигателем (не показана) образует планетарную передачу, включающую центральное зубчатое колесо 9, закрепленное на боковине стрелы 8 соосно с опорными шейками 6 и 7 приводного вала, и ротора 1, соосно закрепленного на эксцентричной шейке 5 приводного вала и имеющего зубчатый венец 10, выполняющий роль сателлита. Венец 10 имеет зацепление с центральным зубчатым колесом 9, а ротор 1 с венцом 10 приводится в движение эксцентричной шейкой 5 приводного вала, выполняющей роль водила. На концах вала установлены противовесы 12 и приводная звездочка 11 цепной передачи от двигателя. На стреле расположен приемный конвейер 13.



1 – ротор; 2-ковш; 3-дно ковша; 4-резец; 5-эксцентриковая шейка вала; 6,7-опорные шейки; 8-стрела; 9-центральное зубчатое колесо; 10-сателлит; 11-ведомая звездочка; 12-противовес; 13-приемный конвейер.

Рисунок 1 – Рабочий орган погрузчика с циклоидальным движением

Рабочий орган работает следующим образом. От двигателя вращение через цепную передачу передается на звездочку 11, а от нее – приводному валу. Центр поперечного сечения эксцентрично расположенной шейки 5 вала совершает круговые движения вокруг центра сечения его опорной шейки 6 или 7. При этом зубчатый венец 10 ротора 1 обкатывается как сателлит внутри зубчатого колеса 9 и ротор совершает планетарное движение – вращательное движение вокруг двух осей: оси O опорных шеек вала и оси O_1 – эксцентричной шейки вала. Одноименные точки ковшей при этом перемещаются по траекториям представленными гипотрохоидами, в частности, точки режущих кромок ковшей описывают гипотрохоиду 14 (рисунок 2), а центры тяжести ковшей гипотрохоиду 15.

Перемещаясь по ветвям гипотрохоиды в контакте с грунтом, зубья 4 ковша производят его срез и грунт заполняет ковш. После выхода ковша из контакта с грунтом происходит разгрузка грунта при движении ковша по очередной ветви гипотрохоиды и он попадает на конвейер 13 или непосредственно в отвал.

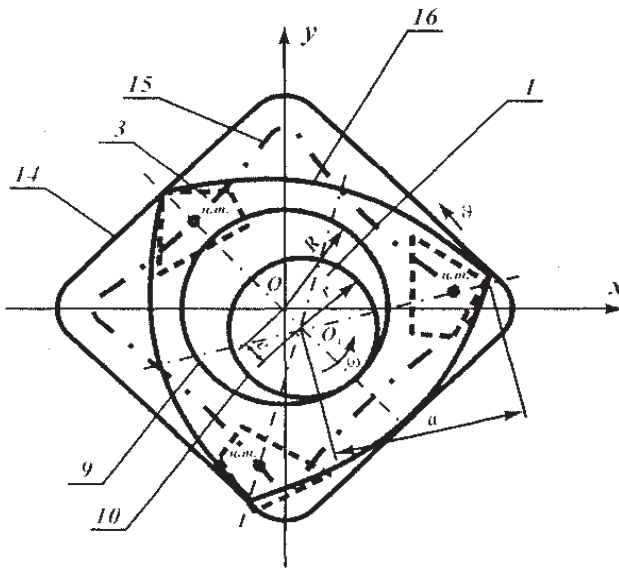


Рисунок 2 – Образование гипотрохоид

Скорость точки, перемещающейся по гипотрохоиде, не остается постоянной. Движение её от вершины до середины ветви гипотрохоиды происходит с ускорением, а от середины ветви до следующей вершины – с замедлением. Поэтому когда грунт находится в ковше, перемещающемся по ветви гипотрохоиды после копания, он на ее середине испытывает дополнительный импульс от сил инерции, появляющихся в результате изменения скорости перемещения, и дальность его выброса увеличивается. Этому способствует и цепное выполнение днища ковша. Цепи также приобретают ускорение и воздействуют на грунт при разгрузке. При перемещении же ковша во время копания движение ковша происходит по восходящей ветви гипотрохоиды и при изменении его скорости возникающая сила инерции гасится силой тяжести грунта. Изменением скорости вращения ротора можно регулировать скорость выброса грунта из ковша и дальность выброса [8-9]. Таким образом, жесткая связь ковшового ротора с сателлитом планетарного редуктора с передаточным отношением от водила к сателлиту, равное z , обеспечивает планетарное движение ротора и перемещение одноименных точек ковшей по одним и тем же траекториям- гипотрохоидам с ускорением, что позволяет осуществить инерционную

разгрузку ковшей заданной траектории при сравнительно простой их конструкции.

Планетарное движение ковшевого ротора позволяет также реализовать срезание грунта в виде тонкого слоя постоянной толщины, а также разработку котлованов и карьеров с плоской поверхностью забоя с различным углом наклона к горизонту. Взаимодействие режущих элементов ковшей с забоем осуществляется в процессе их перемещения по прямой линии, а не по дуге окружности, что исключает возникновение центробежных сил инерции и их действие на грунт, находящийся в ковшах, а, следовательно, и потери энергии на трение грунта о поверхность забоя. Снижение энергоемкости процесса происходит также и за счет эффекта самообрушения, который проявляется в наибольшей степени при отрицательных (менее 90°) углах наклона поверхности забоя к горизонту [10-12].

Выводы. Производительность роторных РО с гравитационной разгрузкой ковшей ограничена скоростью вращения ротора и имеет предельные значения в зависимости от категории грунта, РО центробежной (с верхней разгрузкой ковшей) и инерционной (с нижней разгрузкой ковшей) скорости которых существенно превышают предельные значения скорости гравитационных роторов. Однако, сложность конструкции, высокая энергоемкость, наличие дополнительных подвижных элементов и шарнирных соединений в зоне экскавации и значительные габаритные размеры ограничивают их использование. Изменением скорости вращения ротора и формой самих ковшей можно регулировать скорость выброса грунта из ковша и дальность выброса. Анализ конструкции РО погрузчиков показал, что важнейшим резервом повышения производительности, снижения энергоемкости и уменьшения диаметра ротора при сохранении основных технологических параметров существующих РО, является интенсификация процесса резания посредством вибровоздействия режущих элементов РО на разрабатываемый материал. Пологие формы ветвей гипоциклоиды дают возможность срезать грунт слоями постоянной толщины, что способствует повышению производительности, а так же производить разработку котлованов и карьеров с плоской поверхностью забоя и с различными углами наклона их бортов. Использование свойств взаимоогibaющих циклоидальных кривых и тел постоянной ширины в погрузчике с циклоидальным движением рабочего органа значительно расширяет технологические возможности машины.

Список литературы

1 Недорезов И.А., Кабашев Р.А. Машины строительного производства и их рабочие среды взаимодействия. Москва – Алматы, Бастау, 2013. – 444 с.

2 Гаврилов К.А., Забара Н.А. Дорожно-строительные машины: устройство, ремонт, техническое обслуживание. ГУП «Клиновская городская типография», 2011. – 320с.

3 Баловнев В.И. Дорожно-строительные машины с рабочими органами интенсифицирующего действия. М.: Машиностроение, 1981. – 223 с.

4 Недорезов И.А. Интенсификация рабочих процессов землеройно-транспортных машин и совершенствование их рабочих органов. Сборник «Исследования машин для земляных работ», М.: Транспорт, 1984. – С. 5-11.

5 Ли С.В., Рабат О.Ж., Салманова А.Н. Дробильная машина со сложным движением рабочих органов. Научный журнал «Znanstvena misel» №13 Vol 1, Ljubljana, Slovenia, 2017. – С. 52-57.

6 Ли С.В. Повышение производительности строительно-дорожных машин за счет совершенствования рабочих органов //Поиск: сб.научных трудов. – Алматы, 2004. – №4. – С. 143-145.

7 Ли С.В., Шин Б.С., Таран М.В., Конысбай С.Б. Геометрия рабочего органа машин с планетарно-роторным движением. // Транспорт Евразии: Взгляд XXI век. Материалы Третьей Международной научно-практической конференции. Том 1. Алматы: КазАТК, 2004. – С. 126-129.

8 Ли С.В., Шин Б.С., Жумабеков А.Г. Роторные рабочие органы – исследования и расчет процесса разгрузки. Железнодорожный транспорт Казахстана: история и перспективы экономического роста. Сб. научных трудов, Выпуск №3, Алматы, КазАТК, 2004. – С. 57-62.

9 Ли С.В., Шин Б.С., Таран М.В., Ахметов Г.М., Бактыбаев А.Н. «Совершенствование роторных рабочих органов землеройных машин». /Вестник КазАТК №3. –Алматы, 2005. –С. 45-48.

10 Патент РК №29666 «Валковая дробилка». Кабашев Р.А., Ли С.В., Рабат О.Ж., Кабашев О.Р., МПК В02С 4/28; опубл. в БИ №3 2015.

11 Патент РК №31859 «Ручные электроножницы». Кабашев Р.А., Ли С.В., Рабат О.Ж., и др. Оpubл. 28.02.2017, Бюл. №4.

12 Патент РК № 33251 «Устройство для механической обработки полов». Ли С.В., Рабат О.Ж. и др. Оpubл. 02.11.2018г. Бюл. №41.

Рабат О. Ж., доктор технических наук, академик НАН НТ РК,
e-mail: rabat747@mail.ru

Ли С.В., доктор технических наук, профессор, e-mail: lee.sergei@list.ru

Салманова А.Н., кандидат технических наук, e-mail: alinak096@mail.ru

Сайдинбаева Н.Д., магистр, e-mail: nazym007@mail.ru

Мусин К.С., кандидат технических наук, асс.профессор,
e-mail: musin@inbox.ru

Е.Шамей¹, В.М.Смирнов¹, А.П. Ищенко¹

¹Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Казахстан

К ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОСТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТРЕЛОВЫХ САМОХОДНЫХ КРАНОВ

Аннотация. Выполнен анализ информации из открытых источников об авариях стреловых самоходных кранов, в результате которого выявлена взаимосвязь их опрокидывания с отклонением грузовых канатов от вертикали. Обзор современных систем приборов безопасности показал, что в составе своих функций они не имеют функцию ограничения усилия в грузовых канатах при их отклонении от вертикали. Настоящими исследованиями обнаружено, что при некоторых положениях стрелы отклонение грузовых канатов от вертикали, даже при постоянном усилии, сопровождается ростом опрокидывающего момента, который существенно опережает рост усилия в гидроцилиндре подъема стрелы, что приводит к отсутствию своевременных управляющих команд системы приборов безопасности. Предложен способ решения данной проблемы, предусматривающий установку дополнительного датчика, фиксирующего отклонение грузовых канатов от вертикали, с соответствующей тарировкой и алгоритмом работы.

Ключевые слова: стреловой самоходный кран, грузовые канаты, опрокидывание, система приборов безопасности.

• • •

Түйіндеме. Ашық көздерден тартылған жебелі өзі жүретін крандардың апаттары туралы ақпаратқа талдау жасалды, нәтижесінде олардың жүк арқанының вертикальдан ауытқуымен байланысы анықталды. Қауіпсіздік құралдарының заманауи жүйелеріне жасалған шолу, өз атқарымдарында тік аралықтан ауытқу кезінде олардың жүк арқандарындағы күшті шектемейтінін көрсетті. Жүргізілген зерттеулер, тіпті тұрақты күштің өзінде де жүк арқандарының жебенің тік аралықтан ауытқуы кезінде аударылып кететінін анықтады. Ол қауіпсіздік құралдары жүйесін уақытында басқару командаларын жойып, гидроцилиндрдегі жебенің көтеру күшінен анағұрлым бұрын қимылдайды. Жүк арқандарының тік аралықтан ауытқуын анықтау үшін дәлдігін белгілеп отыратын және жұмыс алгоритмі бар қосымша датчик қою арқылы бұл мәселенің шешімін табу тәсілі ұсынылды.

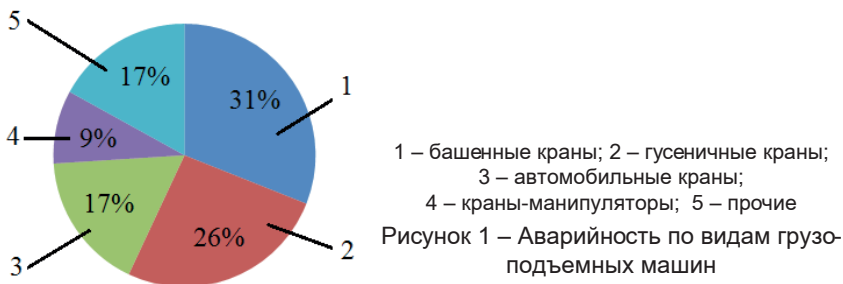
Түйінді сөздер: өздігінен жүретін кран, жүк арқандары, құлау, қауіпсіздік құралдары.

...

Abstract. The article is an analysis of information from open sources on accidents of self-propelled boom cranes, as a result of which the relationship between the rollover and the deviation of the cargo ropes from the vertical was revealed. A review of modern safety device systems has shown that as part of their functions, they do not have the function of limiting the force in the cargo ropes when they deviate from the vertical. Performed research discovered that if certain provisions of cargo ropes from the vertical, even with constant effort into them, accompanied by the growth of overturning moment, which is essentially outruns the exertion in the hydraulic cylinder of the boom, which leads to a lack of timely control and commands system safety devices. A method for solving this problem is proposed, which provides for the installation of an additional sensor that detects the deviation of cargo ropes from the vertical, with the appropriate calibration and operation algorithm.

Keywords: self-propelled boom crane, cargo ropes, rollover, safety device system. Eventually

Введение. Стреловые самоходные краны – одни из наиболее распространенных машин, участвующие в возведении различного рода объектов и являющиеся источниками повышенной опасности. Согласно статистическим данным Ростехнадзора за 2016 г., распределение случаев аварий среди грузоподъемных машин (рисунок 1), с акцентом на настоящие исследования, имеет следующую структуру: башенные краны 31%; гусеничные краны 26%; автомобильные краны 17%; краны-манипуляторы 9%; прочие (козловые, мостовые краны и т.д.) 17%.

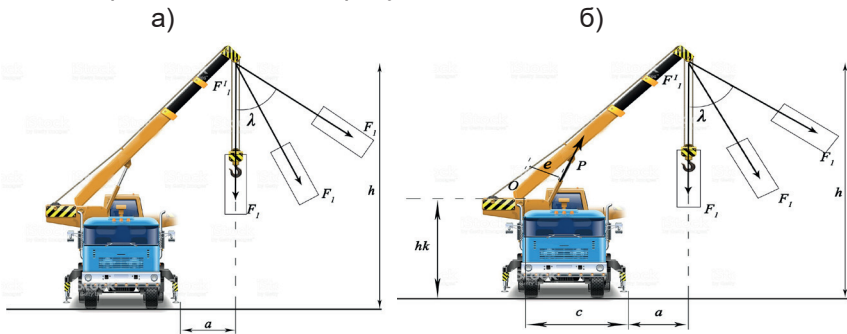


Представленные данные показывают, что на стреловые самоходные краны приходится до 43% от общего числа аварий. Такое соотношение аварий, по своей сути, отражает многолетнюю статистику в пределах несущественных вариаций и делает исследования в дан-

ном направлении весьма актуальными. Как правило, несчастные случаи и аварии стреловых самоходных кранов случаются из-за многих факторов, особую роль среди которых играет человеческий фактор. А именно, незнание или несоблюдение правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов [1]. Это приводит к нештатным ситуациям, в которых даже исправные современные системы приборов безопасности не могут идентифицировать аварийную ситуацию. В результате изучения информации по данной проблеме, представленной в интернет - ресурсе YouTube.com, было выявлено, что значимое количество аварий (опрокидывание) стреловых самоходных кранов происходит при работе с длинномерными грузами (высоковольтные опоры, мачты, столбы). Для большинства случаев отмечено, что авариям предшествует отклонение грузовых канатов от вертикали. Это послужило основанием для выдвижения гипотезы о неспособности датчиков систем приборов безопасности адекватно отслеживать изменение опрокидывающего момента при отклонении грузовых канатов от вертикали при постоянном усилии в грузовых канатах.

Цель работы - разработка предложений по совершенствованию системы приборов безопасности стреловых самоходных кранов.

Методы исследований. Для проверки гипотезы о непропорциональности изменения показаний датчиков систем приборов безопасности реальному изменению опрокидывающего момента при отклонении грузовых канатов от вертикали были разработаны расчетные схемы, представленные на рисунке 2.



а - для определения опрокидывающего момента; б - для определения усилия в гидроцилиндре подъема стрелы

Рисунок 2 – Расчетные схемы самоходного стрелового крана

В качестве источника исходных данных для выполнения оценочных расчетов приняты грузовысотные характеристики крана КС-5363. В подобных кранах вес поднимаемого груза отслеживается по сигналам, вырабатываемым датчиком усилия, по сути – датчиком давления в гидроцилиндре подъема стрелы, которое пропорционально развиваемому усилию [2]. Опрокидывающий момент при изменении угла отклонения грузовых канатов от вертикали определяется, согласно расчетной схеме (рисунок 3), по следующей формуле:

$$M_{оп} = F_1 \cos\lambda \cdot a + F_1 \sin\lambda \cdot h = F_1(a \cos\lambda + h \sin\lambda) \quad (1)$$

где λ – угол отклонения грузовых канатов от вертикали.

Усилие в гидроцилиндре подъема стрелы, без учета веса стрелы, согласно расчетной схеме (рисунок 3), определится из уравнения моментов относительно пяты стрелы (точка O):

$$P = \frac{G_{сп}(a+c) \cdot \cos\lambda + G_{сп}(h-h_k) \cdot \sin\lambda}{e} \quad (2)$$

Оценка производилась для трех положений стрелы и соответствующей грузоподъемности крана (таблица 1).

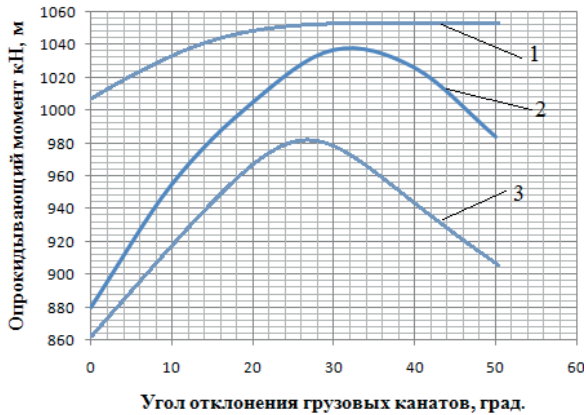
Таблица 1- Расчетные положения крана

Параметр	Первое положение	Второе положение	Третье положение
Грузоподъемность, кг	5500	15000	3600
Вылет стрелы, м	16	12	18
Высота подъема груза, м	10	13	7

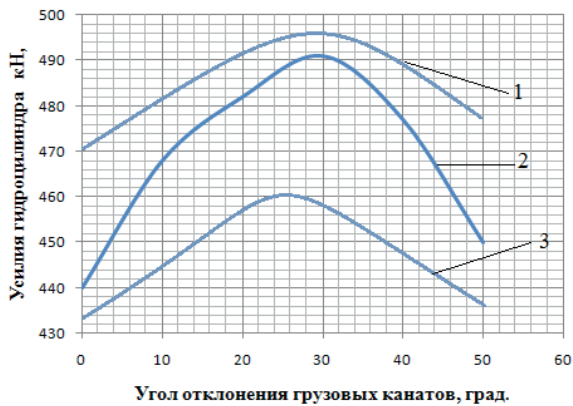
Максимальный угол отклонения грузовых канатов от вертикали принимался равным 50° , шаг изменения угла отклонения – 10° .

Результаты исследования. Результаты оценочного расчета представлены на рисунках 3, 4 и 5. Анализ полученных результатов показывает, что существуют положения стрелы, при которых рост опрокидывающего момента может существенно опережать рост усилия в гидроцилиндре подъема стрелы при отклонении грузовых канатов от вертикали и постоянном усилии в них. Это приводит к тому, что система приборов безопасности по результатам обработки сигналов датчика усилия вырабатывает неверные управляющие сигналы и не производится аварийного отключения механизмов крана при увели-

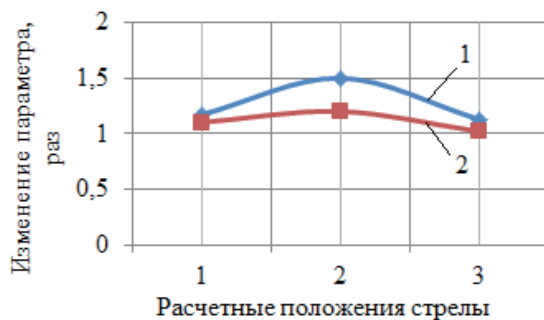
чении опрокидывающего момента. Например, в первом расчетном положении стрелы опрокидывающий момент возрастает в 1,17 раз, а усилие в гидроцилиндре подъема стрелы в 1,11 раз, для второго расчетного положения рост опрокидывающего момента составляет 1,5 раза, а усилия в гидроцилиндре подъема стрелы – 1,2 раза, для третьего положения, соответственно, 1,13 и 1,02 раза. Представленные соотношения приходятся на угол отклонения грузовых канатов от 25 до 35°.



1,2,3 – расчетные положения стрелы
Рисунок 3 – Изменение опрокидывающего момента



1,2,3 – расчетные положения стрелы
Рисунок 4 – Изменение усилия в гидроцилиндре подъема стрелы



1 – изменение опрокидывающего момента; 2 – изменение усилия в гидроцилиндре подъема стрелы

Рисунок 5 – Максимальное изменение опрокидывающего момента и усилия в гидроцилиндре подъема стрелы

Обзор современных систем приборов безопасности показал, что в составе своих функций они не имеют функцию ограничения усилия в грузовых канатах при их отклонении от вертикали.

Выводы. Таким образом, по результатам выполненных исследований, предлагается в состав систем приборов безопасности ввести датчик угла отклонения грузовых канатов от вертикали, показания которого будут учитываться при определении опрокидывающего момента и выработке управляющих сигналов. В качестве преобразователей могут выступать датчики угла такие же, какие имеются в системах безопасности типа ОНК 160 или ОГМ 240. Алгоритм обработки сигналов должен быть скорректирован с учетом взаимосвязи опрокидывающего момента и давления в гидроцилиндре подъема стрелы, которая может быть индивидуальной для каждого крана.

Список литературы

1 Поветкина П.Н., Хамидуллина Е.А. Анализ аварийности и травматизма при работе с грузоподъемными механизмами // XXI век. Техносферная безопасность. – 2018. – Т.3, №4. – С.40 - 50

2 Горбатюк С.М. и др. Инжиниринг грузоподъемных машин и устройств: учеб./–М.: Изд Дом МИСиС, 2017.– 279 с.

Шамей Е., магистрант, e-mail: ertai0202@mail.ru

Смирнов В.М., старший преподаватель, e-mail: smirnov_sv53@mail.ru.

Ищенко А.П., кандидат технических наук, доцент, e-mail: ishchenko_60@mail.ru

А.З. Дантаева¹, М.Б. Ибраев¹, Г.И. Султамурат²

¹Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Казахстан

²Актюбинский университета им. С.Баишева, г. Актюбинск, Казахстан

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ ШИХТЫ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ

Аннотация. Рассмотрены теоретические основы процесса восстановления и технология выплавки кремния в дуговых электропечах. Изложены результаты исследования термодинамики, кинетики реагирования и механизмов процесса плавки. Освещены вопросы производства: шихтоподготовка, плавка, рафинирование, газоочистка. Разработаны, предложены и апробированы в промышленных условиях физико-химические модели карботермического процесса, позволившие оценить влияние задаваемых технологических параметров плавки (химический состав и загрузочные коэффициенты шихтовых компонентов, температура) на извлечение кремния и его сортность. Для получения базового материала – используется кремний металлургических марок, получаемый плавкой в рудно-термических печах (РТП). Приведено описание основного механизма восстановления кремнезема в печи, представлена одна из конструкций печи и технологическая схема для производства кремния. Предложено изучить процесс получения металлургического кремния в РТП с помощью программного комплекса «HSC Chemistry».

Ключевые слова: производство кремния, руднотермическая печь, термодинамическое моделирование, энергия Гиббса.

• • •

Түйіндеме. Қалпына келтіру процесінің теориялық негіздері және электр доғалы пештерде кремнийді балқыту технологиясы қарастырылған. Термодинамиканы, әрекеттесу кинетикасын және балқыту процесінің механизмдерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Өндіріс мәселелері: шихта дайындау, балқыту, қайта өңдеу және газдан тазарту көтерілген. Карботермиялық процестің физикалық-химиялық модельдері жасалып, ұсынылды және өнеркәсіптік жағдайда сынақтан өтті. Бұл балқытудың көрсетілген технологиялық параметрлерінің (химиялық құрамы мен шихталық компоненттерінің жүктеме коэффициенттері, температура) кремнийдің қалпына келуіне және сортына әсерін бағалауға мүмкіндік берді. Негізгі материалды алу үшін кенді-термиялық пештерде (КТП) балқыту арқылы алынған металлургиялық сұрыпты

кремний қолданылады. Мақалада пештегі кремнийді қалпына келтірудің негізгі механизмі сипатталған, пештің конструкцияларының бірі және кремний өндірісінің технологиялық схемасы берілген.

Түйінді сөздер: кремний өндірісі, термиялық пеш, термодинамика, Гиббс энергиясы.

• • •

Abstract. The article considers the theoretical foundations of the recovery process and the technology of silicon smelting in electric arc furnaces. The results of a study of thermodynamics, reaction kinetics, and mechanisms of the melting process are presented. Production issues are covered: charge preparation, smelting, refining, gas purification. Physicochemical models of the carbothermal process were developed, proposed and tested under industrial conditions, which made it possible to assess the influence of the specified technological parameters of the smelting (chemical composition and loading coefficients of charge components, temperature) on silicon recovery and grade. The article describes the main mechanism for the recovery of silica in the furnace, presents one of the designs of the furnace and the technological scheme for the production of silicon. The author suggested studying the process of producing metallurgical silicon in RTP using the HSC Chemistry software package

Key words: silicon carbide, ore-thermal furnace, thermodynamics, Gibbs energy.

Введение. Считается, что в промышленном масштабе металлургический кремний получают путем высокотемпературного восстановления кремнезёма углеродом в дуговой руднотермической печи при нагреве до температуры порядка 3000°C. Кремнезём смешивают с восстановительной смесью, полученную таким образом шихту загружают на колошник РТП, а через летку печи периодически осуществляют выпуск готового продукта в виде кремния. При загрузке РТП быстрое спекание сырых материалов в зоне подогрева вызывает зависание шихты в шахте, что ухудшает её сход в реакционную зону печи и снижает газопроницаемость шихты. Это приводит к образованию прогаров и свищей на колошнике, и, как следствие, ведет к безвозвратным потерям оксида кремния с отходящими газами, что снижает показатели извлечения кремния и приводит к дополнительному расходу электроэнергии [1].

Для повышения извлечения кремния в последнее время наметилось несколько направлений совершенствования технологий [2-5]. Одно из них введение нового составляющего в шихту. Известна шихта для выплавки кремния, содержащая каменноугольный полукокс,

повышенная химическая активность которого приводит к увеличению извлечения кремния до 73,6%. Известна также восстановительная смесь, содержащая малозольный бурый уголь. Использование данной смеси значительно улучшает извлечение кремния, но из-за сравнительно высокой зольности бурого угля данное предложение не нашло практического применения. Другое направление повышения извлечения кремния - введение активных веществ с целью повышения химической активности восстановительной смеси. Введение добавок NaF, NaCl, KCl и MgO в количестве до 3% повышает активность углеродистых материалов. Однако широкого использования способ тоже не имеет, т. к. при конденсации влаги на охлаждающих элементах конструкции печи и в газоочистных устройствах создаются агрессивные среды за счет хлоридов и фторидов, разложенных при высокой температуре и приводящих к коррозии оборудования [4].

Цель работы. Определены условия оптимизации процесса на основе определения термодинамических параметров взаимодействий между компонентами шихты в процессе плавки металлургического кремния.

Физико-химические свойства компонентов шихты. В состав шихты входят кварц, древесный уголь, кокс нефтяной, каменный уголь, щепа технологическая, карбонизат.

Соотношение компонентов в составе шихты устанавливается на основании расчетов и химических анализов восстановителей и кварца. При этом за основу принимается реакция восстановления оксида кремния углеродом: $\text{SiO}_2 + 2\text{C} = \text{Si} + 2\text{CO}$. Избыток углерода в шихте по технологии плавки берут в пределах от 10 до 25% от стехиометрического количества [1,6]. В товарном продукте по ГОСТ 2169-69 лимитируется содержание примесных элементов: Fe, Al, Ca. Однако, иногда учитываются предъявляемые потребителями повышенные требования по содержанию в кремнии и других примесей. Источниками примесей являются сырьевые материалы: кварц, восстановители и электроды. Большую часть примесей вносит рудная часть шихты (50-80% Fe, 41-85% Al). Основную долю кальция (из 10-16% примеси) вносит древесный уголь и щепа. Также источником примесных включений в выплавляемом кремнии могут служить окислы золы «восстановителей», которые образуя шлаковую фазу, попадают в кремний при его выпуске из печи [1]. Поэтому все шихтовые материалы, поступающие на производство кремния, должны соответствовать по качеству действующей нормативной документации [6]:

Рудным сырьем для получения кремния, используемого на предприятии «Тау – Кен - Темір», служит кварц Актасского месторождения с содержанием SiO_2 не менее 98%; в качестве углеродистого восстановителя используют комбинацию углерод содержащих материалов различного происхождения -древесный уголь, нефтекокс, каменный уголь, карбонизат, древесную щепу

Кварц. Минералогический состав и физико-химические свойства кварца Актасского месторождения, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-химические свойства кварца [6]

Наименование показателей	Требования
Содержание SiO_2 , % не менее	98
Содержание, Fe_2O_3 , % не более	0,02
Содержание Al_2O_3 , % не более	0,02
Содержание CaO , % не более	0,03
Содержание посторонних примесей, % не более	3
Количество кусков плюс 90 мм, %, не более	7
Количество кусков менее 20 мм, %, не более	3
Насыпная плотность, т/м ³	$1,4 \pm 0,2$

Восстановители. Поставляемый на завод, уголь древесный марки А (1-го сорта), должен соответствовать требованиям ГОСТ 7657-84 (таблица 2).

Таблица 2 - Физико-химические свойства древесного угля [6]

Наименование показателей	Требования
Кажущаяся плотность г/см ³ , не менее	0,37
Массовая доля золы, %, не более	3,0
Массовая доля нелетучего углерода, %, не менее	78
Массовая доля влаги, %, не более	6
Массовая доля угля с размером зерна менее 12 мм, %, не более	5
Массовая доля головней, %, не более	2
Масса 1 дм ³ , г, не менее	210

Кокс нефтяной малосернистый (марки КЗ-8 и КЗ-5), поставляемый на завод, должен соответствовать требованиям ГОСТ 22898-78 «Коксы нефтяные, малосернистые, технические условия».

Таблица 3 - Физико-химические свойства нефтекокса [6]

Наименование показателей	Требования	
	КЗ-А	КЗ-0
Массовая доля общей влаги, % не более	3,0	3,0
Выход летучих веществ, % не более	7	9
Зольность, % не более	0,4	0,6
Массовая доля серы, % не более	1,0	1,5
Массовая доля мелочи, куски размером менее 8 мм, %, не более	8	10
Действительная плотность после прокаливании при 1300 ⁰ С _в и в течение 5 ч. г/см ³	2,1-2,13	2,08-2,13
Массовая доля %, не более:		
Кремния	0,06	0,08
Железа	0,07	0,08
Ванадия	0,008	0,015

Физико-химические свойства каменного угля Карагандинского угольного бассейна фракции 20-100 мм представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Физико-химические свойства каменного угля марки Д (ДВ) [6]

Наименование показателей	Требования по ТУ
Зольность, % не более	3.5
Массовая доля рабочей влаги, % не более	8
Массовая доля серы, % не более	0.7
Массовая доля хлора, % не более	0.04
Массовая доля мышьяка, % не более	0.0005
Выход летучих веществ, % не более	45
Содержание железа (Fe) %, не более:	0,19

Углерод общий, %	-
Состав золы угля:	
Массовая доля Fe_2O_3	-
SiO_2	-
Al_2O_3	-
TiO_2	-
Фракция менее 20 мм не более, %	15
Удельная теплота сгорания, ккал/кг	4600

Физико-химические свойства низкозольного высокорреакционного карбонизата, получаем оготермической обработкой неспекающихся малозольных энергетических углей Шубаркольского разреза, показаны в таблице 5.

Таблица 5 - Физико-химические карбонизата марки КУ [6]

Наименование показателей	Требования производства
Зольность, % не более	3.5
Выход летучих веществ, % не более	4.0
Массовая доля рабочей влаги, % не более	10
Массовая доля серы, % не более	0.5
Массовая доля фосфора, % не более	0.02
Массовая доля хлора, % не более	0.2
Массовая доля мышьяка, % не более	0.005
Содержание углерода (сухая масса), % не менее	93.5
Массовая доля фракции менее 10мм, % не более	5

Щепа технологическая, производится на территории завода из лиственных пород деревьев. К ней предъявляются требования по размерам щепы, не допускаются металлические включения, соблюдаются ограничения по содержанию в ней коры и гнили (таблица 6).

Таблица 6 - Физико-химические свойства технологической щепы [6]

Наименование показателей	Требования
Массовая доля пород:	
Древесины в щепе, %	
Лиственных (береза, осина, тополь, ольха, граб, бук)	100
Размеры щепы, мм,	
Длина	От 30 до 100
Ширина	От 10 до 50
Толщина	От 5 до 25
Массовая доля коры, %, не более	1,5
Массовая доля гнили, %, не более	3,0

Рабочий гранулометрический состав и насыпная плотность шихтовых материалов указаны в таблице 7.

Таблица 7 - Физические характеристики сырьевых материалов [6]

Наименование материалов	Грансостав, мм	Насыпная плотность, т/м ³
Кварц	20 - 90	1,4±0,2
Уголь древесный	0 - 70	0,2 до 0,3
Кокс нефтяной	0 - 30	0,7 до 0,8
Уголь каменный	20 - 100	0,75 - 0,85
Карбонизат	5 - 40	0,35 - 0,55
Щепатехнологическая	(30-100)х(10-50)х(5-25)	0,3- 0,4

Методы исследования. Технологический процесс получения кремния в рудотермических печах по своей сути является совокупностью химических реакций, сопровождающимися тепловыми экзо- и эндоэффектами. В ходе этих реакций происходит взаимодействие промежуточных фаз с образованием новых фаз. Одной из таких фаз является кремний. Основная задача технологов сводится к максимальному извлечению кремния из исходного сырья: то есть не допускать потерь Si или минимизируя их в ходе производства. Экспериментальный анализ показателей технологии очень затруднен, так как выплавка кремния осуществляется в высокотемпературных условиях ($\approx 2000 \div 2800^\circ\text{C}$). Однако, методы эмпирического анализа позволяют

оценить в температурных условиях РТП возможность самопроизвольного осуществления той или иной реакции, определить тепловой эффект реакции, то есть является ли данная реакция экзо- или эндотермическая и равновесный состав протекающей реакции [7].

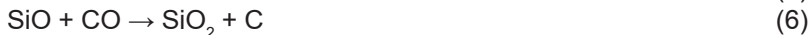
В данной работе для выполнения эмпирического анализа была использована возможность модуля пакета ReactionEquation программного комплекса HSC Chemistry, разработанного специалистами исследовательского центра фирмы Outotec [7].

Модуль пакета прикладных программ ReactionEquation (Уравнения реакций) предназначен для расчета термодинамических функций в интервале температур индивидуальных веществ либо изменения этих термодинамических функций в ходе химической реакции. Для расчета термодинамических функций, характеризующих индивидуальное вещество, используются хранящиеся в базе данных стандартные значения энтальпии H_{298} , энтропии S_{298} и коэффициентов полинома A, B, C, D, по которым рассчитывается значение мольной теплоемкости при произвольно заданной температуре T по формуле:

$$C_p = A + B \cdot 10^{-3} T + C \cdot 10^5 T^{-2} + D \cdot 10^{-6} T^2$$

где T — температура, для которой проводится расчет, К.

В вычислительном эксперименте с помощью программного комплекса. в качестве исходных данных были взяты уравнения химических реакций (1-7) системы Si-O-C, диапазон температур, для которого рассчитывались термодинамические характеристики процесса (0-3000°C) и шаг изменения температур в этом диапазоне (100°C).



Уравнения(1-7)для которых были выполнены термодинамические расчеты представляют собой характерные реакции, которые могут оказывать воздействие на ход процесса получения металлургического кремния и, как следствие, работу руднотермической печи. По окончании расчета результаты полученных термодинамических данных выводились в виде таблицы 8 [7] в колонках которой приведены значения температуры, энтальпии, энтропии, энергии Гиббса,

константы равновесия и логарифм константы для исследуемой химической реакции.

Таблица 8 - Пример, результатов расчета термодинамических данных для реакции

$\text{SiO}_2+3\text{C}\rightarrow\text{SiC}+2\text{CO}(\text{g})$					
T	deltaH	deltaS	deltaG	K	log(K)
C	kcal	cal/K	kcal		
0	147,576	84,052	124,618	1,92E-100	-99,716
100	147,864	84,972	116,157	9,18E-69	-68,037
200	147,901	85,071	107,65	1,87E-50	-49,728
300	147,733	84,754	99,156	1,54E-38	-37,813
400	147,395	84,214	90,706	3,53E-30	-29,452
500	146,912	83,548	82,317	5,36E-24	-23,271
600	146,185	82,666	74,004	2,99E-19	-18,525
700	145,734	82,178	65,762	1,70E-15	-14,77
800	145,259	81,713	57,568	1,88E-12	-11,725
900	144,271	80,816	49,461	6,10E-10	-9,215
1000	143,749	80,389	41,401	7,81E-08	-7,108
1100	143,218	79,988	33,382	4,86E-06	-5,314
1200	142,677	79,608	25,403	1,70E-04	-3,769
1300	142,128	79,247	17,46	3,75E-03	-2,426
1400	141,571	78,904	9,553	5,65E-02	-1,248
1500	141,006	78,576	1,679	6,21E-01	-0,207
1600	140,435	78,263	-6,163	5,24E+00	0,719
1700	139,857	77,962	-13,974	3,53E+01	1,548
1800	136,776	76,424	-21,662	1,92E+02	2,284
1900	135,918	76,02	-29,284	8,82E+02	2,945
2000	135,059	75,633	-36,866	3,51E+03	3,545
Formula	FM	Conc.	Amount	Amount	Volume
	g/mol	wt-%	mol	g	l or ml

SiO ₂	60,084	62,511	1	60,084	23,109	ml
C	12,011	37,489	3	36,033	13,753	ml
	g/mol	wt-%	mol	g	l or ml	
SiC	40,097	41,716	1	40,097	12,689	ml
CO(g)	28,01	58,284	2	56,021	44,827	l

Результаты ТДА. Непосредственная оценка условий восстановления и выплавки кремния в РТП практически невозможна: это связано с высокими температурами процесса, сложностью физико-химических превращений. Поэтому для исследования изучения применяют методы термодинамического моделирования [7]. Расчет изменения термодинамических функций в ходе химической реакции представляет собой часто встречающуюся задачу, решение которой позволяет ответить на ряд практически важных вопросов:

- Величина изменения энтальпии, численно равная тепловому эффекту реакции и противоположная по знаку, информирует о том, является данная реакция экзо- или эндотермической, выделяет энергию или поглощает ее из внешней среды;

- Знак изменения энергии Гиббса позволяет судить о возможности самопроизвольного осуществления реакции в определенном интервале температур и направлении;

- Величина константы равновесия позволяет определить равновесный состав при заданном исходном составе системы, в которой происходит реакция.

Начиная от температур загрузки шихты до ~2800°C, технологический процесс плавки кремния претерпевает разнообразные сложные превращения. Рассматривая, ход плавки технологического процесса, все протекающие физико-химические реакции можно разделить в зависимости от температуры на две группы, границей которой служит температура плавления кварца 1710°C (ориентировочно ~1700 °C):

- превращения в температурном интервале твердофазного состояния кварца (0 - 1700 °C);
- превращения в температурном интервале жидкофазного состояния кварца (>1700°C).

По типу превращений можно выделить превращения претерпевающие отдельной фазой системы, протекающие между компонентами шихты или промежуточных продуктов, образующимися в процессе плавки, в твердофазном, жидкофазном или газообразном их

состоянии, или их разнофазового сочетания между собой. Знание механизмов превращений в системе позволяют принимать решения по оптимизации технологических процессов. По результатам термодинамических расчетов построены кривые температурной зависимости изменений энтальпии (рисунки 1,2) и энергии Гиббса (рисунки 3,4) химических реакций, протекающих в процессе получения металлургического кремния.

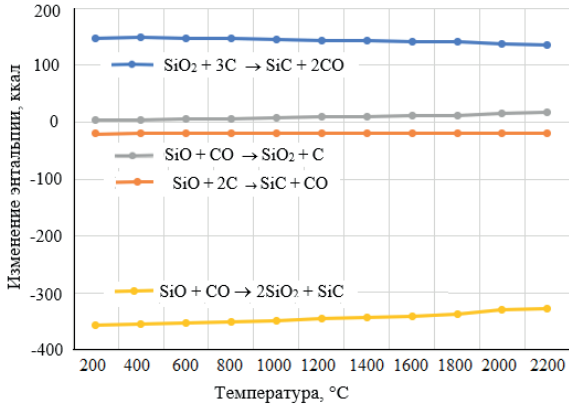


Рисунок 1 – Изменение энтальпии реакций в температурном интервале (0 - 2200 °C)

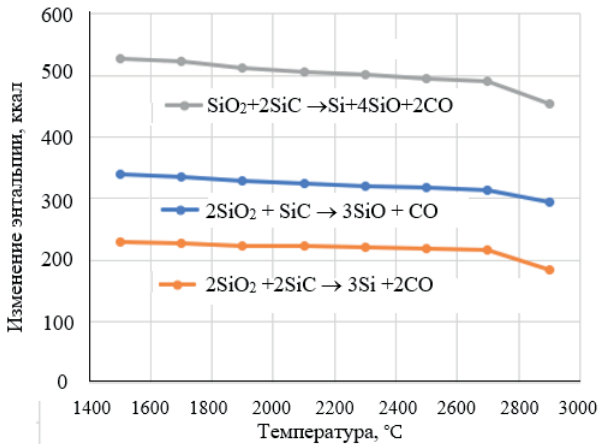


Рисунок 2 – Изменение энтальпии реакций в температурном интервале (1500 - 2900 °C)

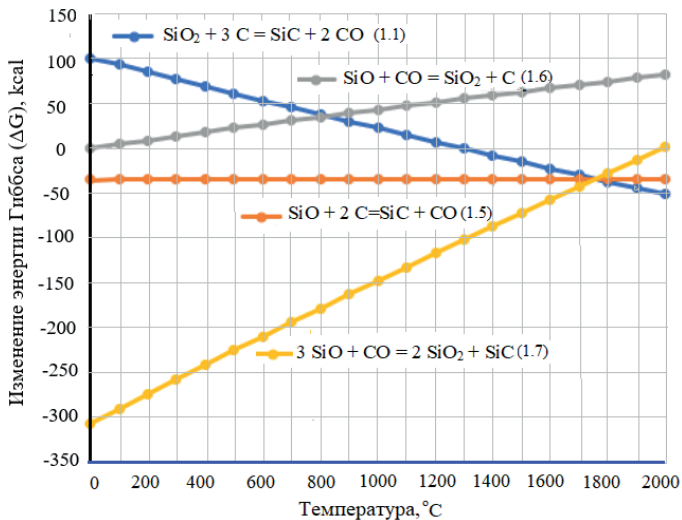


Рисунок 3 – Изменение энергии Гиббса реакций в температурном интервале (0 - 2200 °C)

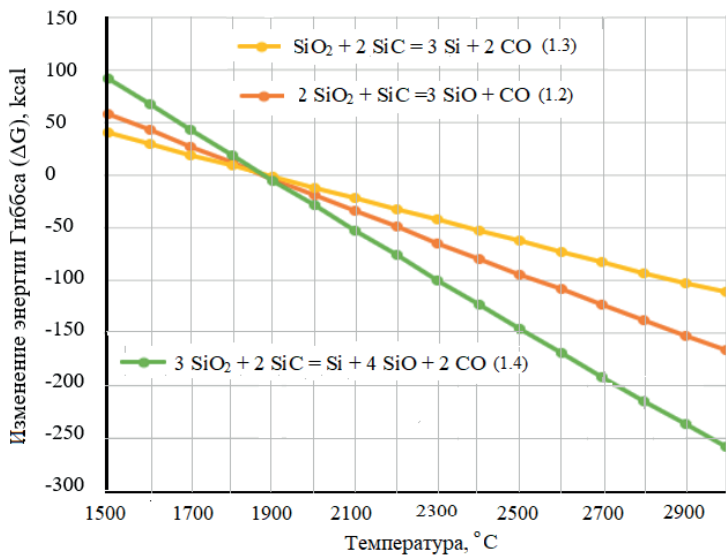


Рисунок 4 – Изменение энергии Гиббса реакций в температурном интервале (1500 - 3000 °C)

Основным базовым компонентом шихты получения Si является кварц. При этом, как показывает анализ уравнений (1-7), кремний образующими процессами являются реакции взаимодействия кварца с образующимся в ходе плавки карбидом кремния:



Термодинамический анализ процессов, протекающих в температурном интервале твердофазного состояния кварца (0 - 1700°C). Карбид кремния, как обязательная составляющая процессов (3) и (4) получения кремния, может образоваться в результате реализации реакций:



В первом случае (1), как показывает анализ расчетных термодинамических данных положительные значения энтальпии $\Delta H_{(1.1)} > 0$ (Рисунок 1) и энергии Гиббса $\Delta G_{(1.1)} > 0$ (Рисунок 3) указывают, что термодинамически протекание реакции в интервале температур до 1700°C невозможно.

Образование карбида кремния термодинамически может реализоваться по реакции (5) путём восстановления монооксида, о чем свидетельствует значение изменения энергии Гиббса $\Delta G_{(1.5)} < 0$ (рисунок 3). Из анализа расчетных данных энтальпии $\Delta H_{(1.5)} < 0$ и константы равновесия реакции следует, что реакция экзотермическая, протекает с небольшим тепловым эффектом $\Delta H_{(1.5)} \approx 19\text{-}20$ ккал или 79-84 кДж. Процесс протекает как взаимодействие монооксида кремния содержащегося в проходящем через слои шихты газе. Это типичное превращение (сорбция) между твердым компонентом шихты (Ств) и компонента отходящего газа (SiO). Что касается взаимодействия между газообразными компонентами отходящих газов (монооксидом кремния и окисью углерода) выполнен расчет термодинамических параметров для реакций:



Анализ расчетных данных уравнения (6) показывает положительное значение изменения энергии Гиббса ($\Delta G_{1.6} > 0$) что означает, реакция невозможна (рисунок 3). Но в этом же интервале температур возможно протекание экзотермической реакции (7), с большим тепловым эффектом порядка 1418-1485 кДж (Рисунок 1), $\Delta H_{(1.7)} \sim 339\text{-}350$ ккал, вероятность которой уменьшается с увеличением темпера-

туры, прямая $\Delta G_{(1.7)} = f(T)$ растет с температурой (рисунок 3).

Таким образом, в температурном интервале до -1700°C между основными твердыми компонентами шихты (кварцем и углеродом) не происходят взаимодействия, о чем свидетельствуют расчетные значения термодинамических параметров. В этом интервале протекают реакции между компонентами шихты (углеродом) и отходящего газа (монооксидом кремния) по реакции $\text{SiO} + 2\text{C} \rightarrow \text{SiC} + \text{CO}$ (5) и между газообразными продуктами, образующимися в процессе плавки кремния по реакции

$3\text{SiO} + \text{CO} \rightarrow 2\text{SiO}_2 + \text{SiC}$ (7). Газообразные продукты отходящих газов (SiO , CO), попадая в более низкотемпературную область относительно температур образования, конденсируют с образованием SiO_2 и SiC .

Термодинамический анализ процессов, протекающих в температурном интервале жидкофазного состояния кварца ($>1700^\circ\text{C}$). Данные на рисунке 3 свидетельствуют, что при температурах выше $\sim 1300^\circ\text{C}$ возникает термодинамическая вероятность образования карбида кремния по реакции (1):

$\text{SiO}_2 + 3\text{C} \rightarrow \text{SiC} + 2\text{CO}$ и вероятность этой эндотермической реакции растет с температурой. Однако, низкое содержание углерода в шихте приводит к принципиальной невозможности обеспечения образования SiC по реакции (1) и при температурах $>1700^\circ\text{C}$ она практически не имеет места.

Анализ расчетных данных для реакций (1) – (7) в области жидкофазного состояния кварца, а точнее свыше $\sim 1700^\circ\text{C}$ и до температур нижнего уровня рабочего пространства горна, показал возможность восстановления кремнезема по реакциям:



Карбид кремния, образовавшийся на верхних горизонтах горна, перемещается вместе с расплавом шихты и взаимодействуя с кварцем в температурном интервале порядка $1850-1900^\circ\text{C}$ образует Si по реакциям (3) и (4), но как показывает анализ термодинамических данных (Рисунок 4) вероятность протекания реакции (3) в этом интервале температур уменьшается, а реакции (4) растет. Прямые $\Delta G = f(T)$ на рисунке 4 для реакций (2), (3) и (4) пересекаются при температуре $\sim 1900^\circ\text{C}$. В результате реализации реакций образуются газообразные продукты в виде монооксида кремния SiO и оки-

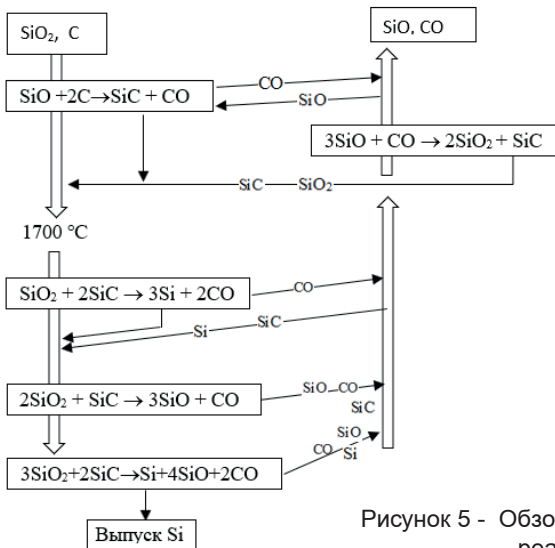
си углерода CO. Газообразные продукты в силу своих физических свойств должны устремляться на поверхность проходя через газовую область рабочего пространства РТП. Реакции (2), (3) и (4) — это реакции восстановления, которые требуют больших затрат энергии, они эндотермические и идут с огромным поглощением тепла. На рисунке 2 приведено изменение энтальпии реакций, соответственно в ккал/моль (кДж/моль):

$$\Delta H_{(1,2)} \approx 330 \div 325 (1381 \div 1360);$$

$$\Delta H_{(1,3)} \approx 223 \div 225 (933 \div 941);$$

$$\Delta H_{(1,4)} \approx 509 \div 515 (2130 \div 2155).$$

В силу этого процессы должны протекать в температурной области жидкофазного состояния кварца последовательно (3), затем (2) и реакция (4) вплоть до нижнего горизонта рабочего пространства горна. На рисунке 5 приведен обзор рассматриваемых в работе реакций в виде схемы. Как показано на схеме процесс получения кремния в РТП протекает в противотоке. Вниз движется шихта, состоящая из кварца и углеродистого восстановителя. По мере опускания в зону высокой температуры в шихте в результате протекания реакции образуется карбид кремния. Вместе с размягченным или расплавленным кварцем смесь твердых и жидких продуктов в виде шлака сте-



кает вниз в зону максимальных температур. Вверх навстречу шихте движется поток реакционных газов, состоящий в основном из CO, SiO. Летучий оксид SiO может восстановиться в контакте с шихтой или будет вынесен из горна и потерян с технологическими газами.

Рисунок 5 - Обзорная схема протекающих реакций в РТП

Если рассматривать все протекающие процессы в ходе плавки кремния по формулам (1–7), путём анализа термодинамических параметров, то можно описать, что это механизмы одновременно протекающих различных химических реакций в процессе плавки на разных уровнях и разных областях рабочего пространства печи. При этом рабочее пространство протекающих реакций состоит из пространства вокруг электрода на высоту его заглупления в шахту РТП, включая под электродную область, расположенную под нижним торцом электрода. Нижняя часть включает грушевидную газовую полость, что является следствием выжигания шихты высокой температурой от мощного излучения электрической дуги между электродом и подолом печи (от 1700-1800 до 2600-2800°С).

Рисунок 6 иллюстрирует схему рабочего пространство РТП, включая окружающую область, соответствующую физическому состоянию системы при выплавке кремния.

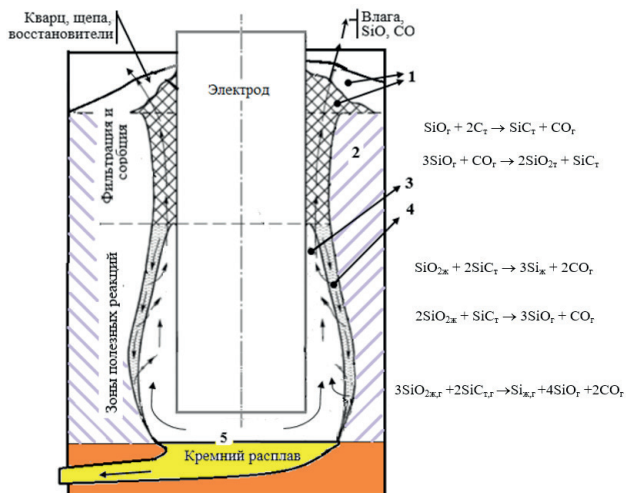


Рисунок 6 - Схематичное изображение рабочего пространства РТП

Технология выплавки кремния — это многофакторный процесс. Эффективность процесса или степень извлечения кремния определяется комбинацией всех этих факторов. К одному из главных факторов, определяющим эффективность плавки, можно отнести оптимальную температуру в РТП. И с точки зрения анализируемых реак-

ций для представления картины механизмов протекания изучаемых процессов можно рассмотреть температурные зоны по высоте печи, которые должны отвечать оптимальным технологическим параметрам реализации рассматриваемых реакций (рисунок 6).

Зона 1. Зоне соответствует интервал температур до $\sim 1700^{\circ}\text{C}$. Эта зона фильтрации отходящих газов через слой твердой шихты, зона подогрева шихты отходящими газами, зона испарения влаги, а главное - это зона сорбции из отходящих газов монооксида кремния твердым компонентом шихты ($\text{C}_{\text{тв}}$) и образование при взаимодействии отходящих газов (SiO , CO) карбида кремния;

Зона 2. Это настыль, застывший слой проплавленной шихты, выполняет функции гарнисажа, защищающего футеровку печи от теплового и химического воздействия, обеспечивая более длительную её эксплуатацию. При повышенных температурах часть настыля расплавляется и вместе с расплавленной шихтой стекает вниз горна;

Зона 3. Зона полезных реакций. В этой зоне, сравнительно ограниченной по размерам, поднимающаяся смесь реакционных газов (из зоны 4 и очага горения электрической дуги), является главным теплоносителем. Эти раскаленные газы устремляясь вверх нагревают слой шихты (зоны 4) и охлаждаются. Из охлаждающейся газовой фазы конденсируются и стекает вниз жидкие продукты [1]. Неконденсирующаяся часть газов продолжает движение через слой твердой шихты (зону 1), отдавая ей остаток своего тепла;

Зона 4. Зона жидкофазного состояния кварца – зона побочных реакций. В этой зоне расплавленный, стекающий вниз кварц и твердая фаза (SiC) вступают в химическое взаимодействие, выделяя газообразные и жидкие фазы. В зоне, в силу высоких температур, компоненты, стекающие вниз расплавленной шихты газифицируются и попадают в зону 5.

Зона 5. Зона, продолжающая зону полезных реакций. Служит для сбора продуктов плавки, завершения непрореагировавших материалов. Часть зоны представляет собой газовую оболочку у конца электрода. При этом под действием дуги образуется некоторое количество паров кремния, которые вместе с реакционными газами образуют газовую полость. Известно [1], что переход в газовую фазу продуктов плавки неизбежен и происходит при следующих температурах (начало-вскипание): SiO - 1300-1900, SiC - 1960-2900, Si - 1730-2500, SiO_2 - 2100-2900 $^{\circ}\text{C}$.

Выводы:

1. Выполнен термодинамический анализ отдельных реакций системы Si-O-C, оказывающих некоторое воздействие на ход процесса получения металлургического кремния и работу РТП. Построена, на основе данных ТДА, схема механизмов протекания химических реакций, которая свидетельствует, что процесс получения кремния в РТП протекает в противотоке. Шихта, состоящая из кварца и углеродистого восстановителя, перемещается на нижние горизонты шахты. В результате протекания химических реакций в шихте образуется карбид кремния. Вместе с размягченной, а затем расплавленной шихтой смесь твердых (карбид кремния) и жидких продуктов (кварц) стекает вниз в зону максимальных температур. Вверх в противоток шихте движется поток реакционных газов, состоящий в основном из CO, SiO. А в состав, образующихся на нижних горизонтах горна, раскаленных газов входят еще и газифицированные продукты.

2. Установлено, что карбид кремния образуется как результат взаимодействия не только компонентов отходящих газов, но и взаимодействия твердого компонента шихты с отходящим газом по реакции $\text{SiO}_T + 2\text{C}_T \rightarrow \text{SiC}_T + \text{CO}_T$. Образование карбида кремния по реакции $\text{SiO}_2 + 3\text{C} \rightarrow \text{SiC} + 2\text{CO}$ в интервале температур до 1700°C термодинамически невозможна. Образующийся карбид кремния вместе с компонентами шихты опускаясь на более нижние горизонты горна, где в результате протекания химических реакций, восстанавливает кремний (Si) из кварцашихты, образует побочные газообразные продукты (SiO, CO).

3. Эффективная технология должна предусматривать оптимизацию температурного профиля процесса, которую необходимо постоянно поддерживать в процессе плавки кремния. Предельная оптимальная температура, завершающая процессы плавки лежала в интервале температур 2300-2600°C. Состав отходящих газов в зоне максимальных температур усложняется газифицированными продуктами реакций (Si, SiC, SiO). Газифицированные продукты устремляясь вверх, частично конденсируясь, стекают вместе с шихтой вниз. Летучий оксид SiO может провзаимодействовать с отходящими газами, может восстановиться в контакте с шихтой или будет вынесен из горна, потерян с технологическими газами. Для эффективной работы печи важно, чтобы основные реакции, связанные с конденсацией SiO и образованием SiC, завершались в слое материала.

4. Эффективная технология должна предусматривать другие

возможности уменьшения потери кремния. Во-первых, использовать в составе шихты восстановители с высокой реакционной способностью. Во-вторых, в целях улучшения технологии плавки необходимо оптимизировать равномерный сход шихты в высокотемпературную зону горна.

Список литературы

1 Катков О.М. Технология выплавки технического кремния : учеб. пособие / под ред. О.М. Каткова. – 2-е изд. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 1999. – 243 с.

2 Окускованная шихта для выплавки кремния // Патент России №2228376. 2004. / Тороев А.А., Черняховский Л.В., Чернов Л.Л., Киселев А.И. .[и др.].

3 Углеродистый восстановитель для производства технического кремния и способ его получения // Патент России № 2713143. 2019. / Ёлкин К.С., Жучков С.С.

4 Способ выплавки кремния// Патент России №2013370. 1995. / Черняховский Л.В., Бахтин А.А., Степанов В.Т., Щапов Е.Н.[и др.].

5 Анализ возможного использования углей месторождения Шубарколь при выплавке технического кремния/А.А. Сафонов, А.Д.Маусымбаева, В.С.Портнов, В.И. Парафилов, С.В. Коробко // Уголь. 2019. № 2. С. 67-72. URL: <http://www.ugolinfo.ru/index.php?article=201902068>

6 Кремний технический рафинированный. Технические условия СТ ТОО 13124001446-001-2016. ТОО «Tau-KenTemir». - Караганда, 2016.

7 Удалов Ю.П. Применение программных комплексов вычислительной и геометрической термодинамики в проектировании технологических процессов неорганических веществ [Текст]: учебное. пособие/ Ю.П.Удалов.- СПб.:СПбГТИ(ТУ). 2012.- 147 с.

РАДИОТЕХНИКА. СТРОИТЕЛЬСТВО

МРНТИ 47.49.31

М.З. Арсланов¹, А.А. Зейнуллин², С.А. Мустафин¹, Д.К. Мухаев¹

¹Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК,
г. Алматы, Казахстан

²Казахстанская национальная академия естественных наук,
г. Нур-Султан, Казахстан

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

Аннотация. Разработан метод определения местоположения источника излучения посредством перемещения измерителя напряженности электромагнитного поля по окрестности физически доступной области измерений. Тематика предлагаемой работы относится к области радиотехники, к классу методов определения координат источника радиоизлучения.

Ключевые слова: источник излучения, допустимая область, подобласть, измеритель, окрестность, безусловная оптимизация, интерпретирующий функционал

...

Түйіндеме. Электромагниттік өрістің күш өлшегішін физикалық қол жетімді өлшеу аймағының маңында жылжыту арқылы сәулелену көзінің орнын анықтау әдісі жасалды. Ұсынылған жұмыстың тақырыбы радиотехника саласына, нақтырақ айтқанда радиоактивті сәулелену көзінің координаттарын анықтау әдістері туралы.

Түйінді сөздер: сәулелену көзі, рұқсат етілетін аймақ, субрегион, өлшем, аймақ, нақты оңтайландыру, түсіндіру функционалдығы.

...

Abstract. The method of determining the location of the emission source has been developed by moving the electromagnetic field strength meter in the vicinity of a physically accessible measurement area. The subject of the proposed work relates to the field of radio engineering, and more specifically, to the class of methods for determining the coordinates of a radio emission source.

Keywords: emission source, feasible region, subregion, meter, vicinity, unconstrained optimization, interpretive functional

Введение. Одним из перспективных направлений развития современной техники является создание средств информационной поддержки в составе автоматизированных систем контроля, разведки и управления. Для формирования данных используются самые различные контрольно-измерительные комплексы, включающие часто специальные средства доставки. Широко применяются измерители-датчики, работающие в различных диапазонах, радиолокаторы и т. д.

Разработка датчиков-измерителей и средств их доставки традиционно оказывалась ресурсоемкой при построении прикладных систем. На решение этих задач затрачивались и затрачиваются основные ресурсы и в этой области достигнуты значительные успехи.

В то же время в решении задач поддержки принятия решений на основе информации, практические достижения существенно скромнее. В частности, имеется накопленный багаж в виде значительного числа отдельных процедур обработки, анализа. Такие процедуры, как стандартные операции включаются в системы обработки данных. Построение последовательности процедур для решения конкретных задач проводится опытными специалистами часто интуитивно, причем решение каждого нового типа задач требует проведения заново всей работы. Результатом является то, что часто весьма значительная часть дорогостоящих данных остается необработанной. Последнее обстоятельство является недостатком сложившегося положения, что и определяет основное требование к перспективным подходам решения прикладных задач обработки и анализа данных: должна быть обеспечена простота и надежность синтеза высококачественных сложных процедур, не требующего творческого труда специалистов экспертов.

Сложившееся положение в некоторой степени усугубилось тем, что появились достаточно мощные и доступные средства техники, производительность которых соизмерима с объемами данных. Это был вызов для того, чтобы осуществить прорыв в прикладных методах обработки, анализа данных. В то же время в несколько более широкой области — области алгоритмов обработки и анализа данных для слабо формализованных прикладных областей — в последние годы достигнуты практические успехи. При этом многие из полученных результатов оказываются применимыми для работы с данными, что определяет перспективы развития рассматриваемой области. В целом ситуация на сегодня может быть охарактеризована следую-

щим образом: активно и успешно создаются контрольно-измерительные приборы; доступны средства вычислительной техники достаточной мощности; имеется существенный интеллектуальный задел. А на практике применяются традиционные методы обработки, анализа данных. Тематика предлагаемой работы относится к области радиотехники, а конкретнее, к классу методов определения координат источника радиоизлучения. Существует класс методов определения местоположения источника радиоизлучения [1-3] и все они имеют свои достоинства и недостатки.

Содержательная постановка задачи. Была рассмотрена задача определения местоположения источника радиоизлучения (ИРИ), основанная на измерении напряженности поля на местности перемещением устройства по свободной траектории, и определении по полученным данным вектора градиента электромагнитного поля от исследуемого ИРИ в различных точках на местности. Координаты пересечения векторов градиента электромагнитного поля принимают за координаты местоположения исследуемого источника радиоизлучения, определенные из совокупности измеренных значений напряженности электромагнитного поля и географических координат точек измерения, полученных путем перемещения измерителя по свободной траектории в зоне доступности ИРИ.

Предлагаемый метод решения задачи основан на приборах, технические характеристики которых инвариантны к характеристикам радиоприемного устройства и антенны, частоте излучения, поляризации и виду модуляции принимаемого сигнала [3]. Указанный метод является разновидностью метода определения местоположения ИРИ методом триангуляции с помощью перемещающегося в пространстве пеленгатора [3]. Общим недостатком большинства методов данного класса является необходимость доступа ко всему полю, создаваемого ИРИ, что вызывает значительные сложности определения и затраты на передвижение приборов в условиях отсутствия физического доступа к некоторым частям предполагаемой области передвижения.

Цель предлагаемой методики - разработка метода определения местоположения источника радиоизлучения, которая позволит осуществлять поиск ИРИ посредством перемещения измерений по допустимой окрестности физически доступной области приема радиосигналов ИРИ.

Для этого в методе определения местоположения источника радиоизлучения, включающем измерение напряженности электро-

магнитного поля, прием радиосигналов источника радиоизлучения на заданной частоте, преобразование радиосигнала из аналоговой в цифровую форму, согласно предлагаемому измеряют напряженность электромагнитного поля в точках выбранного локального участка, ограниченного окружностью. Точку с наибольшим значением напряженности принимают за центр нового локального участка, ограниченного окружностью с таким же радиусом, и далее таким же образом определяют следующие локальные участки, затем соединяют последовательно найденные центры локальных участков и определяют направление на ИРИ [4-6].

Метод решения. Предлагаемый метод определения местоположения источника радиоизлучения осуществляют следующим образом. Принимают радиосигналы источника радиоизлучения на заданной частоте, преобразуют радиосигнал из аналоговой в цифровую форму, измеряют напряженность электромагнитного поля, записывают результат в запоминающее устройство, измеряют географические координаты точки измерения, записывают результаты измерения координат в запоминающее устройство.

В процессе перемещения устройства измерения по случайным точкам локальной окрестности с центром в точке А зоны радиодоступа сигналов от ИРИ, несколько раз осуществляют для каждой точки совокупность следующих процедур:

- измеряют напряженность электромагнитного поля в точках выбранного локального участка, ограниченного окружностью, и записывают данные в запоминающее устройство;

- точку с наибольшим значением напряженности принимают за центр нового локального участка, ограниченного окружностью с таким же радиусом, и далее таким же образом определяют необходимые последующие участки, записывают данные напряженности и географические координаты;

- соединяют последовательно найденные центры локальных участков и определяют направление на ИРИ.

Пусть А - текущая точка физически доступной зоны доступа сигналов ИРИ. Тогда основные шаги метода имеют следующее содержание. Генерируется некоторое фиксированное количество случайных точек y_1, y_2, \dots, y_n , равномерно распределенных по окружности радиуса R с центром в точке А; в каждой из этих точек определяются значения напряженности; находится максимальное из определенных значений; соответствующая точка В принимается за следующую текущую точку

- центр окружности такого же радиуса. Далее, генерируется некоторое фиксированное количество случайных точек z_1, z_2, \dots, z_n , равномерно распределенных по окружности радиуса R с центром в точке B ; в каждой из этих точек определяются значения напряженности; находится максимальное из определенных значений напряженностей - соответствующая максимальному напряженности точка C принимается за следующую текущую точку - центр окружности. И так далее. Другими словами, в зоне физической доступности приборов выполняется шаг в случайном направлении. Если значение напряженности в новом состоянии меньше или равно исходному, т.е. шаг неудачен, то система возвращается в предыдущее состояние, после чего вновь делается шаг в случайном направлении. Если же шаг удачен, то последующий случайный шаг выполняется уже из нового состояния. За координаты местоположения ИРИ принимаются координаты пересечения направлений на ИРИ, вычисленных по совокупности измеренных значений потенциала поля и географических координат точек измерения, по крайней мере, в двух точках, полученных путем случайного перемещения измерителя в двух окрестностях выбранных точек в доступной зоне перемещения поля ИРИ.

Устройство определения местоположения источника радиоизлучения состоит из приемника с аналого-цифровым преобразователем и антенной, устройства навигации, блока обработки, устройства управления и отображения результатов. Точность определения местоположения ИРИ не зависит от линейности амплитудно-частотной характеристики приемного тракта. В качестве приемной антенны может быть применена любая антенна, в том числе активная малогабаритная, обеспечивающая прием радиосигнала в данной точке на требуемой частоте. Как отмечено выше для определения местоположения источника радиоизлучения было предложено большое множество методов, отличающихся друг от друга принципами, приборами и заданием области допустимых значений. Естественно, что каждый из методов обладает своими достоинствами и недостатками. И одним из общих недостатков является направленность методов на поиск одного источника радиоизлучения. Хотя в реальности возможен случай наличия нескольких источников излучения.

Заключение. Определение местоположения источника радиоизлучения, включающий измерение напряженности электромагнитного поля, прием радиосигналов источника радиоизлучения на заданной частоте, преобразование радиосигнала из аналоговой в цифровую

форму, отличающийся тем, что измеряют напряженность электромагнитного поля в точках выбранного локального участка, ограниченного окружностью, точку с наибольшим значением напряженности принимают за центр нового локального участка, ограниченного окружностью с таким же радиусом, и далее таким же образом определяют следующие локальные участки, затем соединяют последовательно найденные центры локальных участков и определяют направление на источник радиоизлучения. Новым в разработанном методе определения местоположения источника радиоизлучения является реализация возможности поиска ИРИ посредством перемещения измерителя напряженности электромагнитного поля по окрестности физически доступной области приема радиосигналов ИРИ.

Список литературы

- 1 Белоцерковский Г.Б. Основы радиолокации и радиолокационный устройства. М.: Советское радио, 1975. – 336 с.
- 2 Цветков В.В. и др. Радиоэлектронная борьба: Радиоразведка и радиопротиводействие. М: Вузовская книга, 2012. – 248 с.
- 3 Ерохин Г.А., Чернышев О.В. и др. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. М.: Радио и связь, 1996. – 352 с.
- 4 Справочник по радиоконтролю международного союза электросвязи. Женева, 2002. – 340 с.
- 5 Александров В.Г. «Метод определения местоположения источника радиоизлучения», патент РФ № 2319169 от 10.03.2008
- 6 Банди Б. Методы оптимизации. М.: Радио и связь, 1988. - 128 с.

И.И. Бекбасаров¹, М.И. Никитенко², Е.И. Атенев¹

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

²Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь

УДАРНАЯ ПОГРУЖАЕМОСТЬ СВАЙ С УШИРЕНИЯМИ СТВОЛА И ИХ СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬ ВДАВЛИВАЮЩЕЙ НАГРУЗКЕ

Аннотация. Изложены результаты экспериментов, выполненных с применением крупномасштабных моделей железобетонных забивных свай с несколькими плоскими пирамидальными уширениями ствола в полевых условиях. Оценена ударная погружаемость и несущая способность свай действию вдавливающей нагрузки. Установлено, что сваи с уширениями ствола обладают большими (на 5,88 - 39,74%), так и меньшими (на 3,13 - 23,46%) затратами энергии на их погружение по сравнению с обычными призматическими и пирамидальными сваями. Выявлено увеличение несущей способности исследуемых свай на 11,73-29,88% в зависимости от количества их уширений по стволу. Результаты выполненной работы представляют интерес для специалистов для выработки обоснованных предложений по расчету и проектированию рассматриваемых свай.

Ключевые слова: модель, свая с уширениями, грунт, забивка, испытание, нагрузка, осадка, несущая способность.

• • •

Түйіндеме. Мақалада діңгегінің бірнеше жалпақ пирамидалық кеңейтілген бөліктері бар қағылмалы темірбетон қадалардың ірі масштабтағы модельдерін пайдалана отырып, далалық жағдайда жүргізілген эксперименттер нәтижелері баяндалған. Қадаларды соққылап қағу және оларды батыру кезіндегі жүк көтеру қабілеті салыстырмалы бағаланған. Діңгегі кеңейтілген қадаларды қағу кезіндегі энергия шығыны қарапайым призмалық және пирамидалық қадалармен салыстырғанда 5,88-39,74% артық және 3,13-23,46% кем болатыны анықталды. Діңгегі кеңейтілген қадалардың анықталған жоғары көрсеткіштері оларды қағу кезіндегі топырақтың тиімді тығыздалуымен және еңіс беткейлерінің астындағы топырақтың қарсылық әрекет ету күшінің туындауымен түсіндіріледі. Орындалған жұмыс нәтижелері қарастырылып отырған қадаларды есептеу және жобалау бойынша нақтыланған ұсыныстар дайындау үшін маңызды болып табылады.

Түйінді сөздер: модель, діңгегі кеңейтілген қадалар, топырақ, қағу, сынақ, жүктеме, шегу, жүк көтеру қабілеті.

• • •

Abstract. The article sets forth the results of experiments performed using large-scale models of reinforced concrete driven piles with several flat pyramidal broadening of the shaft in the field conditions. Impact immersion and bearing capacity of piles to the effect of pressing load are estimated. It has been established that piles with broadening of the shaft have greater (by 5.88 - 39.74%) and lesser (by 3.13 - 23.46%) energy consumptions for their immersion compared to conventional prismatic and pyramidal piles. Favourable advantage in the performance of piles with broadening of the shaft compared to traditional piles is due to the effective compaction and significant manifestation of the forces of soil repulsion under the inclined faces of each broadening of the pile during their interaction with the ground. The results of the study may be interesting to specialists for the development of reasonable proposals for the calculation and design of piles with the broadening of the shaft.

Keywords: model, pile with broadening, soil, driving, testing, load, settlement, bearing capacity.

Введение. В области свайного фундаментостроения наряду с традиционными призматическими сваями достаточно широко используются сваи с иной необычной продольной формой ствола [1-11]. Одним из разновидностей таких свайных конструкций являются сваи с уширением ствола в верхней части [1-7,9] и с уширением у острия [8-10]. Форма уширений ствола свай принимается пирамидальной, цилиндрической, спунчатопризматической, пирамидально-призматической и др. Результаты исследований, представленные в работах [1-7,9] свидетельствуют о том, что наличие уширения в верхней части сваи обеспечивает эффективное уплотнение слабых грунтов, залегающих у дневной поверхности толщи, и тем самым вызывает повышение несущей способности сваи в 1,1-5,0 раза. При этом несущая способность свай зависит от вида и состояния грунтов, а также от формы и размеров уширения.

Наличие уширения у острия при забивке сваи приводит к образованию уплотненного грунтового ядра под ее нижним концом. Это в свою очередь позволяет вовлекать в работу сваи больший объем грунтовой толщи [8-10], что обеспечивает увеличение лобового сопротивления толщи внедрению острия сваи. В результате существенно повышается общая несущая способность сваи. Представленные результаты исследований, относятся к сваям, имеющим лишь одно уширение, расположенное либо в верхней, либо в нижней части ствола. Следовательно эти данные не могут быть распространены на

сваи, обладающие несколькими уширениями по стволу [12-14]. Сваи с несколькими плоскими пирамидальными уширениями по стволу, разработанные в ТарГУ им. М.Х. Дулати, в настоящее время исследованы, в основном, только теоретически, на основе серии численных экспериментов. Поэтому экспериментальное изучение особенностей их погружаемости и сопротивляемости в полевых условиях представляет актуальный интерес для специалистов для выработки обоснованных предложений по расчету и проектированию рассматриваемых свай. **Целью работы** - оценка энергоемкости забивки (погружаемости) и несущей способности свай с плоскими пирамидальными уширениями ствола на крупномасштабных моделях в полевых условиях.

Характеристика моделей свай, оборудования и методика исследований. Модели свай изготовлены сплошными цельными из железобетона с ненапрягаемой арматурой и поперечным армированием ствола. Масштаб моделей (далее – сваи) принят 1:3. Опытные сваи изготовлены с количеством уширений от 1 до 4 (рисунок 1).

Для сравнения результатов исследований в качестве контрольных свай приняты три модели: призматическая свая с размерами поперечного сечения $6,7 \times 6,7$ см, призматическая свая с размерами поперечного сечения $10,0 \times 10,0$ см, и пирамидальная свая с размерами сечения в верхней части $10,0 \times 10,0$ см, нижней части – $6,7 \times 6,7$ см. Уклон боковых граней пирамидальной сваи к вертикали составил $i_p = 0,01$. Геометрические параметры и вес свай приведены в таблице 1.

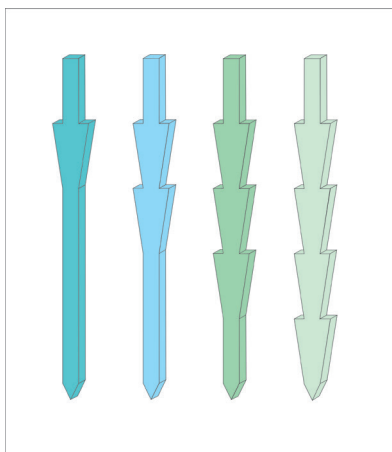


Рисунок 1 – Схемы свай с плоскими пирамидальными уширениями

Таблица 1 – Геометрические параметры и вес свай

Вид свай	Геометрические параметры, см				Вес свай, Н
	длина ствола (острия)	размеры поперечного сечения ствола	ширина уширений	высота уширений	
Экспериментальные:					209,93
- с 1 уширением;	166,7 (5,0)	6,7×6,7	15,0	33,3	226,61
- с 2 уширениями;					242,31
- с 3 уширениями;					258,0
- с 4 уширениями.					
Контрольные:					
- призматическая;		6,7×6,7			180,50
- призматическая;	166,7 (5,0)	10,0×10,0	-	-	386,51
- пирамидальная		10,0×10,0/ 6,7×6,7			258,0

Примечание: перед чертой указаны размеры поперечного сечения в верхней части, после черты – в нижней части.

Полевые испытания проводились на полигоне производственной базы Южно-Казахстанского филиала предприятия «КазНИИСА». Опытная площадка, с размерами в плане 6,0×3,0м и глубиной 3,0 м, была сложена песчанистой супесью. Подготовка площадки включала в себя послойную укладку и равномерное уплотнение грунта со дна предварительно отрытого котлована. Физико-механические характеристики грунта устанавливались методом пенетрации с использованием прибора ПСГ МГ-4 (таблица 2).

Таблица 2 – Физико-механические характеристики грунта опытной площадки

Характеристики	Значения
Влажность, W , %	3,16-5,58
Плотность, ρ , кг/м ³	1400-1670
Влажность на границе текучести, W_m , %	24,18-24,37
Влажность на границе раскатывания, W_p , %	17,30-17,47
Число пластичности, I_p	6,88-6,90
Максимальное сопротивление пенетрации, P_{max} , МПа	1,47-1,62
Коэффициент уплотнения, K	0,89-0,94

Индекс (степень) влажности, I	0,75-0,84
Модуль деформации, E , МПа	31,6-33,6
Угол внутреннего трения, f , град	17,1-17,6
Удельное сцепление, c , МПа	0,018-0,019

Для выполнения исследований было разработано и изготовлено специальное экспериментальное оборудование (рисунок 2). Параметры, принципы и последовательность проведения работ с применением данного оборудования представлены в работе [14]. Сваи погружались в грунт путем их забивки при постоянной энергии каждого удара. Ударник массой 40 кг сбрасывался с высоты 0,5 м. Глубина погружения свай составила 141,2-145,6 см (максимальная разница составила 3,02%).



Рисунок 2 – Фрагменты забивки и испытания свай на полигоне

Испытания свай для оценки их несущей способности проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 5686-2012. «Грунты. Методы полевых испытаний сваями» путем ступенчато-возрастающего нагружения свай вдавливающей статической нагрузкой с обеспечением требуемой условной стабилизации их осадок. Силовая нагрузка каждой сваи выполнялась до осадок не менее 40 мм. Несущая способность свай определялась в соответствии с требованиями МСП 5.01-101-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов».

Результаты исследований. Сведения о количестве ударов по сваям, энергетических затратах ударника на их забивку, а также глубина и объем погруженной части свай представлены в таблице 3. Ходограммы погружения свай приведены на рисунке 3.

Таблица 3 – Результаты забивки свай

Вид сваи	Полная энергия ударов, затраченная на забивку, E , Дж (количество ударов)	Глубина погружения, L , см	Объем погруженной части, V , см ³	Удельная энергоёмкость забивки, E_v , Дж/см ³
Свая 1 уширением	12164,4 (62)	145,0	7314,4	1,663
То же с 2 уширениями	13341,6 (68)	145,2	8240,94	1,619
То же с 3 уширениями	14518,8 (74)	145,4	9167,5	1,584
То же с 4 уширениями	15303,6 (78)	145,6	10094,04	1,516
Призматическая свая с размерами сечения 6,7×6,7 см	9221,4 (47)	141,2	6188,09	1,490
Призматическая свая с размерами сечения 10,0×10,0 см	15892,2 (81)	144,3	14703,9	1,081
Пирамидальная свая	12556,8 (64)	145,3	9251,54	1,357

Примечание – удельная энергоёмкость забивки представляет собой отношение суммы потенциальной энергии всех ударов по свае к объёму ее погруженной части.

Оценка энергоёмкости забивки свай производилась на основе следующих показателей:

- удельной энергоёмкости забивки E_v , принятой в виде отношения полной потенциальной энергии ударов ударника, затраченной на забивку сваи, к объёму ее погруженной части в грунт (таблица 3);

- коэффициента относительной энергоёмкости забивки $K_э$, принятого в виде отношения полной потенциальной энергии ударов ударника, затраченной на забивку опытной сваи к аналогичному энергетиче-

ческому параметру контрольной сваи (таблица 4).

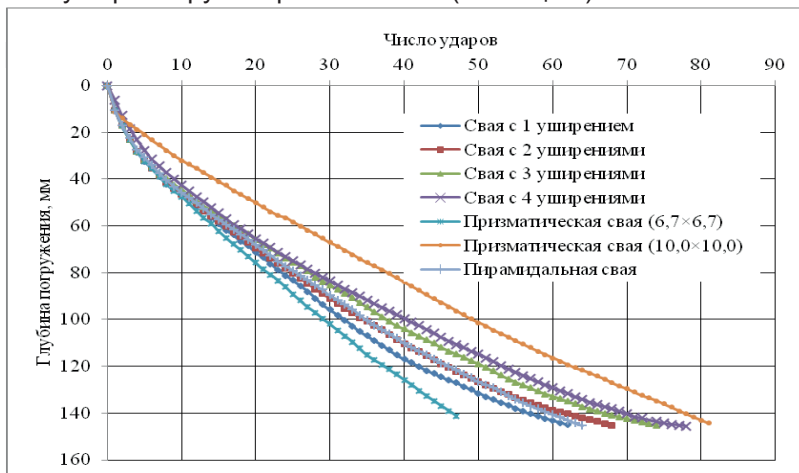


Рисунок 3 – Ходограммы погружения свай

Таблица 4 – Значения коэффициентов относительной энергоёмкости забивки свай $K_{э}$

Коэффициенты относительной энергоёмкости забивки свай	Значения коэффициентов для опытных свай с количеством уширений			
	1	2	3	4
$K_{э1}$	1,32	1,45	1,57	1,66
$K_{э2}$	0,77	0,84	0,91	0,96
$K_{э3}$	0,97	1,06	1,16	1,22

Примечание: $K_{э1}$, $K_{э2}$ и $K_{э3}$ – коэффициенты, относящиеся соответственно к свае призматической формы с размерами сечения 6,7×6,7 см, свае призматической формы с размерами сечения 10,0×10,0 см и свае пирамидальной формы.

Результаты исследований позволяют выделить следующие особенности процесса забивки опытных свай:

- в зависимости от количества уширений при одинаковой глубине погружения опытные сваи по сравнению с призматическими и пирамидальными сваями могут обладать как большими (в 1,06-1,66 раза), так и меньшими (на 3,13-23,46%) затратами энергии на забивку;

- затраты энергии на погружение 1 м³ свай с уширением ствола в 1,02-1,54 раза больше, чем для свай призматической и пирамидальной форм;

- с увеличением количества уширений в сваях энергетические затраты на их забивку на одинаковую глубину увеличиваются в 1,1-1,26 раза.

Результаты статических испытаний свай представлены на рисунке 4 и в таблице 5.

Таблица 5 – Несущая способность свай по результатам их статических испытаний

Вид сваи	Несущая способность, F_d , Н, при осадке		Удельная несущая способность, F_d^V , Н/см ³ , при осадке	
	20 мм	40 мм	20 мм	40 мм
Свая с 1 уширением	5915	7395	0,809	1,011
То же с 2 уширениями	6385	7860	0,775	0,954
То же с 3 уширениями	7215	8615	0,787	0,940
То же с 4 уширениями	8435	9760	0,836	0,967
Призматическая свая с размерами сечения 6,7×6,7 см	5410	6685	0,874	1,080
Призматическая свая с размерами сечения 10,0×10,0 см	6855	8055	0,466	0,548
Пирамидальная свая	8355	9390	0,903	1,015

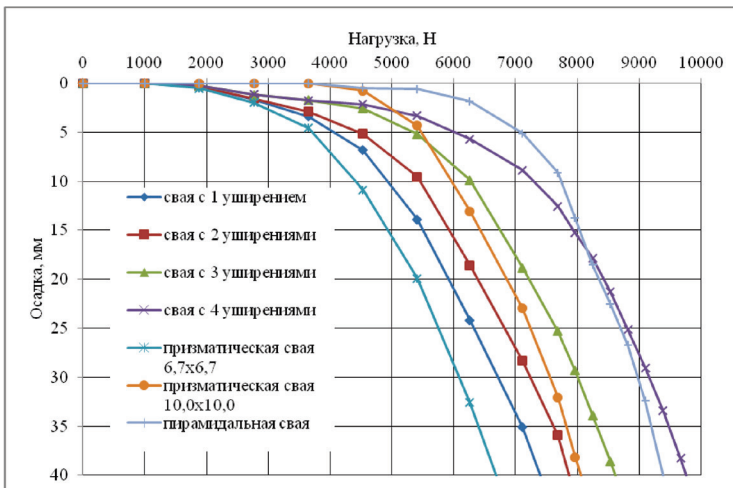


Рисунок 4 – Зависимость осадки свай от вдавливающей статической нагрузки

Оценка сопротивляемости свай действию вдавливающей нагрузки выполнялась на основе показателей:

- несущей способности F_d , устанавливаемой с учетом требований МСП 5.01-101-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов» (таблица 5);

- удельной несущей способности F_d^V , принятой в виде отношения несущей способности сваи к объему ее погруженной части в грунт (таблица 5);

- коэффициенту относительной эффективности свай по несущей способности K_H , принятому в виде отношения несущей способности опытной сваи к аналогичному силовому параметру контрольной сваи (таблицы 6,7).

Таблица 6 – Значения коэффициентов относительной эффективности свай по несущей способности K_H при осадке 20 мм

Коэффициенты относительной эффективности несущей способности свай	Значения коэффициентов для опытных свай с количеством уширений			
	1	2	3	4
K_{H1}	1,09	1,18	1,33	1,56
K_{H2}	0,86	0,93	1,05	1,23
K_{H3}	0,71	0,76	0,86	1,01

Примечание: K_{H1} , K_{H2} и K_{H3} – коэффициенты, относящиеся соответственно к свае призматической формы с размерами сечения 6,7×6,7 см, свае призматической формы с размерами сечения 10,0×10,0 см и свае пирамидальной формы.

Таблица 7 – Значения коэффициентов относительной эффективности свай по несущей способности K_H при осадке 40 мм

Коэффициенты относительной эффективности несущей способности свай	Значения коэффициентов для опытных свай с количеством уширений			
	1	2	3	4
K_{H1}	1,11	1,18	1,29	1,46
K_{H2}	0,92	0,98	1,07	1,21
K_{H3}	0,79	0,84	0,92	1,04

Результаты статических испытаний свай позволяют установить следующие особенности работы опытных свай (при одинаковых осадках):

- по сравнению со сваей призматической формы малого поперечного сечения (сечения 20×20 см с учетом масштаба моделирования)

ния) сваи с уширениями обладают большей несущей способностью (в 1,09-1,56 раза);

- по сравнению со сваей призматической формы обычного сечения (сечения 30×30 см с учетом масштаба моделирования) сваи с 1 и 2 уширениями обладают меньшей (на 2,42-13,71%), а сваи с 3 и 4 уширениями – большей (в 1,05-1,23 раза) несущей способностью;

- по сравнению с пирамидальной сваей (с размерами по верху 30×30 см и понизу – 20×20 см) сваи с 1,2 и 3 уширениями обладают меньшей (на 8,25-29,2%), а свая с 4 уширениями – большей (в 1,01-1,04 раза) несущей способностью;

- с увеличением количества уширений несущая способность опытных свай (при одинаковых значениях осадок) увеличивается в 1,06-1,43 раза.

Выводы. На основе результатов экспериментальных исследований можно сформулировать следующие основные выводы:

- с увеличением количества уширений повышаются энергетические затраты на погружение свай с уширением ствола, а также увеличивается их несущая способность (удельная несущая способность) при действии сжимающих нагрузок;

- в зависимости от количества уширений сваи с уширениями по сравнению с призматическими и пирамидальными сваями обладают как большей, так и меньшей несущей способностью (удельной несущей способностью).

Более высокие показатели работы свай с уширениями ствола, в отличие от сравниваемых (традиционных) свай, на наш взгляд, обусловлены более эффективным уплотнением и более сильным проявлением сил отпора грунта под наклонными гранями каждого уширения сваи при их внедрении в грунтовую толщу.

Список литературы

1 Сесюнин С.Г., Леви С.Р., Потапов А.Д. Выбор оптимальной конструкции железобетонной забивной сваи для пучинистого грунта // Вестник МГСУ. – 2009. – №3. – С.167-172.

2 Буслов А.С., Бакулина А.А. Влияние кольцевого уширения на несущую способность горизонтально нагруженной моносвайной опоры // Вестник МГСУ. – 2012. – №4. – С.63-68.

3 Бекбасаров И.И., Байтелиев Р.Т., Шилибеков С.К., Исаков Г.И. Новые перспективные ресурсосберегающие свайные конструкции // Вестник ПНИПУ «Строительство и архитектура». – 2014. – №4. – С.81-92.

4 Бекбасаров И.И., Исаков Г.И., Аманбай А. Погружаемость и энер-

гоемкость забивки свай и штапов. – Саарбрюккен: LAP LAMBERT AcademicPublishing, 2014. – 199 с.

5 *Соколов Л.Я.* Рациональная форма односвайного фундамента под колонны промышленных зданий и сооружений // Известия КГАСУ. – 2014. – №1(27). – С.131-139.

6 *Купчикова Н.В.* Предложения по дополнению классификации конструкций готовых и набивных свай с уширениями вверху и наклонными боковыми сваями // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский инженерно-строительный институт. – 2015. – № 1 (11). – С.25-35.

7 *Исаев В.И., Мальцев А.В., Карпов А.А.* Исследование возможности увеличения несущей способности короткой забивной сваи за счет устройства уширения в верхней части // Градостроительство и архитектура. – 2016. – №4(25). – С.30-35.

8 *Седин В.Л., Швец В.Б., Алексеев А.И., Захваткин М.П., Бикус К.М.* Опыт исследования работы свай различной формы в условиях слабых грунтов // До 80-річчя Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2010. – №9. – С.35-40.

9 *Буслов А.С., Моховиков Е.С.* Несущая способность горизонтально нагруженной одиночной свайной опоры с лежнями // Вестник МГСУ. – 2015. – №9. – С.51-60.

10 *Купчикова Н.В.* Формообразование концевых уширений свай в поперечном сечении, и методика их деформационного расчета // Геотехника: Вестник гражданских инженеров. – 2015. – № 1 (48). – С.88-96.

11 *Бекбасаров И.И.* Об учете формы нижнего конца сваи при оценке энергоемкости ее забивки и несущей способности // Новости науки Казахстана. Научно-технический журнал – 2018. – №4 (138). – С.166-178.

12 *Бекбасаров И.И., Атенев Е.И.* О несущей способности забивных свай с плоскими уширениями ствола // Материалы МНП конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития строительных конструкций: инновации, модернизация и энергоэффективность в строительстве», посвященной Году Узбекистана в Казахстане. – Алматы: КазГАСА, 2018. – С.123-128.

13 *Бекбасаров И.И., Атенев Е.И.* Сравнительная оценка несущей способности свай с разной продольной формой // Материалы XIII МНК молодых ученых «Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане», том II. – Тараз: Тараз университеті, 2019. – С.24-25.

14 *Бекбасаров И.И., Байтемиров М.Н., Атенев Е.И., Шаншабаев Н.А.* Об экспериментальном оборудовании для забивки и испытаний крупномасштабных моделей свай в полевых условиях // Механика и технологии. Научный журнал – 2019. – №4. – С.134-141.

Бекбасаров И.И., доктор технических наук, профессор, e-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Никитенко М.И., доктор технических наук, профессор, e-mail: michnikit@gmail.com

Атенев Е.И., PhD докторант, e-mail: yer_at@mail.ru,

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

МРНТИ 65.33.03

*А.Б. Альдиева¹, И.Ж. Темирова¹, Ж.Н. Шаймерденов¹,
А.Б. Далабаев¹, Б.А. Сакенова¹, К.З. Жунусова¹, Н.Ж. Муслимов¹*

¹Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Нур-Султан, Казахстан

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕЭТЕРИФИЦИРОВАННОГО ЖИРА НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. Проведен анализ использования переэтерифицированных жиров в хлебопечении. Показана целесообразность применения данных жиров, которые соответствуют оптимальному соотношению жирных кислот физиологически полноценного жира, имеют низкие значения трансизомеров жирных кислот, обладают необходимым диапазоном пластичности и достаточным содержанием твердых триглицеридов, что в совокупности обуславливает выбор переэтерифицированного жира среди сравниваемых масложировых продуктов для хлебопечения. Методом математического моделирования оптимизировано оптимальное количество переэтерифицированного жира 3% для приготовления теста. Исследовано влияние переэтерифицированного жира на качество хлебобулочных изделий, приготовленных по рецептуре батона нарезного различными способами. В ходе исследований выяснилось, что использование переэтерифицированных жиров в хлебопечении, оказывало значительное влияние на качество хлеба, повышало пористость изделий, удельный объем хлеба, упругую деформацию и формоустойчивость, а также замедляют процесс черствения мякиша.

Ключевые слова: трансизомеры жирных кислот, хлебобулочные изделия, переэтерифицированный жир.

• • •

Түйіндеме. Бұл жұмыста қайта этерификацияланған майларды нан пісіруде қолдануға талдау жүргізілді. Физиологиялық тұрғыдан толық майдың май қышқылдарының оңтайлы қатынасына сәйкес келетін осы майларды қолданудың орындылығы көрсетілген. Май қышқылының трансизомерлері төмен, икемділіктің қажетті диапазонына және қатты триглицеридтердің жеткілікті мөлшеріне ие. Бұл нан пісіруге арналған салыстырмалы майлы өнімдердің арасынан қайта этерификацияланған майды таңдауды анықтайды. Математикалық модельдеу әдісімен қамырды дайындау үшін 3% қайта этерификацияланған майдың оңтайлы мөлшері оңтайландырылды. Әртүрлі әдіспен дайындалған батон нанының рецепті бойынша пісірілген нан-тоқаш өнімдерінің сапасына қайта этерификацияланған майдың әсері зерттелді. Зерттеу барысында нан пісіруде қайта этерификацияланған

Источник финансирования исследований. Источник финансирования исследований. Бюджетная программа 217 Министерство образования и науки Республики Казахстан.

майларды пайдалану нанның сапасына айтарлықтай әсер ететіні, өнімдердің кеуектілігін, нанның үлес көлемін, серпімді деформацияны және қалыптылыққа төзімділігін арттырғаны анықталды. Сондай-ақ, нан жұмсағының тез қатып қалмауына әсер етеді.

Түйінді сөздер: май қышқылдарының трансизомерлері, нан-тоқаш өнімдері, қайта этерификацияланған майлар.

• • •

Abstract. This paper analyzes the use of interesterified fats in bread making. The expediency of using these fats, which correspond to the optimal ratio of fatty acids of physiologically complete fat, have low values of transisomers of fatty acids, have the necessary range of plasticity and a sufficient content of solid triglycerides, which together determines the choice of interesterified fat among the compared fat-and-oil products for baking. The optimal amount of interesterified fat for dough preparation was optimized by mathematical modeling and appears to be 3%. The influence of interesterified fat on the quality of bakery products prepared according to the recipe of a loaf of sliced bread in various ways has been studied. In the course of research, it was found that the use of interesterified fats in bread making had a significant impact on the quality of bread, increased the porosity of products, the specific volume of bread, elastic deformation and shape stability. It also slows down the process of crumb staling.

Keywords: fatty acid transisomers, bakery products, interesterified fats

Введение. В Казахстане рынок пищевых жиров является одним из наиболее динамично развивающихся сегментов пищевой промышленности. Жировые продукты являются важным компонентом дополнительного сырья, применяемого при производстве хлебобулочных изделий. Жировая составляющая в тесте используется для улучшения качества хлеба, придаёт мякишу упругость, пышность и дополнительные газодерживающие способности. В результате этого увеличивается эластичность и распычатость мякиша, продлевается свежесть, появляется приятный вкус и запах хлеба. В настоящее время основным критерием выбора жировых продуктов для производства хлебобулочных изделий являются физико-химические и органолептические показатели, стойкость жировых продуктов к окислительной порче, пищевая и биологическая ценность, безопасность их использования, особенно в отношении содержания трансизомеров жирных кислот (ТИЖК). В связи с доказанным вредным воздействием на здоровье человека ТИЖК ВОЗ рекомендовала снизить уровень потребления ТИЖК до 1% от суточной калорийности рациона. В Казахстане были закреплены законодательные ограничения доли ТИЖК в жировых продуктах до 2 % от содержания жира в продукте [1].

Снижение содержания ТИЖК в масложировой продукции и в изделиях с ее использованием возможно за счет совершенствования технологий гидрирования жиров и использования переэтерификации. Переэтерификация из смесей полностью гидрогенизированных растительных масел с жидкими маслами используется для производства твердого жира с нулевым содержанием ТИЖК с желаемыми физическими свойствами.

Анализ мировых исследований показал, что в последнее десятилетие проводилось много исследований по использованию полностью гидрогенизированных жиров в смеси с различными растительными маслами для использования в пищевой промышленности. Продукты полного гидрирования жидких растительных масел имеют температуру плавления более 75°C, большую твердость и высокую скорость кристаллизации, поэтому их переэтерификация позволяет не только снизить температуру плавления, но также уменьшить содержание твердых триглицеридов при одинаковых температурах и получать жиры с желаемыми физическими свойствами [2-6].

Методы исследования. Для хлебопечения использовали масложировой продукт в полученный путем переэтерификации трехкомпонентной смеси на основе полностью гидрогенизированного саломаса М6, пальмового масла и жидкого рапсового масла в соотношении 20/20/60 соответственно. При таком соотношении переэтерифицированные жиры имеют сбалансированный жирнокислотный состав, содержание ТИЖК в сумме составляло - 1,5%. А температура плавление - 37°C. Эти показатели отвечают современным требованиям, предъявляемым к масложировым продуктам для производства хлебобулочных изделий.

Для производства хлебобулочных изделий, имеющих привлекательный внешний вид, хороший вкус и аромат, требуется правильная дозировка жировых продуктов. В связи с этим, проводили исследования по влиянию и установлению оптимальной дозировки переэтерифицированного жира на реологические свойства теста, которые имеют важное технологическое значение при выработке хлеба, так как влияют на качество готовых изделий (форму, объем, структуру пористости).

Определение влияния дозировки переэтерифицированного жира на реологические свойства теста проводили после замеса. Тесто готовили безопасным способом с различными дозировками переэтерифицированных жиров от 1 до 6%, с шагом 1%. Исследо-

вания проводились с применением однофакторного дисперсионного анализа. Для определения влияния и установления оптимальной дозировки переэтерифицированного жира на реологические свойства теста был спланирован эксперимент с исследованием органолептических показателей теста. Исследовано влияние различных дозировок переэтерифицированного жира (управляемый) фактор процесса: на органолептические показатели теста контролируемые параметры оптимизации - стабильность, эластичность, разжижение, водопоглотительная способность (ВПС).

В результате исследований были получены регрессионные уравнения адекватно описывающие зависимость показателей реологических свойств в реализованном масштабе изменения параметров, позволяющих выбрать дозировки переэтерифицированного жира:

$$\text{Стабильность теста (S)} = 6,0667 + 0,2717q - 0,0532q^2 + 0,0037q^3;$$

$$R=0,9377$$

$$\text{Разжижение теста (E)} = 136,6667 + 22,8320q - 5,3413q^2 + 0,3981q^3;$$

$$R=0,9649$$

$$\text{ВПС теста (W)} = 57,0667 - 1,9708q + 0,3135q^2 - 0,0157q^3;$$

$$R = 0,9532$$

$$\text{Эластичность теста (P)} = 126,3333 - 4,4630q + 0,4127q^2 + 0,0185q^3;$$

$$R=0,9229$$

На основании экспериментальных данных строили графики зависимости реологических свойств теста от дозировки переэтерифицированного жира. Оптимизацию полученных результатов проводили методом наименьших квадратов аппроксимации экспериментальных данных кубических функций. Интерпретация математических зависимостей оптимизации дозировки переэтерифицированного жира приведена на рисунках 1-4.

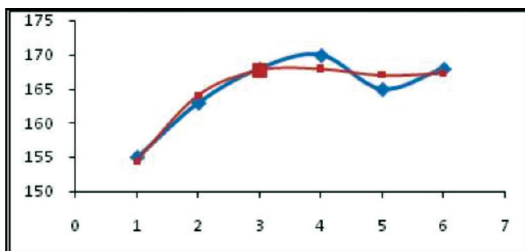


Рисунок 1 – Стабильность теста, S

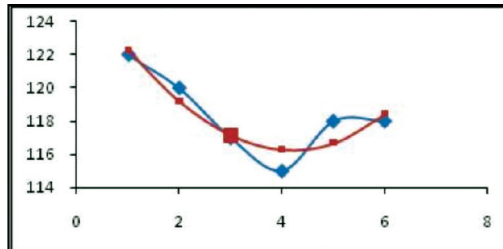


Рисунок 2 – Разжижение теста, E

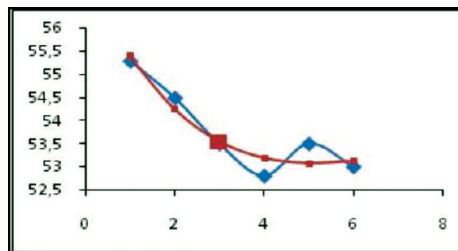


Рисунок 3 – Водопоглатительная способность теста, W

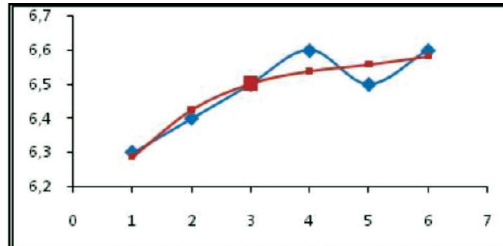


Рисунок 4 – Эластичность теста, P

Полученные математические зависимости и уравнения регрессии свидетельствуют о том, что при внесении перезтерифицированных жиров до 3% наблюдалось снижения степени разжижения, что связано с заметным повышением стабильности и эластичности теста. ВПС теста понижалась, что связано с гидрофобностью жиров. При дальнейшем увеличении дозировки перезтерифицированного жира от 4 до 6 снижалось ВПС теста, что повлекло собой увеличение разжижения. Таким образом, математическое моделирование позволило определить оптимальное количество перезтерифицированного жира в количестве 3% и полученные результаты позволили оптимизировать исследуемый процесс путем применения разработанной модели.

Улучшающее действие жировых продуктов на качество хлебобулочных изделий зависит не только от их состава и свойств, но также рецептуры теста и способа его приготовления. Поэтому на этом этапе было исследовано влияния перезэтерифицированного жира на качество хлебобулочных изделий, приготовленного по рецептуре батона нарезного различными способами. Для сравнительного анализа было рассмотрено также внесение маргарина столового МТ, в качестве контроля был выбран батон без добавления жира.

Для приготовления теста были выбраны стандартные рецептуры нарезного батона. Тесто готовили с минимальным количеством сырьевых компонентов (мука, соль, сахар, масложировые продукты, дрожжи, вода), чтобы исключить улучшающее влияние других рецептурных компонентов.

Результаты исследований. Анализ качества хлебобулочных изделий проводили общепринятыми методами после выпечки через 14-16 ч. по физико-химическим и органолептическим показателям.

Результаты исследований приведены в таблице 1 и на рисунках 5 и 6.

Таблица 1 – Влияние масложировых продуктов на качество хлеба, приготовленного различными способами

Показатель качества батона	Контроль	Маргарин	Перезэтерифицированный жир
Опарный способ			
Влажность, %	39	39	38,2
Кислотность, град.	1,8	2	2
Пористость, %	79	83	84
Формоустойчивость, (H/D)	0,38	0,39	0,41
Общая сжимаемость мякиша, ед.приб.	90,2	93,4	114,8
Пластическая деформация мякиша, ед.приб.	63,2	62,6	81,8
Безопарный способ			
Влажность, %	39,8	39,9	39,1
Кислотность, град.	1,8	1,9	1,9
Пористость, %	80	85	86
Формоустойчивость, (H/D)	0,37	0,44	0,45
Общая сжимаемость мякиша, ед.приб.	93,0	131,0	146,2
Пластическая деформация мякиша, ед.приб.	65,0	100,4	107,2

Результаты анализа таблицы 1 показали, что по показателям влажности, кислотности и пористости батоны соответствуют требованиям НД ГОСТ 27844-88 «Изделия булочные».

Технические условия.



Рисунок 5 – Упругая деформация мякиша

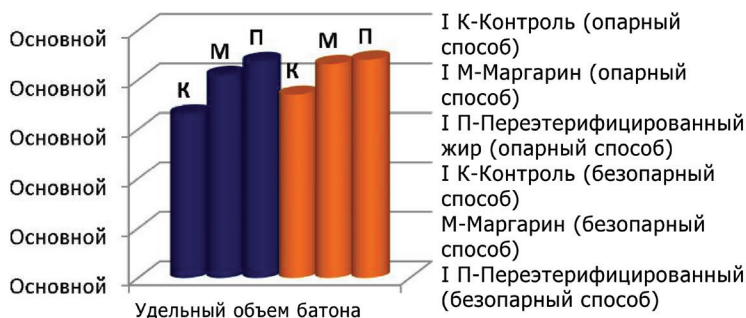


Рисунок 6 – Удельный объем батона

Установлено, что качество хлебобулочных изделий с добавлением жировых продуктов улучшалось при всех способах тестоприготовления, по сравнению с контролем. Так внесение жировых продуктов при опарном способе приготовления теста повышало пористость изделия по сравнению с контролем (без внесения жирового продукта) на 1-6%, удельный объем хлеба на 24-33%, упругую деформацию изделия на 9-28%, формоустойчивость на 5-12%. Максимальный улучшающий эффект при данном способе приготовления теста наблюдался при использовании перезэтерифицированного жира.

Внесение жировых продуктов при безопарном способе приготовления теста повышало пористость изделия по сравнению с контролем (без внесения жирового продукта) на 4-7%, удельный объем хлеба на

8-19%, упругую деформацию изделия на 24-64%, формоустойчивость на 13-30%. Максимальный улучшающий эффект при данном способе приготовления теста также наблюдался при использовании перезтерифицированного жира.

Органолептическая оценка изделий показала, что батоны с добавлением маргарина и перезтерифицированного жира имели достаточно развитую пористость, эластичный мякиш, с приятным привкусом и запахом по сравнению с контролем. Однако, изделия, приготовленные безопасным способом обладали более лучшими органолептическими показателями.

Известно, что жиры улучшают качество хлеба при его хранении. Поэтому проводили исследование влияния на этот процесс перезтерифицированных жиров и маргарина в сравнении с контролем (без внесения жирового продукта). Хранение хлебобулочных изделий осуществлялось в полиэтиленовых пакетах при комнатной температуре. Показано, что во всех случаях использования перезтерифицированного жира в количестве 3% повышались гидрофильные свойства мякиша (набухаемость) и снижалась его крошковатость по сравнению с контролем в большей степени, чем маргарин. Так через 96 ч. хранения батона из пшеничной муки гидрофильные свойства мякиша были выше на 33-43 %, крошковатость ниже на 31 % по сравнению с контролем рисунок 7.

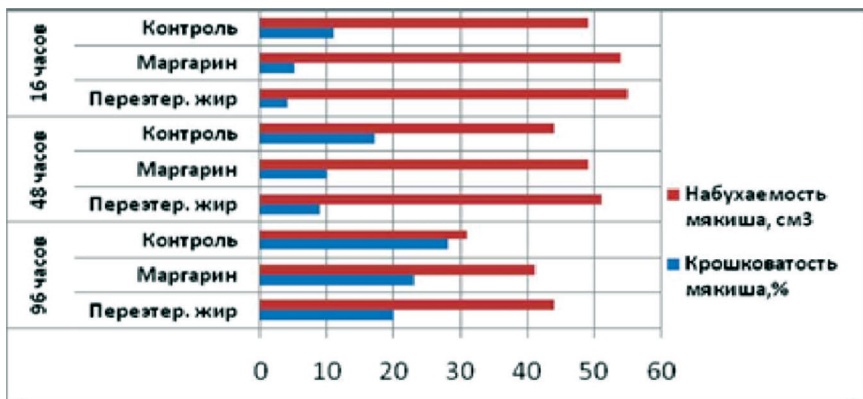


Рисунок 7 – Изменение реологических и гидрофильных свойств мякиша батона в процессе хранения в зависимости от вида вносимого жирового продукта

На основании исследований определено, что внесение жировых продуктов при приготовлении хлебобулочных изделий оказывает влияние на изменение свойств мякиша в процессе хранения (увеличива-

ются гидрофильные свойства мякиша, в меньшей степени изменяется сжимаемость и снижается его крошковатость), что свидетельствует о замедлении процесса черствения.

Выводы. Таким образом, методом математического моделирования оптимизировано оптимальное количество перезэтерифицированного жира 3% для приготовления теста. Установлено, что качество хлебулочных изделий с добавлением жировых продуктов улучшалось при всех способах тестоприготовления, по сравнению с контролем. Максимальный улучшающий эффект наблюдался при использовании перезэтерифицированного жира. Применение перезэтерифицированного жира оказывало положительное влияние на качество хлебулочных изделий, что говорит о целесообразности его использования. Установлено, что наилучшими физико-химическими показателями обладали пробы хлеба, приготовленные безопасным способом. Также определено, что внесение жировых продуктов при приготовлении хлебулочных изделий оказывало влияние на изменение свойств мякиша в процессе хранения (увеличивались гидрофильные свойства мякиша, в меньшей степени изменялась сжимаемость и снижалась его крошковатость), что свидетельствует о замедлении процесса черствения.

Список литературы

1 TP TC 024/2011 Технический регламент Таможенного союза "Технический регламент на масложировую продукцию".

2 *Zeitoun M.M., Neff W.E., List G.R. and Mounts T.L.* Physical Properties of Interesterified Fat Blends // *Ibid..* - № 70. - P. 467-471 (1993).

3 *Hurtova S., Schmidt S., Zemanovic J., Simon P. and Sekretar S.* Interesterification of Fat Blends with Alkali Catalysts // *Fett/Lipid* № 98. - P. 60-65 (1996).

4 *List G.R., Emken E.A., Kwolek W.F., Simpson T.D. and Dutton H.J.* "Zero Trans" Margarines: Preparation, Structure and Properties of Interesterified Soybean Oil-Soy Trisaturate Blends // *Journal Am. Oil Chem. Soc* № - 54. - P. 408-413 (1977).

5 *List G.R., Mounts T.L., Orthoefer F. and Neff W.E.* Margarine and Shortening Oils by Interesterification of Liquid and Trisaturated Triglycerides // *Ibid* № 72. - P. 379-382 (1995).

6 *Hamam F.* Enzymatic incorporation of selected long-chain fatty acids triolein // *F. Hamam, F. Shahidi / J. Am. Oil Chem. Soc.* - 2007. - Vol. 84, № 6. - P. 533-541.

Альдиева А.Б. - младший научный сотрудник, e-mail: Akylinaakmaral@mail.ru

Темирова И.Ж. - старший научный сотрудник, e-mail: indira_t85@mail.ru

Шаймерденов Ж.Н. - научный сотрудник, e-mail: shaimerdenov_82@mail.ru

Далабаев А.Б. - младший научный сотрудник, e-mail: dalabaev_askhat@mail.ru

Сакенова Б.А. - магистр, bagila73@mail.ru

Жунусова К.З. - кандидат химических наук, e-mail: Zhunusovakz@mail.ru

Муслимов Н.Ж. - доктор технических наук, директор АФ ТОО «КазНИИППП»

С.Т. Жұмахан¹, С. Қозықан¹

¹Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ЕШКІ СҮТІНЕН ЖҰМСАҚ ІРІМШІК АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ

Түйіндеме. Қазіргі уақытта әлемде балалар тағамы, емдік тағамдар өндірісінде, ірімшік өндіру кезінде сиыр сүтін ешкі сүтімен алмастыру үрдісі айқын байқалуда. Ешкі сүтінен өндірілген жұмсақ ірімшіктің артықшылығы сол, шикізаттың тиімді пайдаланылуы, дайын өнімнің тағамдық құндылығының және шығарылымының жоғары болуына негізделген. Мақалада ешкі сүтінен жұмсақ ірімшік өндірудің технологиялық процестері және өнімнің сапасына әсер ететін факторларға жүргізілген зерттеу нәтижелері келтірілген. Атап айтқанда, ешкі сүтінен жұмсақ ірімшік алудың технологиялық параметрлері, сүтті пастерлеу тәртібі, ірімшік массасын алуға жұмсалатын бактериялды ашытқы, мәйек ферменті және CaCl_2 -дың оңтайлы мөлшері зерттеліп, ақуыздық ұйытындының физикалық-коллоидты қасиетін жақсартатын, өңдеу кезінде құрғақ заттың шығымын кемітіп, дайын ірімшіктің шығарылымын жоғарылататын фермент пен ашытқының тиімді концентрациясы анықталды және олардың өнімнің сапасына әсері туралы мәліметтер берілді.

Түйінді сөздер: ешкі сүті, ірімшік, ашытқы, мәйекті фермент, CaCl_2 .

•••

Аннотация. В данное время в мире четко проявляется тенденция по замене коровьего молока козьим, особенно при производстве сыров, детского и лечебного питания. Преимуществом мягкого сыра из козьего молока является более эффективное использование сырья, высокая пищевая ценность продукта, а также высокий выход готового продукта. В статье представлены технологические процессы производства мягкого сыра из козьего молока и результаты исследований факторов, влияющих на качество продукции. В частности, были изучены технологические параметры получения мягкого сыра из козьего молока, порядок пастеризации молока, бактериальные дрожжи, расходуемые на получение сырной массы, оптимальное количество сычужного фермента и хлористого кальция, даны сведения о их влиянии на выход и качество продукции.

Ключевые слова: козье молоко, сыр, дрожжи, сычужный фермент, CaCl_2 .

• • •

Abstract. Recently, there has been an emerging tendency to replace cow's milk with goat milk, especially in the production of cheese, baby and medical nutrition. The advantage of soft goat cheese is a more efficient use of raw materials, high nutritional value of the product, as well as a high yield of the finished product. This article presents the technological processes of production of soft cheese from goat's milk and the results of research on factors that affect the quality of products. In particular, the technological parameters of obtaining soft cheese from goat's milk, the order of pasteurization of milk, bacterial yeast consumed to obtain cheese mass, the optimal amount of rennet and calcium chloride were studied, and information was given about their impact on the yield and quality of products.

Key words: goat milk, cheese, yeast, rennet, CaCl_2 .

Кіріспе. Ірімшік – сүт құрамындағы ақуызды коагуляциялау арқылы алынған ұйытынды массасын өңдеу және оның пісіп-жетілуі нәтижесінде алынатын тағамдық өнім. Пісіп-жетілу кезінде ірімшіктің барлық құрамдас бөліктері терең өзгеріске ұшырайды, нәтижесінде өнімде ароматтық және дәмдік заттар жиналады, ірімшікке тән консистенция мен суреттер пайда болады. Тағамдық және энергетикалық құндылығы жағынан ірімшік барлық сүт өнімдері ішінен бірінші орынды алады. Ірімшіктің тағамдық құндылығы, оның құрамындағы ақуыз бен майдың мөлшеріне байланысты, 100 г толық майлы ірімшікте 28-30 г ақуыз, 32-33 г май бар. Ақуыз және май мөлшерінің көп болуына байланысты энергетикалық құндылығы жоғары және 100 г өнімде 200...400 ккал құрайды [1].

Сиыр сүтімен салыстырғанда, ешкі сүтінен өндірілген ірімшіктер арнайы иісі және өткір дәмімен, нәзік консистенциясымен ерекшеленеді. Ешкі сүтінен өндірілген ірімшіктер протеин, фосфор, ретинол және В2 дәруменіне бай. Құрамындағы ақуыз, кальций, цинк және дәрумендер мөлшері бойынша сиыр сүтінен өндірілген ірімшікпен бірдей болып келеді. Ешкі сүтінен өндірілген ірімшіктің пайдасы: ағзаға жеңіл сіңіріледі, құрамындағы көп мөлшердегі пайдалы бактериялар асқазан-ішек жолдарының жұмысын және зат алмасуды ретке келтіруге көмектеседі, сондай-ақ сиыр сүтінен жасалған өнімдерге аллергиясы бар адамдарға, ешкі сүтінен өндірілген ірімшік таптырмас ем. Себебі гипоаллергенді болып табылады. Сондай-ақ, ешкі сүтінен өндірілген жоғары технологиялы тағам өнімдерінің (ірімшік, ақуыздық өнімдер т.б.) адамның рационалды, толық және

дұрыс тамақтануына әсері зор болып табылады [2,3]. Ірімшік өндірісі кезінде сүт ақуыздарының бактериялды ашытқылармен және мәйек ферментімен ұюы маңызды процестердің бірі болып табылады. Гель түзілу процесінің ұзақтығы және түзілген ұйытындының сапасы сүттің, бактериялық ашытқылардың, мәйек ферментінің құрамы мен қасиеттеріне, сүттің қышқылдығына, ұю температурасына, кальций хлорының мөлшеріне, сүтті пастерлеу тәртіптеріне байланысты болады [4].

Зерттеудің ғылыми жаңалығы. Ғылыми жұмыста ешкі сүтінен өндірілген ірімшіктің технологиялық параметрлері ұсынылды. Зерттеу жүргізу барысында енгізілетін ашытқы мен мәйекті ферменттің, кальций тұзының тиімді мөлшері анықталды. Дайын ірімшіктің сапалық көрсеткіштері зерттелді.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Зерттеу объектілері ретінде: ешкі сүті (МЕМСТ 32940-2014), «Danisco» ашытқысы, «ВИВО-АКТИВ» ферменті (МЕМСТ 52688) және CaCl_2 пайдаланылды. Сүт пен дайын өнімнің сапалық көрсеткіштерін анықтағанда келесі әдістер қолданылды: органолептикалық көрсеткіштерін МЕМСТ 5678-93, май мөлшерін МЕМСТ 5867-90, ылғал және құрғақ заттардың мөлшерін МЕМСТ 3626-73, ақуыздың массалық үлесін МЕМСТ 25179-90, тығыздығын МЕМСТ 5867-93, титрлік қышқылдығын МЕМСТ 3624-92.

Зерттеу нәтижелерін талдау. Ешкі сүтінен жұмсақ ірімшік өндірудің технологиялық процестері негізінен мына операциялардан тұрады: сүтті қабылдау және дайындау; пастерлеу ($72-74^\circ\text{C}$, 15-20 сек); салқындату (10 ± 2); сүтті жетілдіру; ($32\pm 2^\circ\text{C}$) ұйыту; сарысуды бөлу; қалыптау және пресстеу (12 сағ.); тұздау (30-40 мин.); жетілдіру; сақтау ($2-4^\circ\text{C}$, 80-85%).

Ешкі сүтінен жұмсақ ірімшікті өндіру процесінде түзілетін ұйытынды массасының шығымы, ұйытындының сапасы және ұйытындының одан әрі өңдеуге жарамдылығы, сүттің қышқылдығына, пастерлеудің температуралық режимдері, ұйытатын фермент, ашытқы және енгізілетін хлорлы кальцийдің мөлшері сияқты бірқатар факторларға байланысты. Сүтті пастерлеу температурасының жоғары болуы, фосфор, кальций тұздары мен казеиннің фосфаттық кешені арасындағы тепе-теңдіктің бұзылуына, казеиннің дисперстік дәрежесінің өзгеруіне, еритін кальций тұздарының ерімейтін жағдайға көшуіне, жалпы сүттің мәйекті ферментпен ұйыту қабілетінің нашарлауына әкеп соқтыратыны белгілі.

Сондықтан сүт ақуызының тұнбаға түсу қасиетін қалпына

келтіретін технологиялық тәсілді – сүтті жетілдіру (қышқылдығын арттыру) процесі қолданылды. Ешкі сүтінің қышқылдығын 0,1% мөлшерде ашытқы қосып, $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ температурада 16 сағат, титрлік қышқылдығы 23°T дейін арттырылды. Сүттің қышқылдығы артқан сайын мәйекті ферментпен ұюы жақсарып, ұйытындының түзілу уақыты соғұрлым қысқарды. Сүтті пастерлеу үшін $63-65^{\circ}\text{C}$ та 30 мин, $72-74^{\circ}\text{C}$ та 15 сек. және $80-85^{\circ}\text{C}$ та лезде пастерлеу режидері таңдап алынды.

1-кесте. Ешкі сүтін пастерлеу температурасының мәйекті ұю процесіне әсері

Көрсеткіш	Пастерлеу режимдері, $^{\circ}\text{C}$		
	63-65 $^{\circ}\text{C}$	72-74 $^{\circ}\text{C}$	80-85 $^{\circ}\text{C}$
Ұю ұзақтығы, сағ.	8	10	12
Синеретикалық қасиеті, мл	30,6	27,5	24,6
Сарысудағы құрғақ заттың массалық үлесі, %	5,04	5,35	6,60

1-кестеде көрсетілген көрсеткіштер бойынша, ешкі сүтін пастерлеу режимінің жоғарылауына байланысты, ұйытындының ұю ұзақтығы да артты. Таңдап алынған режимдердің ішінде $72-74^{\circ}\text{C}$ температурада түзілген ұйытындының тығыздығы және синеретикалық қасиетімен ерекшеленді. Температураның жоғарылауымен сарысудағы құрғақ заттың мөлшері артатындығы да байқалды. Мәйекті ұюдың ұзақтығын, синеретикалық қасиетін және сарысудағы құрғақ заттың массалық үлесін зерттеу арқылы $72-74^{\circ}\text{C}$ температурада пастерлеу тиімді режим ретінде таңдалды. Жұмсақ ірімшік өндірудің технологиялық параметрлеріне зерттеу жүргізу барысында енгізілетін ашытқы мен мәйекті ферменттердің тиімді мөлшері анықталды. Зерттеу (32 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ температурада жүргізілді, ұйытындының түзілу ұзақтығы – 8-14 сағ. құрады.

2-кесте. Ірімшік массасының сапасына қосымша шикізат мөлшерінің әсері

Үлгі №	Ашытқы, %	Фермент, г/100 кг	Са тұзы, г/100 кг	Ұйытын- ды тұзу ұзақтығы, сағ.	Ірімшік массасының органолептикалық көрсеткіштері
1	1	4	-	14	Консистенциясы жұмсақ, әлсіз ұйытынды түзілді.
2	2	6	15	12	Консистенциясы тығыз, кесіндісінде ақуыз үлпектері жоқ, сарысуы жақсы бөлінген, ірімшік дәндері оңай кесіледі.
3	3	8	30	10	Консистенциясы жеткілікті тығыз, кесінді суреті дұрыс, сарысуы толық бөлінген, ірімшік дәндері жақсы кесіледі
4	4	10	45	8	Консистенциясы жеткілікті тығыз, кесіндісінде ақуыз үлпектері жоқ, сарысуы толық бөлінген, ірімшік дәндері қиын кесіледі.

2-кестеде келтірілген мәліметтерден, пастерленген сүтке қосылған ашытқы, фермент және хлорлы кальцийдің мөлшеріне байланысты 8-14 сағ. аралығында ірімшік массасы түзілетіндігі анықталды. Зерттеулер нәтижесі бойынша, №3 үлгінің органолептикалық көрсеткіштері талапқа сай болды. Жүргізілген зерттеу нәтижелеріне сәйкес, дайын болған жұмсақ ірімшіктің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері зерттелді (3-кесте).

3–кесте. Дайын өнімнің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	№ 1 үлгі	№ 2 үлгі	№3 үлгі	№ 4 үлгі
Органолептикалық көрсеткіштері	Беті тегіс емес, консистенциясы-үгілгіш, тығыз емес, дәмi-таза, сүтқышқылды, пастеризация иісі сезіледі, дұрыс емес формадағы көзшелер кездеседі.	Беті тегіс, консистенциясы-тығыз, жұмсақ, дәмi-таза, дәмді, аздап қышқыл, пастеризация иісі сезіледі, суреті-жоқ, түсі-ақ, ірімшікті кескенде сары дақтар кездеспейді.	Беті тегіс, консистенциясы-қатты тығыз, дәмi-таза, қатты қышқыл, пастеризация иісі сезіледі, суреті-жоқ, түсі-ақ, ірімшікті кескенде сары дақтар кездеспейді.	Беті тегіс, консистенциясы-аздап үгілгіш, дәмi-таза, қышқыл, суреті – жоқ, түсі-ақ, кескенде сары дақтар кездеспейді.
Май, % кем емес	41	40	39,5	38
Ылғалдылығы, % көп емес	73	68,0	62,5	60,0
Тұздың мөлшері, % көп емес	2,0	2,0	2,0	2,0
Сақтау ұзақтығы, күн	10	10	10	10

3-кестеде дайын өнімнің органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштері анықталды. 4 үлгінің ішінде органолептикалық, физика-химиялық көрсеткіш бойынша № 3 үлгі сай екендігі анықталды.

Қорытынды. Ешкі сүтінен жұмсақ ірімшікті өндіру процесінде түзілетін ұйытындының сапасы және одан әрі өңдеуге жарамды болуы, дайын өнімнің шығымының жоғары болуы үшін бірнеше факторлар қарастырылды. Пастерлеу режимдерінің ұю процесіне әсері зерттеліп, таңдап алынған режимдердің ішінде 72-74°C 15-20 секунд пастерлеу тиімді болып саналды. Сүттің мәйекті ұю ұзақтығы

пастерлеу режимінде 10 сағатты құрады, синеретикалық қасиеті – 27,5 мл, сарысудағы құрғақ заттың массалық үлесі – 5,35 % құрады. Жұмсақ ірімшік өндірудің технологиялық параметрлеріне зерттеу жүргізу барысында енгізілетін ашытқы мен мәйекті ферменттердің, кальций тұзының тиімді мөлшері анықталды. 4 үлгі алынды, ішінен № 3 үлгінің (3:8:30) органолептикалық көрсеткіштері талапқа сай болды, үю ұзақтығы 10 сағатты құрады.

Дайын жұмсақ ірімшіктердің органолептикалық, физика-химиялық көрсеткіштері зерттелді. Зерттеу нәтижесі бойынша, № 3 үлгі сай екендігі анықталды, физика-химиялық көрсеткіштері бойынша май мөлшері – 39,5 %, ылғалдылығы – 62,5%, тұздың мөлшері – 2,0% болатын, органолептикалық қасиеті бойынша ешбір ірімшік ақауынсыз, нормативтік құжаттарға толығымен сай ешкі сүтінен жұмсақ ірімшік үлгісі таңдалды.

Әдебиеттер

1 *Диханбаева Ф.Т.* «Сүт және сүт өнімдері технологиясы: оқу құралы» - Алматы, 2006. – 100б.

2 *Қозықанқызы С.*, Сүт қоректілер сүттерінің құрамы және физиологиялық құндылығы, «Салауатты өмір салтын қалыптастырудың, аурудың алдын алудың және денсаулықты нығайтудың өзекті мәселелері», №1, 2012 ж.

3 *Мұхтарханова Р.Б.* «Сыр технологиясы: оқу құралы» -Алматы: АТУ, 2009. – 77б.

4 *Ермилова Н.* «Козье молоко, козий сыр и козья шерсть. М.: Издательство: -АСТ. Серия: Академия здоровья и удачи, 2010. – 250с.

Жұмахан С.Т., магистранты, e-mail: zh_sulu@mail.ru

Қозықан С., техника ғылымдарының кандидаты, e-mail: sabira.713@mail.ru

*Т.М. Коптлеуова¹, Ж.Т. Ботбаева¹, А.О. Байкенов¹,
А.Е. Жанайдарова¹, Н.Ж.Муслимов¹, К.А.Елеукенова²*

¹Казахский научно-исследовательский институт пищевой
и перерабатывающей промышленности, Астанинский филиал,
г. Нур-Султан, Казахстан

²Национальный центр государственной научно-технической экспертизы,
г. Алматы, Казахстан

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КРУПНОСТИ ПОМОЛА НА ВОДОПОГЛОТИТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ БЕЗГЛЮТЕНОВОЙ МУКИ

Аннотация. Проблема обеспечения больных целиакией безглютеновой продукцией имеет выраженное социальное значение и относится к категориям глобальных, играющих существенную роль в обеспечении качества жизни населения страны. В статье проведен сравнительный анализ выхода муки, при проведении лабораторных помолов для цельносмолотой безглютеновой муки с разной крупностью, анализ качественных характеристик и химических свойств образцов безглютеновой муки и рассмотрена возможность их использования как сырья для производства безглютенового кекса. В результате исследований установлена взаимосвязь крупности муки и водопоглотительной способности, определена оптимальная крупность помола со средним размером частиц (проход сита Ø1 мм).

Ключевые слова: глютен, безглютеновая мука, крупность помола, водопоглотительность.

• • •

Түйіндеме. Целиакия ауруы бар науқастарды глютенсіз өнімдермен қамтамасыз ету мәселесі белгілі элеуметтік мәнге ие және еліміздің халқының өмір сүру сапасын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқаратын ғаламдық категорияларға жатады. Мақалада әр түрлі мөлшердегі глютенсіз глютенді ұнды зертханалық ұнтақтау кезіндегі ұнның өнімділігіне салыстырмалы талдау жасалады, глютенсіз ұнның сынамаларының сапалық сипаттамалары мен химиялық қасиеттері талданады және оларды глютенсіз тортты өндіру үшін шикізат ретінде пайдалану мүмкіндігі қарастырылады. Зерттеулер нәтижесінде ұнның мөлшері мен судың сіңіру қабілеттілігі арасындағы байланыс анықталады, ұнды орташа мөлшерімен ұнтақтаудың оңтайлы мөлшері анықталды (Ø1 мм електен өту).

Түйінді сөздер: глютен, глютенсіз ұн, ұнның ұнтақтығы, су сіңіру.

• • •

Abstract. The problem of providing patients suffering from celiac disease with gluten-free products has a pronounced social significance and belongs to the global categories that play a significant role in ensuring the quality of life of the country's population. The article provides a comparative analysis of the yield of flour during laboratory grinding for whole-gluten-free gluten flour with different sizes, analyzes the qualitative characteristics and chemical properties of samples of gluten-free flour and considers the possibility of their use as raw materials for the production of gluten-free raisin cakes. As a result of studies, the relationship between the size of flour and water absorption capacity was established, the optimal grinding size was determined with the average particle size (sieve passage Ø1 mm).

Key words: gluten, gluten free flour, grinding fineness, water absorption.

Введение. Проблемы диетического питания приобретают в настоящее время все большую актуальность, учитывая рост аллергических и наследственных заболеваний. Одним из таких заболеваний, требующих коррекции питания, является целиакия – хроническое аутоиммунное заболевание, поражающее тонкую кишку генетически предрасположенных (HLA DQ2 и HLA DQ8 генотипов) пациентов в ответ на контакт с токсичным для них белком злаков - глютеном.

В мире существуют различные технологии производства безглютеновой продукции, но принципиальным отличием каждой технологии является различная рецептура продуктов и качество применяемого сырья. В технологии безглютеновых хлебобулочных изделий важное место занимают пищевые волокна, которые содержатся в зерновых культурах, овощах, фруктах [1].

В связи с внедрением безотходных технологий встаёт вопрос о более рациональном использовании зерновых ресурсов, особенно для производства специализированной продукции, в том числе безглютеновой, поэтому особое значение уделяется помолу зерновых и масличных культур, чтобы обеспечить сбалансированный рацион больных целиакией и исключить потерю продукции при переработке. Наиболее ценной в питательном отношении является цельносмолотая мука, в которой содержится весь набор питательных элементов зерна. Кроме того, за счет измельченных оболочек зерна в ней присутствуют волокнистые вещества, способствующие выведению из пищеварительного тракта различных шлаков и улучшающие физиологические функции кишечника. Цельносмолотую муку получают одноразовым помолом, т.е. измельченную и не про-

сеянную через наборы сит с целью отделения оболочек и более крупных частиц. Простота помола: они довольно крупные, от 0,5 мм до 1,5-2,0 мм [2].

Крупность помола влияет на водопоглотительную способность, скорость образования теста и, следовательно, на его консистенцию. Чем крупнее частицы муки, тем с меньшей скоростью происходит процесс образования теста, что связано со снижением скорости проникновения воды внутрь белка. Водопоглотительная способность характеризует способность рецептурных компонентов связывать и удерживать влагу в процессе технологической обработки. Это свойство позволяет прогнозировать соотношение компонентов рецептуры для обеспечения необходимых водоудерживающих и реологических свойств пищевых систем, формирования однородной консистенции, выхода, снижения потерь и брака при технологической обработке. Обычно водопоглотительная способность муки является желательной, т.к. благодаря этому свойству увеличивается выход готовых изделий. В этой связи, при разработке технологии производства безглютеновой продукции важно учитывать данные показатели и их взаимосвязь [3].

В мире существуют различные технологии производства безглютеновой продукции, но принципиальным отличием каждой технологий является различная рецептура продуктов и качество применяемого сырья.

Методы исследования. Объекты исследований – мука кукурузная, мука гречневая, мука рисовая, мука пшеничная, 1 проба кекса. Качественные характеристики безглютеновой муки оценены в соответствии со стандартами: мука гречневая, рисовая, просяная - ГОСТ 31645-2012; мука кукурузная - ГОСТ 14176-69; мука льняная - СТО 68311059-005-2011. Водопоглотительная способность муки определена по автору [4]. Пробную лабораторную выпечку кекса «Столичный» проводили согласно [5,6]. Дегустационную оценку безглютеновых изделий сухих смесей для каш быстрого приготовления проводили в соответствии с методикой [7- 9]. Оценка качества кексов по ГОСТ 15052-2014.

Результаты исследования. Согласно [3] для получения безглютеновой муки был выбран цельносмолотый помол. С целью выбора оптимальной крупности помола цельносмолотой муки определяли выход муки, ее водопоглотительную способность и проводили пробную лабораторную выпечку, результаты представлены на рисунках 1, 2.

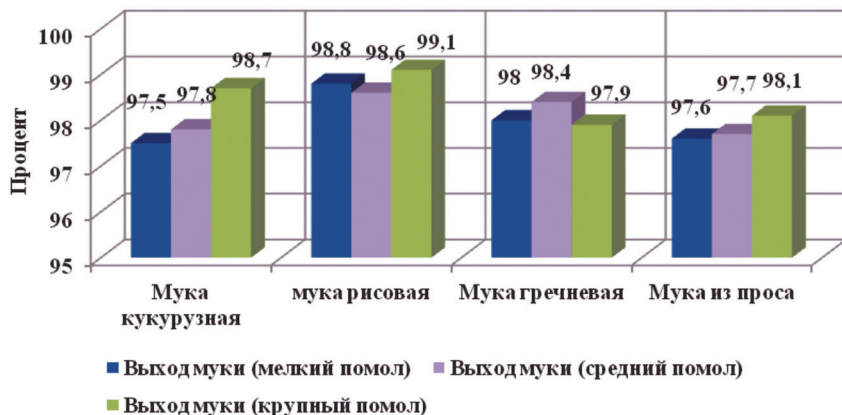


Рисунок 1 – Выход муки из зерновых культур при получении цельносмолотой муки с разной крупностью

Из рисунка 1 видно, выход при разной крупности помола, практически, одинаков и составляет 97,5% - 97,8% - 98,7% для муки кукурузной; 98,7% - 98,6% - 99,1% для муки из риса; 98,0% - 98,4% - 97,9% для муки из гречихи; 97,6% - 97,7% - 98,1% для муки из проса.

Сравнительный анализ выхода муки, при проведении лабораторных помолов для цельносмолотой безглютеновой муки с разной крупностью показал, что выход муки несколько ниже при мелком помоле, при среднем и крупном помоле, практически, на одном уровне (рисунок 1). Проведена оценка органолептических и физико-химических характеристик полученных безглютеновых видов муки в соответствии с нормативными документами. Анализ результатов исследований органолептических и физико-химических показателей полученной муки из зерновых культур, в таблице 1, демонстрирует их соответствие требованиям нормативной документации, предъявляемым ко всем видам безглютеновой муки, которая может быть использована при приготовлении мучных кондитерских смесей, в том числе для выпечки кексов или печенья.

На рисунке 2 показана водопоглотительная способность муки из зерновых культур в сравнении с пшеничной мукой с разной крупностью помола. Определено (рисунок 2), что наибольшей ВПС по сравнению с пшеничной мукой обладают гречневая мука и мука из пшена, в среднем, в 1,6 раза, ВПС муки кукурузной и муки рисовой незначительно отличаются от ВПС пшеничной муки.

Таблица 1 – Органолептические и физико-химические показатели безглютеновой муки

Показатель / вид муки	Кукурузная мука (ГОСТ 14176-69)	Рисовая мука (ГОСТ 31645-2012)	Гречневая мука (ГОСТ 31645-2012)	Просяная мука (ГОСТ 31645-2012)
Цвет	Желтый	Белый	Кремовый	Белый с желтоватым оттенком
Запах	Запах кукурузной муки, без посторонних запахов	Явно выраженный запах свежей рисовой муки, без посторонних запахов	Запах гречневой муки, без посторонних запахов	Запах пшеничной муки, без посторонних запахов
Вкус	Свойственный кукурузной муке, без посторонних привкусов, не прогорклый	Нейтральный, без посторонних привкусов	Свойственный гречневой муке, не кислый, не горький без посторонних привкусов	Свойственный пшеничной муке, не кислый, не горький, без посторонних привкусов
Наличие минеральной примеси	При разжевывании муки хруста не ощущается	При разжевывании муки хруста не ощущается	При разжевывании муки хруста не ощущается	При разжевывании муки хруста не ощущается
Зараженность вредителями	Не обнаружена	Не обнаружена	Не обнаружена	Не обнаружена
Массовая доля влаги, %, не более	9,8	11,7	9,3	11,9
Содержание протеина, %	7,2	5,7	15,6	10,7
Зольность, %, не более	0,9	1,2	2,8	2,2
Содержание жира, %	2,1	1,2	4,8	3,3
Содержание клетчатки, %	3,9	3,5	7,6	8,5
Содержание крахмала, %	64,6	69,8	59,7	64,7
Кислотность, градусы, не более	0,8	0,4	1,6	0,8

Исследования показали, что мука мелкого помола имеет несколько выше водопоглотительную способность в сравнении с мукой среднего и крупного помола, в среднем на 1,2%, т.е. при выборе муки для выпечки, расчет рецептур необходимо проводить с учетом ВПС.

Для установления влияния крупности помола на свойства ко-

нечного продукта – кексов, таких как пористость и объем, проведены пробные лабораторные выпечки кексов из гречневой муки, кукурузной муки и крахмала в соотношении 20:50:30 с разной крупностью помола: образец №1 (мелкий помол); образец №2 (средний помол); образец №3 (крупный помол) (рисунок 2).

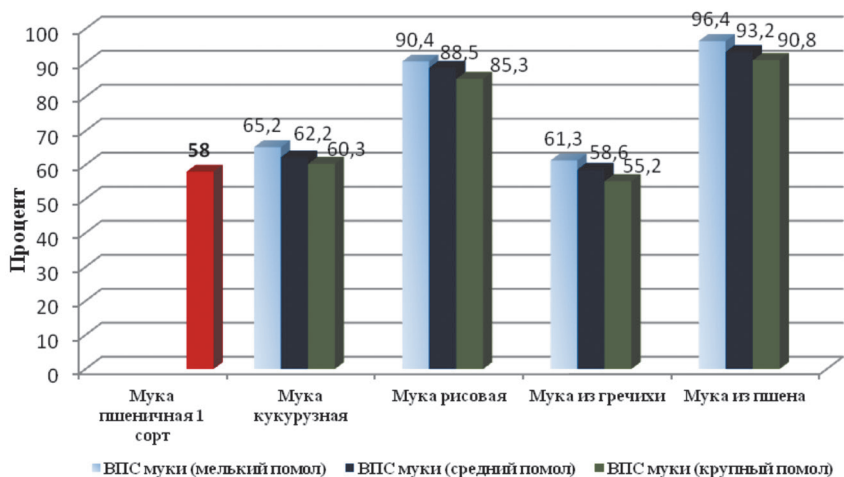
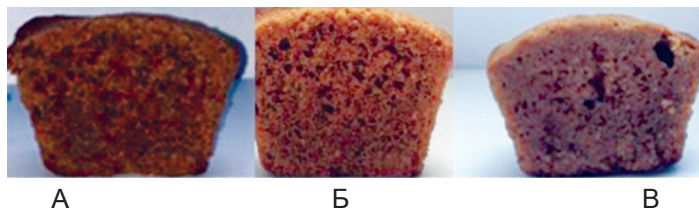


Рисунок 2 – Сравнительный анализ водопоглотительной способности безглютеновой муки с разной крупностью помола



А - Образец №1; Б - Образец №2; В - Образец №3

Рисунок 3 – Внешний вид кексов из безглютеновой муки с разной крупностью помола

Исследования показали, что образец №1, имеет более мелкую равномерную пористость; объем кекса составил 26,7 см³, образец №2 с более крупной, равномерной пористостью, объем кекса – 27,1 см³, в образце №3 пористость крупная, толстостенная, неравномерная, встречались частицы грубые, которые не впитали жидкость, объем кекса – 25,2 см³ (рисунок 3).

Выводы. Проведенные экспериментальные исследования по получению цельносмолотой муки из данных зерновых культур, на основании изучения взаимосвязи крупности муки и водопоглотительной способности определена оптимальная крупность помола со средним размером частиц (проход сита Ø1 мм), что обеспечит, в дальнейшем, эффективность производства безглютеновой муки, т.к. получение муки тонкого помола требует дополнительных энергетических затрат, что отразится на себестоимости конечного продукта. На основании теоретических и экспериментальных исследований определены культуры, которые могут быть использованы для производства безглютеновых изделий: кукуруза, рис, гречиха, просо.

Список литературы

1 Ковзн С., Ковзн С., Янг Л. Дополнительные рекомендации хлебопекам и кондитерам // Еще 151 вопрос и ответ / пер. с англ. О.П. Четвериковой. - Санкт-Петербург: Профессия, 2011. - 246 с.

2 URL:<https://miveoli.ru/st/celnozernovaya-muka-osobennosti-raznovidnosti-polza-protivopokazaniya>.

3 Дмитриева Е.В. Разработка и оценка качества мучных кондитерских изделий с использованием продуктов переработки семян масличных культур: дис. канд. техн. наук: 05.18.15: защищена 18.12.2009 / Е.В. Дмитриева – Кемерово, 2009. –141с. – Инв. № 04200960698.

4 Zobel H.F. Starch Crystal Transformations and Their industrial Importance / Zobel H.F. // Starch/Starke. – 1988. – Vol. 40. – № 1. – P. 1–7.

5 Корячкина С.Я., Березина Н.А., Хмельёва Е.В. Методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. // Методы исследования свойств растительного сырья: учебно – методическое пособие для высшего профессионального образования / Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК». – 2011. – С. 297.

6 Павлов А.В. «Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания» // СПб: Гидрометеиздат. – 1998. - 264с.

7 Покровский А.В. Краткий обзор современных международных методов органолептического анализа / М.: Издательский комплекс МГУПП, 2002. – С. 27.

8 Родина Т.Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров / Москва, 2004. – С. 202.

9 Родина Т.Г. Дегустационный анализ продуктов / М.: Колос, 2004. – С. 345.

Коптлеуова Т.М., магистрант, e-mail: tolkin1970@mail.ru

Ботбаева Ж.Т., кандидат биологических наук, e-mail: zhanar.b.t@mail.ru

Байкенов А.О., магистр, e-mail: alibek_89_89@mail.ru

Жанайдарова А.Е., бакалавр, e-mail: aidana.zhan96@mail.ru

Муслимов Н.Ж., доктор технических наук, e-mail: n.muslimov@inbox.ru

Елеукенова К.А., кандидат технических наук, e-mail: kamarsulu70@mail.ru

СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

МРНТИ 68.37.13, 87.27.05

*Г.М. Изтлеуов¹, А.Ж. Дайрабаева¹, К.К.Жаксыбек¹,
Н.К.Жорабаева¹, А.А. Абдуова¹*

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

ВЫЯВЛЕНИЕ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА В ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ТОМАТАХ

Аннотация. В результате проведенных обследований было выявлено, что основными вредителями оказались - южноамериканская томатная моль (ЮТМ) - имеющая статус карантинного объекта, которая получила повсеместное распространение, кминующая муха и тепличная белокрылка. В меньшей степени - малая наземная совка, табачный трипс, обыкновенный паутинный и ржавые клещи. Определение наличия пестицидов проводили в теплице общей площадью 1000 м², культурооборот - томат, сорт Мерлис F1, субстрат - минеральноватные ваты. Борьбу против вредителей проводили химическим методом: против южноамериканской томатной моли и наземной совки использовали Кораген (д.в. хлорантранилипрол), против ржавого клеща и белокрылки использовали Оберон(д.в. спиromезифен). Гибель вредителей- ржавого клеща при обработке Обероном - 0,05% составила - 75%, гибель тепличной белокрылки 85%. Гибель вредителей наземной совки на 7 день после обработки Корагеном составила 70%, южноамериканской томатной моли 80%.

Ключевые слова: томаты, вредители, теплица, томатная моль, кораген, оберон

• • •

Түйіндеме. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде кең таралған карантиндік объект ретінде танылған Оңтүстік Американың томат көбелегі (УМТ), қара шыбын мен жылыжайдың аққанатты көбелегінің негізгі зиянкестер екені анықталды. Жер көбелегі, сарғыш трипс, кәдімгі өрмек кенесі мен сары кенелер аз дәрежелі зиянкестер қатарына кірді. Жалпы аумағы 1000 м² болатын жылыжайдағы пестицидтердің бар-жоғын анықтадық, мәдени өсімдік ретінде – Мерлис F1 сортты қызанақ, субстрат ретінде минералды төсеніштер қолданылды. Зиянкестерге қарсы химиялық әдісті қолдандық: Оңтүстік Американың томат көбелегі мен жер көбелегіне қарсы кораген (АЕ chlorantraniliprol), сары кене мен аққанатты көбелекке оберонды (АЕ spiromesifen) қолдандық. 0,05% оберонды сары кенеге қарсы қолданғанда 75%-ға дейін жойылса,

аққанатты жылыжай көбелектердің 85%-ы жойылған. Жер көбелегінің 70%-ы, Американың томат көбелегінің 80 %-ы қорагенмен емдегеннен кейін жетінші күні жойылды.

Түйінді сөздер: қызанақ, зиянкестер, жылыжай, қызанақ көбелегі, қораген, оберон.

• • •

Abstract. As a result of the surveys, it was The surveys revealed that the main pests were the South American tomato moth (UMT), which has the status of a quarantine object, which has received widespread distribution, a the mincing fly and a the greenhouse whitefly. To a lesser extent - a small land scoop, tobacco thrips, ordinary spider webs the red spider mite and rusty mites the *Aculus schlechtendali*. Detection of pesticides was carried out in a greenhouse with a total area of 1000 m², cultivation - tomato, cultivar Merlis F1, substrate - mineral wool. Pest control was carried out by the chemical method: coragen (d.v. chlorantraniliprol) was used against South American tomato moths and ground moths, and Oberon (d.v. spiromesifen) was used against the *Aculus schlechtendali* and whiteflies. The death of a pest-rust mite when treated with 0.05% solution Oberon was 75%, the death of the greenhouse whitefly was 85%. The death of a groundworm pest on the 7th day after treatment with Coragen was 70%, and that of a the South American tomato moth was 80%.

Keywords: tomatoes, pests, greenhouse, tomato moth, coragen, Oberon

Введение. По возделыванию томатов в закрытом грунте Туркестанская область находится на первом месте по стране. Общая площадь теплиц в области - 988,2 га. Интенсификация сельского хозяйства во всем мире, в том числе и на территории Казахстана в настоящее время стала чрезвычайно актуальной экономической. В решении этой задачи проблема защиты сельскохозяйственных культур и урожая от вредителей играет важную роль.

Основными зонами промышленного и потребительского овощеводства в Казахстане являются Туркестанская, Алматинская и Жамбылская области. В южном регионе Казахстана овощные культуры выращиваются на площади 94,3 тыс. га, что составляет 67,8% всех площадей, занятых овощными культурами в целом по республике. Туркестанская область обеспечивает томатами не только юг страны, но и всю страну. Это связано с тем, что область обладает самыми благоприятными почвенно-климатическими условиями для выращивания томатов. В структуре посевных площадей овощных культур во

всех категориях хозяйств региона преобладают томаты – 20 тыс. га, или 21,2% [4]. К сожалению сегодня, урожайность томатов не обеспечивает полное удовлетворение потребностей населения регионов и вывоз продукции в северные области. В связи с этим поставка томатов в страну осуществляется из соседних государств.

Одной из причин низкого урожая томатов является поражение культуры широким кругом вредителей – бахчевой тли, ржавым и паутинным клещём, совкой, белокрылкой, трипсами, минерами. В последние несколько лет томаты не щадит и опасный карантинный вредитель – южноамериканская томатная моль, которая на юге страны на сегодняшний день получила повсеместное распространение. По данным ООН, ежегодные мировые потери урожая сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков составляют более 30%. В настоящее время борьба с вредителями складывается в основном из агротехнических, биологических и химических приемов. Однако агротехническими приемами часто не удается подавить массовое размножение вредителей или вспышек болезней [1].

По официальным данным ФАО, потенциальные потери урожая от болезней, вредителей растений ежегодно в мире составляют 75 млрд. долл., или 34,9% урожая, в том числе от вредителей 13,8%, болезней –11,6%, сорняков – 9,5%. Своевременное и эффективное проведение защитных мероприятий позволяет в среднем сохранить с каждого гектара по 2–3 ц зерна, не менее 5 ц риса, не менее 15 ц картофеля, овощей, сахарной свеклы, плодов и винограда [1,2]. Задачей не менее важной, чем обеспечение высокой урожайности сельскохозяйственных культур, является задача сохранения урожая, в частности защита его от вредителей, сокращение до минимума потерь при транспортировке и хранении продуктов сельского хозяйства. Некоторые данные характеризующие мировые потери по отдельным культурам только от действия сельскохозяйственных вредителей, приведены в таблице 1.

Цель работы. Выявление вредителей закрытого грунта в Туркестанской области на томатах

Методы исследований. Для своевременного выявления вредителей в теплице регулярно проводили осмотр растений. Мониторинг строился из двух составляющих, наблюдение и регистрация. Так же вывешивали различные феромонные и цветные клеевые ловушки. Ловушки устанавливали из расчета 40 штук на 1 га. В течение двух недель отслеживали улавливаемость вредителей. В 2019 г. был про-

веден мониторинг теплиц г. Шымкент, которые возделывают томаты. Обследования провели в 10 теплицах. В теплицах проводили учеты заселенности растений вредителями, а так же для отлова вредителей использовали феромоновые ловушки (рисунок 1).



Рисунок 1 – Мониторинг теплицы

Основные результаты.

Полученные в ходе учетов данные записывали в специальную форму, где описывается фаза развития растений, номер учетной площадки и встречаемость основных вредителей (паутинный клещ, тепличная белокрылка, тля, минирующая муха и трипс) на растениях (таблица 1).

Таблица 1 – Видовой состав основных вредителей при обследовании тепличных хозяйств, 2019 г.

Вредители	Степень заселения вредителями теплиц на томатах
Южноамериканская томатная моль (<i>Tutaabsoluta</i>)	+++
Минирующая муха (<i>Liriomyzasolani</i>)	+++
Малая наземная совка (<i>Spodopteraexigua</i> Hubner, 1808)	+
Обыкновенный паутинный клещ (<i>Tetranychusurticae</i>)	+
Ржавый клещ (<i>Aculopsfycopesxici</i>)	+
Тепличная белокрылка (<i>Trialeurodesvaporariorum</i>)	+++
Табачный трипс (<i>Thripstabaci</i>)	+
Бахчевая тля (<i>Aphis gossypii</i>)	-

Примечание: (-) - не заселен; (+) - слабая заселенность; (++) - средняя заселенность; (+++) - высокая заселенность

Из таблицы 1 видно, что основными вредителями томатов являются карантинный объект – южноамериканская томатная моль (ЮТМ), минирующая муха и тепличная белокрылка. В меньшей степени — малая наземная совка, табачный трипс, обыкновенный паутинный и ржавые клещи (рисунок 2). Бахчевой тли зарегистрировано не было. Полученные в ходе обследований данные показывают, что карантинный объект южноамериканская томатная моль на сегодняшний день имеет массовое распространение.

Южноамериканская томатная моль (*Tutaabsoluta*). Личинка южноамериканской томатной моли *Tutaabsoluta* проникает в листья, стебли и плоды, причиняя значительный экономический ущерб, при котором потенциальные потери урожая могут составлять 50-100 % если не вести борьбу с этим вредителем. Фитофаг является одним из основных вредителей пасленовых культур в Южной Америке с 1980 г. На Европейский континент томатная моль проникла в 2006 г. Несмотря на предпринятые меры по ликвидации ее очагов все последующие годы вторичный ареал вредителя продолжал расширяться. В настоящее время очаги томатной моли зарегистрированы в 54 странах, в том числе в России, Украине, Беларуси и Литве. В Казахстане этот вредитель впервые обнаружен в 2015 г. в закрытом грунте в Актюбинской (1,24 га), Жамбылской (0,6 га), Южно-Казахстанской (4 га) областях, а также в открытом грунте Кызылординской области (0,8 га). Имеет статус карантинного объекта.

Тепличная белокрылка – повреждает огурец, томат, перец, салат, сельдерей и другие культуры. Питаясь на растениях, белокрылки сильно угнетают их; на сахаристых экскрементах этих насекомых развиваются «сажистые грибки», что отрицательно влияет на физиологические процессы в растениях повсеместно в защищенном грунте. Ржавый клещ – повреждает: томаты, в меньшей мере перец, баклажаны и картофель. Вредитель предпочитает опушенные растения. Ржавый клещ вредит на листьях, стеблях и плодах томатов. Заселение растений начинается снизу вверх. Серебристый налет на нижней стороне листа считается ранним симптомом развития клеща на культуре. К признакам поражения также относится появление на нижних листьях и стеблях округлых бурых пятен. Развитие вредителя вызывает растрескивание покровных тканей поврежденных органов растения, их цвет меняется на ржаво-бурый. После этого наблюдается развитие некроза тканей, листья и завязи усыхают и опадают. Культура останавливается в росте и развитии, снижается качество и объем (от 30 до 50%) урожая.

Результаты мониторинга вредителей отражены на рисунке 3.



а - обследование томатов; б - тепличная белокрылка; в - южноамериканская томатная моль; г - повреждения ржавым томатным клещом
Рисунок 2 – Вредители томатов, выявленные в ходе обследования:

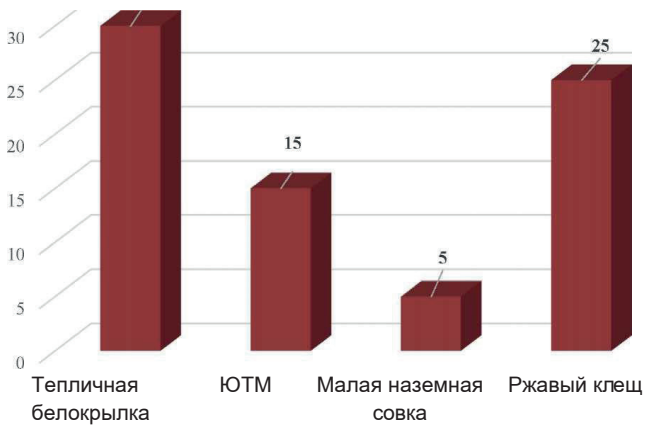


Рисунок 3 – Распространение вредителей в теплице

Томат как для тепличной белокрылки, так и для томатной моли является растением-хозяином. Результатом проведенного мониторинга на 30% растений были отмечены симптомы поражения, т.е. на верхней стороне листьев было отмечено появление блестящего налета (медвяная роса, или падь), на котором впоследствии развиваются сажистые грибы, из-за чего поверхность листа становится сначала белой, а затем черной, что приводит к снижению их продуктивности и урожайности. Повреждения ЮТМ были зарегистрированы на 15% растений, ржавым клещом на 25 и малой наземной совкой на 5%. Хотелось бы отметить, что и томатная моль и тепличная белокрылка получили повсеместное распространение во всех тепличных комплексах,

Одним из эффективных методов борьбы с вредителем является обработка пестицидами. В данной теплице борьбу против вредителей осуществляли также химическими средствами. Против южноамериканской томатной моли и наземной совки использовали Кораген (д.в. хлорантранилипрол), против ржавого клеща и белокрылки использовали Оберон (д.в. спиромезифен).

Кораген – обладает новым, уникальным механизмом действия. Действующее вещество – хлорантранилипрол – воздействует на рианодиновые рецепторы (RyR), которые регулируют мышечную и нервную активность насекомых посредством изменения уровней кальция в клетках. В организме насекомого препарат активизирует высвобождение внутренних запасов ионов кальция из мышц, вследствие этого вредитель теряет способность сокращать мышцы. Основное действие Корагена происходит при поступлении внутрь насекомых, а также через кутикулу (кишечно-контактное действие).

Оберон – инсектоакарицид, контактного действия. Препарат эффективен против множества видов клещей (паутинного клеща, оранжевого прозрачного клеща, земляничного, цикламенового, клеща, ржавого клеща), трипса и белокрылки. Обладает и инсектицидными, и акарицидными свойствами. Действующее вещество: спиромезифен, в концентрации 240 г/л [3,4].

Обработки пестицидами проводили в утренние или в вечерние часы. Результаты по проведению испытаний (усредненные данные 2-х кратной обработки) приведены на рисунках 4 и 5.

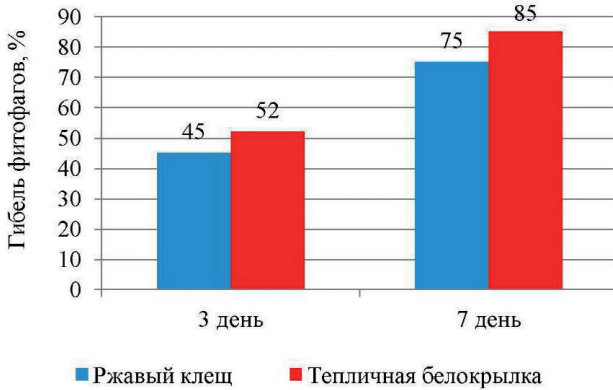


Рисунок 4 – Активность Оберона в отношении вредителей

Как видно из рисунка 4, на 7 день учета гибель ржавого клеща при обработке Обероном – 0,05 % составило – 75 %, гибель тепличной белокрылки 85 %.

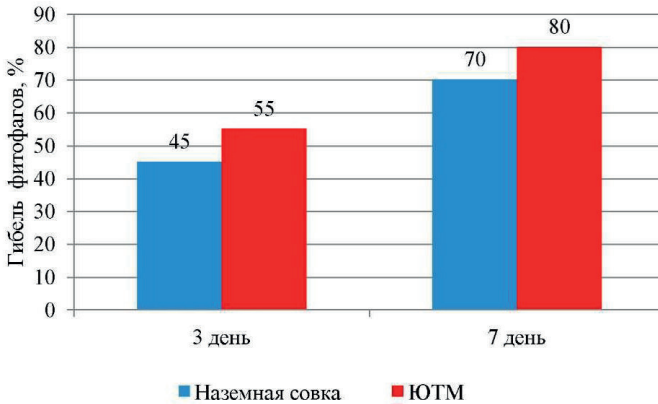


Рисунок 5 – Активность Корагена в отношении наземной совки и южноамериканской томатной моли

Как видно из рисунка 5, гибель наземной совки на 7 день после обработки Корагеном составила 70%, южноамериканской томатной моли 80%.

Заключение (выводы). В результате проведенных обследований было выявлено, основными вредителями оказались - южноамериканская томатная моль (ЮТМ) – имеющая статус карантинного объекта, который получила повсеместное распространение, минирующая муха и тепличная белокрылка. В меньшей степени – малая наземная совка, табачный трипс, обыкновенный паутинный и ржавые клещи. Определение выявления пестицидов проводили в теплице общей площадью 1000 м², культурооборот – томат, сорт Мерлис F1, субстрат – минеральноватные. Результаты борьбы против вредителей проводили химическим методом: против южноамериканской томатной моли и наземной совки использовали Кораген (д.в. хлорантранилипрол), против ржавого клеща и белокрылки использовали Оберон (д.в. спиромезифен). Гибель ржавого клеща при обработке Обероном – 0,05% составила – 75%, гибель тепличной белокрылки 85%. Гибель наземной совки на 7 день после обработки Корагеном составила 70%, южноамериканской томатной моли 80%.

Список литературы

1 *Лысов А.К.* Европейский Союз проявляет заботу о дальнейшем ограничении использования пестицидов //Защита и Карантин растений, - 2010 - №4.-С.234

2 *Pedigo L.P.* Entomology and pest management - Prentice-Hall:USA, 1989-400p

3 *Osman K.A., A.I. Al-Humaid, S.M. Al-Rehiyani, K.N. Al-Redhaiman,* 2011. Estimated daily intake of pesticide residues exposure by vegetables grown in greenhouses in A I- Qassim region, Saudi Arabia // Food Control, -2001.-Vol. 22(6)- P.947-953

4. *Толубаев К.М.* Фитосанитарные проблемы тепличных хозяйств Казахстана // Материалы межд. науч. конф. «Защита растений и экологическая устойчивость агробиоценозов», - Алматы: КазНИИЗиКР,2014. - С.363-364

Измлеуов Г.М., кандидат химических наук, доцент

Дайрабаева А.Ж., старший преподаватель

Жорабаева Н.К., старший преподаватель

Абдуова А.А., старший преподаватель

Жаксыбек К.К., магистрант

*Г.М. Изтлеуов¹, А.Ж. Дайрабаева¹, К.К.Жаксыбек¹, Н.К.Жорабаева¹,
Н. Аштова¹*

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕСТИЦИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

Аннотация. Результат анализа пестицидного загрязнения растений в условиях закрытого грунта показал, что в начальный период после обработки поступление пестицида в растительную ткань очень интенсивное, а разложение слабое. Растения мобилизуют свои жизненные ресурсы и в последующие 10 дней разлагают более половины поступивших в растительную ткань пестицидов. Вероятно, в этот период растения требуют оптимальных условий для развития достаточное количество влаги и минерального питания. По наблюдениям уже через 10 дней после обработки препаратом «Оберон» на поверхности растений он не обнаруживается и его поступление прекращается в растительную ткань, но разлагаемость препарата к этому времени составляет около половины, т.е. 19 мг на 1кг зелёной массы. Безопасный же уровень содержания препарата наступает через 2 недели. Данные расчёты позволяют устанавливать сроки обработки культур перед сбором урожая, также рекомендуются и другие меры профилактики для безопасного применения пестицидов.

Ключевые слова: томаты, пестициды, теплица, растительная ткань, анализ, оберон

• • •

Түйіндеме. Зерттеудің нәтижелері көрсеткендей, өңдеудің алғашқы кезеңінде өсімдік ұлпасына енетін пестицидтер мөлшері өте қарқынды, ыдырауы әлсіз болды. Содан кейін өсімдіктер өздерінің өмірлік ресурстарын жұмылдыра түссе, келесі 10 күнде өсімдік ұлпасындағы сіңірілген пестицидтердің жартысынан көбісі ыдырайды. Осы кезеңде өсімдіктер өсу үшін ылғалдың жеткілікті мөлшерін, минералды қоректенуді және т.б. оңтайлы жағдайларды қажет етеді. Зерттеудің нәтижесі бойынша, Оберонмен өңдегеннен кейін 10 күн өткен соң өсімдік бетінде ол анықталмайды. Сондықтан, оның өсімдік ұлпасына енуі байқалмайды, бірақ препараттың ыдырау мөлшері осы уақытта шамамен жартысын құрайды. Яғни 1 кг жасыл массаға 19 мг. Препараттың қауіпсіз деңгейі 2 аптадан кейін байқалады. Мұндай есептеулер егінді жинауға дейін дақылдарды өңдеуге уақытты белгілеуге және пестицидтерді қауіпсіз қолданудың басқа да алдын алу шараларын жасауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: қызанақ, пестицидтер, жылыжай, өсімдік ұлпасы, талдау, Оберон.

• • •

Abstract. The analysis has showed that in the initial period after treatment, the pesticide entering the plant tissue is very intense and the decomposition rate are slow. Gradually the plants mobilize their vital resources and in the next 10 days break down more than half of the pesticides in the plant tissue. It is likely that during this period the plants require optimal conditions for development a sufficient amount of moisture, mineral nutrition, etc. The quantitative picture of the analysis, 10 days after the treatment of with Oberon, there is no signs on the plant surface and therefore its entry into the plant tissue ceases, but the drug have decomposed by this time about by half, i.e. 19 mg per 1 kg of the green mass. The amount of the agent drops the safe level after 2 weeks. Such calculations allow you to set the time for treating crops before harvesting and to develop other preventive measures for the safe use of pesticides.

Keywords: tomatoes, pesticides, glasshouse, plant tissue, analysis, Oberon

Введение. На сегодняшний день борьба с болезнями и вредителями закрытого и открытого грунта в основном ведётся пестицидами. В наибольших масштабах пестициды используются для борьбы с членистоногими (инсектициды и акарициды), нематодами (нематоциды), грибными (фунгициды) и бактериальными (бактерициды) заболеваниями растений, а также для борьбы с сорняками (гербициды). К пестицидам относят также регуляторы роста растений (ретарданты), используемые для борьбы с полеганием различных культур, для дефолиации (удаления листьев) и десикации (подсушивания растений на корню), чтобы облегчить уборку урожая, а также для предохранения от заморозков и засухи.

Общее количество используемых во всем мире пестицидов превышает 2 млн.т. Большая часть пестицидов производится в развитых странах, а ежегодное производство этих веществ оценивается более чем в 10 млрд. долл. США [1,2]. Использование пестицидов во всем мире постоянно увеличивается. Широкое и неправильное применение пестицидов привело к возникновению линий насекомых, заболеваний растений, сорняков и грызунов, стойких к определенным видам пестицидов. Также пестициды значительно поражают природную экосистему: уменьшают видовое разнообразие животного мира, снижают численность полезных насекомых и птиц, а в конечном итоге представляют опасность и для самого человека. В промышленно развитых странах зарегистрированные случаи острого отравления пестицидами среди сельскохозяйственных рабочих могут превышать 18 отравлений в год на 100 тыс. занятых полный рабочий день. Во многих развивающихся странах, в силу отличающихся условий и обстоятельств, частота острых отравлений пестицидами намного выше. В связи с этим, на сегодняшний день, остро встает вопрос о сокращении пестицидной нагрузки на агроценозы.

Цель исследований – определение пестицидного загрязнения растений в условиях закрытого грунта.

Методы исследований. Для разработки мер профилактики и регламентации применения пестицидов следует изучить особенности различных растений разлагать неодинаковое количество пестицидов на поверхности и в растительных тканях. Для определения количества разлагаемого растением пестицида были использованы данные относительной стойкости, и по ним построены кривые относительного разложения. Затем было определено количество поступающего в растительную ткань препарата.

Известные способы установления динамики остаточного количества пестицидов в различных растениях определяют временную характеристику суммарного процесса поступления и распада и не могут характеризовать количественный аспект процесса разложения. Известен способ определения относительной стойкости пестицидов [3-5], устанавливающий картину относительного количества разложения пестицидов при разовой дозе внесения. Этот способ состоит в том, что в измельчённую навеску растительных продуктов добавляют препарат из расчёта создания начальной концентрации 1 мг/кг и тщательно перемешивают. Смесь распределяют в число колб по количеству анализов пестицидов в динамике. По данным анализов строят кривые, отражающие динамику снижения концентрации пестицидов в растительной ткани $Y_i(t)$ и характеристику поступления в ткань, имеющую определённые видовые особенности.

Знание уровня содержания пестицидов на поверхностях растений имеет большое значение. Эта величина определяет, так называемую ударную дозу препарата против вредителей и болезней растений, может обуславливать ожоги растений при неправильном применении пестицидов и определять контактную опасность пестицидной загрязнённости растений и оборудования для работников защищенного грунта. Контроль начального уровня поверхностной концентрации пестицидов может оказать положительное влияние при решении вопросов правильного и безопасного применения пестицидов. По определению величина начальной концентрации пестицидов на поверхности растений обуславливается нормой расхода, суммарной площадью поверхности растений, степенью равномерности обработки растений и коэффициентом использования рабочего раствора.

Эту зависимость можно выразить следующим уравнением:

$$y_n(0) = \frac{aN}{F} \times 10^6 \quad (1)$$

где $y_n(0)$ - начальная концентрация пестицида, мг/м³ ;
 N - норма расхода по действующему началу, кг/га;
 F - площадь поверхности растений, м²/га;
 a - коэффициент, определяющий долю рабочего раствора, приходящегося на растения при обработке;

Раскрывая значение $N=mz$,

где m - норма расхода рабочего раствора, кг/га;

z - процентное содержание активного вещества в растворе, %.

Ожидаемая величина начального содержания пестицидов на поверхностях растений определяется уравнением:

$$a = \frac{y_n(0)F}{mz10^4} \quad (2)$$

При обработке вредителей Обероном использовали 0,05% концентрацию. Общее количество раствора на теплицу площадью 1000 м² составило 500 л. площадь листовой поверхности обработанных растений составила 6800 м².

Отсюда:

$$y_n(0) = \frac{0,008 \cdot 0,05}{6800 \cdot 10^6} = 5,8 \quad (3)$$

a – отражает долю рабочего раствора, приходящегося на растения при обработке.

$$a = \frac{5,8 \cdot 0,05}{500 \cdot 0,05 \cdot 10^4} = 0,28 \quad (4)$$

при применении препарата Оберон, было установлено, что доля рабочего раствора в пределах 0,28. Следовательно, значение этого коэффициента при обработке данным препаратом в аналогичных условиях можно принять равным 0,3. Значительным резервом увеличения валовых сборов сельскохозяйственной продукции является ликвидация потерь урожая от вредителей, болезней и сорняков с помощью химических средств защиты растений. Однако бесконтрольное применение пестицидов создаёт опасность их накопления в различных биологических средах, в том числе и в урожае.

Основные результаты. Для определения количества разлагаемого растением пестицида были использованы данные относительной стойкости и по ним построены кривые относительного разложения.

Затем было определено количество поступающего в растительную ткань препарата. Для этого не сорбирующие пластинки (например, стеклянные) устанавливались в обрабатываемый пестицидами травостой и после обработки в одно и то же время в течение определённого периода отбирались на анализ смывы с листовых пластинок. Так как условия испарения на поверхностях листовых и стеклянных пластин одинаковы, то разность концентраций определяет ту часть пестицида, которая проникла в растительную ткань и разложилась на поверхности листа под действием ферментов. Поэтому по разности ординат этих кривых строили предполагаемую кривую изменения концентрации в растительной ткани $Y_1(i)$, если бы в ней не происходило разложения препарата, $y_5(t) = y_4(t) - Y_3(i)$.

Затем непрерывную функцию $Y_5(\%)$ представляли ступенчатой $y^*s(t)$ суммой следующих друг за другом импульсов, высота которых отражала количество пестицида, поступившего в растительную ткань в результате единичного импульсного воздействия. Следует заметить, что чем ближе к экспериментальной кривой будет ступенчатая, тем больше будет звеньев ломаной кривой и тем точнее будет определяться искомая величина. Затем, для каждого импульса ступенчатой кривой, рассредоточенного по времени (для каждого импульса своя координатная ось времени в масштабе основной оси), в соответствии с кривой относительного разложения $Cr(0)$, строили кривые разложения $y_6(t) \dots y_9(t)$. После этого производилось суммирование ординат этих кривых по абсциссам основной оси времени. Так были получены кривые динамики количества разлагающегося пестицида в растительной ткани, в соответствии с непрерывным процессом поступления их с поверхности растений (рисунок 1).

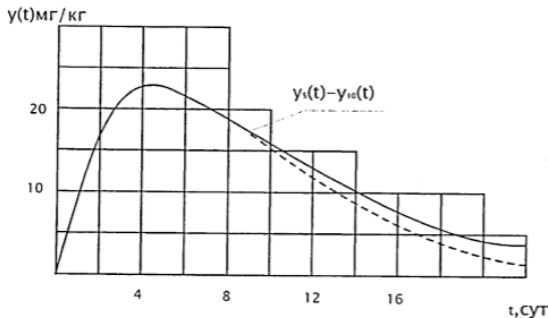


Рисунок 1 – Остаточные количества пестицидов в растениях

Анализ показал, что в начальный период после обработки (4 суток) поступление пестицида в растительную ткань очень интенсивное, а разложение слабое. Это похоже на своеобразный шок для растений, в котором они оказались в новых условиях после обработки пестицидом. Затем растения мобилизуют свои жизненные ресурсы и в последующие 10 дн. разлагают более половины поступивших в растительную ткань пестицидов. Вероятно, в этот период растения требуют оптимальных условий для развития (достаточное количество влаги, минерального питания и др.). Количественная картина анализа выглядит следующим образом. Через 10 дн. после обработки Оберон на поверхности растений не обнаруживается и поэтому прекращается его поступление в растительную ткань, но к этому времени разложилось около половины препарата, т.е. 19 мг на 1кг зелёной массы. Безопасный же уровень содержания препарата наступает через 2 недели. Такие расчёты позволяют устанавливать сроки обработки культур перед сбором урожая, а также рекомендуются другие меры профилактики для безопасного применения пестицидов. Данный показатель был определён при проведении экспериментальных исследований, когда поверхностные пестициды смывались с листовых пластинок, а вырезаемая шаблоном проба листа экстрагировалась.

Выводы. Расчётные значения имеют удовлетворительное совпадение на протяжении времени разложения основного количества пестицида. Отклонения наблюдаются в заключительный период рассматриваемого процесса (после 12 сут.). Результаты определения относительной стойкости пестицида, полученные на нате растений, спустя 2 недели от начала эксперимента начинают отличаться от процессов, происходящих в живых растениях. Но так как к этому времени уже разлагается основная масса пестицида, то ошибка при расчётах может быть несущественной.

Список литературы

1 Гончарук Е.И. и др. Прогнозирование стойкости пестицидов в воде, почве и растениях. // Гигиена и санитария. - 1975. - №10. -С186-192

2 Тимофеева Т. А., Герштейн Е.Г., Массова М.Г. Поведение пестицидов в закрытом грунте и вопросы загрязнения окружающей среды. // Актуальные вопросы гигиены применения минеральных удобрений и пестицидов в защищенном грунте. - Рязань, 1985. - С.154-158.

3 Лысов А.К. Европейский Союз проявляет заботу о дальнейшем ограничении использования пестицидов //Защита и Карантин растений, - 2010 - №4.-С.234

4 Pedigo L.P. Entomology and pest management - Prentice-Hall:USA, 1989-400p

5 Osman K.A., A.I. Al-Humaid, S.M. Al-Rehiyani, K.N. Al-Redhaiman, 2011. Estimated daily intake of pesticide residues exposure by vegetables grown in greenhouses in Al-Qassim region, Saudi Arabia // Food Control, -2001.-Vol. 22(6)-P.947-953

Изтлеуов Г.М., кандидат химических наук, доцент
Дайрабаева А.Ж., старший преподаватель
Жаксыбек К.К., магистрант
Жорабаева Н.К., старший преподаватель
Ашитова Н., старший преподаватель

А.Т. Хусаинов¹, Б.Х. Есенжолов¹, А.А. Сарсенова¹,
Г.Т. Кыздарбекова¹

¹Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті,
Көкшетау қ, Қазақстан

ЖАЗДЫҚ БИДАЙ ТҰҚЫМЫН «АГРОБИОНОВ» ПРЕПАРАТЫМЕН ӨНДЕУ КЕЗІНДЕГІ ОЛАРДЫҢ ӨСУ ФИТОАКТИВТІЛІГІ

Түйіндеме. Мақалада жаздық бидай тұқымын «Агробинонов»препаратымен өңдеу кезінде олардың өсуінің фитоактивтілігін зерттеу нәтижелері берілген. Зерттеудің мақсаты зерттелетін препараттың сулы суспензиясының әртүрлі концентрациясының жаздық бидай тұқымының өсу фитоактивтілігіне әсерін зерттеу болып табылады. Тұқымның зертханалық шығымдылығы, өскіндердің ұзындығы, тамырлардың саны, фитоактивтілігі анықталды. Препараттың су суспензиясын пайдалану зертханалық шығымдылықтың артуына, өскіндердің ұзындығына, тамырлардың санына, сондай-ақ жаздық бидай тұқымының фитоактивтілігіне ықпал ететіндігі айқындалды.

Түйінді сөздер: «Агробинонов» препараты, зертханалық шығымдылығы, өскіндердің ұзындығы, тамыр саны, фитоактивтілік индексі, жаздық бидай.

• • •

Аннотация. В статье приводятся результаты изучения фитоактивности прорастания семян яровой пшеницы при обработке их препаратом «Агробинонов». Целью исследования является изучение влияния разных концентраций водной суспензии исследуемого препарата на фитоактивность прорастания семян яровой пшеницы. Определяли лабораторную всхожесть семян, длину побегов, количество корешков, фитоактивность. Установлено, что использование водной суспензии препарата способствует повышению лабораторной всхожести, длины побегов, количество корешков, а также фитоактивности семян яровой пшеницы.

Ключевые слова: препарат «Агробинонов», лабораторная всхожесть, длина побегов, количество корешков, индекс фитоактивности, яровая пшеница.

• • •

Abstract. The article presents the results of the study on phytoactivity of spring wheat seeds germination when treating them with “Agrobionov” fertilizer. The aim of the study is to investigate the effect of different concentrations of water suspen-

sion with the studied fertilizer on phytoactivity of spring wheat seeds germination. The study also determined the laboratory seeds germination, the length of the shoots, the number of roots and phytoactivity. Also it showed that the use of water suspension with the studied fertilizer helps to increase the laboratory seeds germination, the length of the shoots, the number of roots and also fosters phytoactivity of spring wheat seeds.

Key words: “Agrobionov” fertilizer, laboratory germination, length of shoots, number of roots, phytoactivity index, spring wheat.

Кіріспе. Агроөнеркәсіп кешені Қазақстан Республикасы экономикасының басым бағыты болып табылады. Ауыл шаруашылық мақсатта пайдаланылатын жер қорының көптігі және біршама қолайлы агроклиматтық ресурстардың болуы республиканың жаһандық азық-түлік проблемаларын шешуде елеулі үлес қосуына мүмкіндік береді [1]. Жаздық бидай тұқымының мол түсімін қалыптастырудың маңызды шарттарының бірі бірегей және толыққанды өскіндермен қамтылуы болып табылады, ал оған қол жеткізу тек зертханалық шығымдылығы 95% - дан кем болмайтын жоғары сыныпты кондициялы тұқыммен себілген кезде ғана мүмкін болады. Бірақ Солтүстік Қазақстанның қатаң климаттық жағдайларында егіс кондициясының тұқымдарын алу әрдайым мүмкін бола бермейді. Сондықтан дәнді дақылдардың тұқымдарын себу алдында өңдеу оларды өсіру технологиясының ажырамас бөлігі болып табылады. Қазіргі уақытта іс жүзінде ауа-жылумен жылыту, тұқымдарды дөрілеу және басқа да әдістер қолданылады.

Қазақстан Республикасының аумағында тұқымдарды себу алдында өңдеу үшін қолдануға рұқсат етілген мынадай инсектофунгицидтер пайдаланылады: Акиба, «Агро Эксперт Групп» ААҚ, Ресей., Ламадор, фирма Байер КрорСайенс АГ, Германия., Олимп, Синтезия Кеми ГмбХ, Германия., Раксон, «Агро Эксперт Групп» ААҚ, Ресей., Редиго про, Байер КрорСайенс АГ, Германия., Редиго экстра, Байер КрорСайенс АГ, Германия., Селест топ Сингента Крор Протекшн АГ, Швейцария., Теназол супер, Шанхай МИО Кемикал Ко., Лтд., Қытай [2]. Біздің зерттеуіміздің мақсаты құрамында көміртегі бар поликомпонентті «Агробинонов» препаратының жаздық бидай тұқымдарының фитоактивтілігіне әсерін анықтау болып табылады. Зерттеу міндеттеріне мыналар кірді: «Агробинонов» препаратының сулы суспензиясының әртүрлі концентрацияларының тұқымдардың

зертханалық шығымдылығына, өскіндердің ұзындығына, тамырлардың санына және жаздық бидай тұқымдарының фитоактивтілігіне әсерін зерттеу.

Ғылыми жаңалығы. Жаздық бидай тұқымын себу алдында өңдеу үшін жергілікті өндіріс қалдықтарынан өндірілген «Агробионов» препаратын пайдаланудың тиімділігін анықтадық.

Зерттеудің практикалық маңыздылығы. «Агробионов» препараты зертханалық шығымдылықтың артуына және жаздық бидай тұқымының фитоактивтілігіне ықпал етеді, яғни арзан әрі қол жетімді препаратты пайдалана отырып, кондициялық емес тұқымдарды егіс кондициясына дейін жеткізу, себу нормаларын төмендету және біріңғай өскіндер алу мүмкін болады.

Зерттеу нысаны, жағдайы мен әдістері. Зерттеу нысандары: жаздық бидай тұқымы.

Зерттеу пәні ұнтақ түріндегі Агробионов препараты, оның құрамына Екібастұз тас көмірінен шыққан төмен кальцийлі күл, техникалық көміртегі кіреді. Екібастұз кен орны көмірінің күлінің химиялық құрамы: SiO_2 62,9%, Fe_2O_3 6,35%, Al_2O_3 26,35%, CaO 1,9% MgO 0,9%, SO_3 1,2%, Na_2O 0,23%. Күлдің макро- және микроэлементті құрамы кему бойынша келесі элементтерден тұрады: $\text{K} > \text{Fe} > \text{Al} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{Mn} > \text{Sr} > \text{Pb} > \text{Co} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Sn} > \text{As} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{Hg}$. Техникалық көміртек 99 % астам көміртектен тұрады [3]. Тәжірибе Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университетінің зертханасында өтті. «Поликомпонентті көміртекті препараттың сулы суспензиясы концентрациясының жаздық бидай тұқымдарының фитоактивтілігіне әсері» зертханалық тәжірибесі Г. С. Удовенко, В. Н. Синельниковалардың (1973) әдістемесі принципі бойынша қойылды. Зертханалық тәжірибе 4 реттік қайталау бойынша келесідей схемада жүргізілді: 1) Бақылау-диситилденген су; 2) 0,1% сулы суспензия концентраты; 3) 1,0%; 4) 2,5%; 5) 5,0%; 6) 7,5% және 7) 10,0% сулы суспензия концентраты.

Тәжірибе барысында тұқымдардың шығымдылығы, өскіндердің ұзындығы, тамырлардың саны «Ауыл шаруашылығы дақылдарының тұқымдары» Мемлекетаралық стандарты МЕМСТ 12038-84 бойынша анықталды [4].

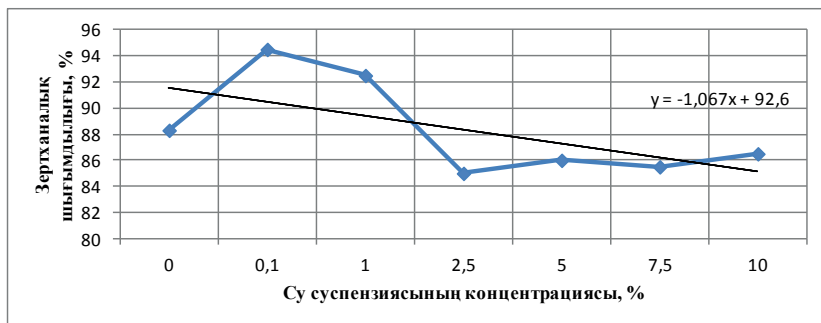
Фитоактивтілік индексі 1-формула бойынша есептелді

$$\text{ФИ} = \frac{3\text{Ш} + \text{ӨҰ} + \text{ТС} + \text{ТӨС}}{4 \times 100} \quad (1),$$

мұндағы, ФИ-фитоактивтілік индексі, ЗШ-зерханалық шығымдылығы, ӨҰ-өскіндердің ұзындығы, ТС-тамырлар саны, ТӨС-тұқым өскіндерінің салмасы. Зерттеуде «Агробинон» препаратының су ерітінділері қолданылды. Сынама ретінде 0,1%, 1,0%, 2,5%, 5,%, 7,5%, 10,0% препарат концентрациялары және бақылау нұсқасында дистилденген су пайдаланылды. Агробинон препараты суда толығымен ериді, ерігіштігі шамамен 90% құрайды және оны суспензия түрінде енгіздік.

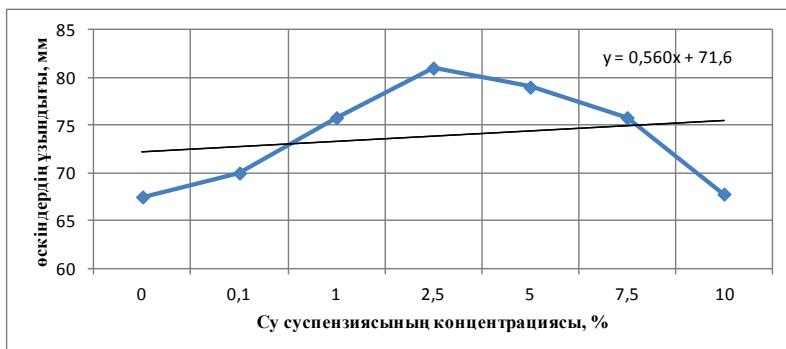
Нәтижелер мен талқылаулар. Farooq, m., Wahid, A. Siddique, K. H. M. (2012) анықтауы бойынша тұқымдарды өңдеу үшін микроэлементтерді қолдану дақылдардың қалыптасуың, өсуін және өнімділігін жақсарты алады [5]. Бірқатар авторлар бидай, күріш және жем-шөп бұршағы тұқымдарының сапасын жақсарту үшін микроэлементайқыштарды қолданудың әлеуетті жоғары екендігін көрсетеді. Олар Zn, B, Mo, Mn, Cu және Co сияқты микроэлементтерді көптеген егістік дақылдарының тұқымдарын себу алдындағы өңдеу шаралары кезінде қолдануды ұсынады [6-8].

Тұқымдарды микроэлементтермен өңдеу ауыл шаруашылығы дақылдарының тұқымдарын өңдеудің салыстырмалы арзан тәсілі болып табылады. Оңтүстік Азияда фермерлер тұқымдарды өңдеудің қарапайым әдісін қолданады, олар тұқымды егу жұмыстарына дейін бір түнге суға салып қояды [9]. Тұқымды мырыш тұзымен өңдеу өсімдіктердің өсуі мен ауруларға төзімділігін арттыру үшін қолданылады. Сондай-ақ тұқымды себу алдында өңдеу үшін осмоприминг қолданылады. Осмоприминг кезінде негізінен полиэтиленгликоль немесе тұз ерітінділері қолданылады. Олар тұқымды азот сияқты қоректік заттармен қамтамасыз етеді, бұл олардың өсу процесінде ақуыз синтезі үшін қажет. Khan A.A. (1992) айтуынша, бұл тұздардың жаңадан өсіп келе жатқан өскіндер үшін улы әсері болмайды [10]. Біздің жүргізген зертханалық зерттеудің нәтижелері жаздық бидай тұқымдарындағы өсу процестеріне «Агробинон» препаратының әсері жоғары екендігін көрсетті. Мәселен, тұқымның зертханалық шығымдылығы бақылауда 88,3%, ал өңделген нұсқаларда су суспензиясының концентрация мөлшеріне байланысты 85-94,5% құрады. Препарат ерітіндісінің концентрациясы 0,1%-дан 2,5%-ға дейін қолданылған нұсқаларда зертханалық шығымдылық 94,5%-дан 85%-ға дейін төмендесе, ал қалған нұсқаларда 5, 7,5 және 10,0% бұл көрсеткіш 85,5-86,5% деңгейінде болды. Ең жоғарғы көрсеткіш препараттың 0,1% нұсқасында алынды, мұндағы тұқымның шығымдылығы бақылаумен салыстырғанда 7,1%-ға жоғары болды (1-сурет).



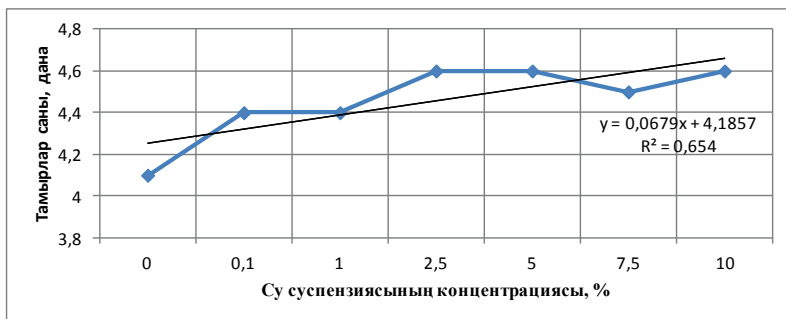
Сурет 1 – «Агробиюнов» препаратының су суспензиялы концентрациясының жаздық бидай тұқымының зертханалық шығымдылығына әсері

Осыған ұқсас нәтижелер Сапунова Л. және т.б. (2018) зерттеулерінде келтірілген. Олардың айқындауынша, шығымдылығы төмен жаздық бидай дөнін зертханалық жағдайда ферменттік препарат өңдеу оның өсу энергиясын арттырады [11]. Өскіндердің ұзындық көрсеткішіне келетін болсақ, бақылауда 67,5мм құрады, ал өңделген нұсқаларда, су суспензиясының концентрациясына байланысты 67,8-81 мм болды, яғни бақылаумен салытырғанда 0,4-20% жоғары. Препарат концентрациясы 0,1-ден 2,5-ке дейін қолданылған нұсқаларда өскіндердің ұзындығы 70 мм-ден 81 мм-ге дейін өссе, ал одан әрі концентрация мөлшері артқан сайын 5-тен 10% - ға дейін олардың ұзындығы 67,8 мм-ге дейін төмендеді (2-сурет).



Сурет 2 – «Агробиюнов» препаратының су суспензиялы концентрациясының жаздық бидай тұқымының өскіндерінің ұзындығына әсері

Жаздық бидай тұқымының тамырлар саны су суспензиясының концентрациясына байланысты (0,1-10,0%) 4,4-тен 4,6 данаға дейін өзгеріп отырды. Бақылауда тамырлар саны 4,1 дананы құрады. Зертханалық тәжірибе барысында алынған нәтижелері су суспензиясының концентрациясы мен тамырлар саны арасында тығыз корреляциялық байланыс $r=0,65$ барын көрсетті (сурет 3).



Сурет 3 – “Агробионов” препаратының су суспензиялы концентрациясының жаздық бидай тұқымының тамырлар санына әсері

Ватолин К.С. және т. б. (2018) авторлардың айтуынша, жаздық бидай тұқымдарында жүргізілген кешенді түйіршіктелген гуматты тыңайтқыштардың биологиялық белсенділігін тестілеу кезінде олардың фитоактивтілігі жоғары болған [12]. Біздің зерттеулерімізде де су суспензиялы концентрацияның мөлшерін 0,1-ден 2,5% дейін арттырған кезде, жаздық бидай тұқымының фитоактивтілік индексі 1,06-дан 1,1-ге яғни 6-дан 10% дейін көбейген. Ал концентрация мөлшері жоғары болған нұсқаларда фитоактивтілік индексі 1,04-ке дейін төмендеді (кесте 1).

Кесте 1 – “Агробионов” препаратының су суспензиялы концентрациясының жаздық бидай тұқымының фитоактивтілігіне әсері

№	Нұсқалар	Көрсеткіштер, %			
		ЗШ	ӨҰ	ТС	ФИ
1	бақылау. дист. су	100	100	100	1,0
2	препарат э.к. 0,1%	107,0	103,7	107,3	1,06
3	препарат э.к. 1,0%	104,8	112,3	107,3	1,08
4	препарат э.к. 2,5%	96,3	120,0	112,2	1,10

5	препарат э.к. 5,0%	97,4	117,0	112,2	1,09
6	препарат э.к.7,5%	96,8	112,3	109,8	1,06
7	препарат э.к.10,0%	98,0	100,4	112,2	1,04
НСП _{0,05}		4,4	6,0	0,2	0,01

Ескерту: ЗШ-зерханалық шығымдылығы, ӨҰ-өскіндердің ұзындығы, ТС-тамырлар саны, ФИ-фитоактивтілік индексі

Келтірілген тәжірибе мәліметтері жаздық бидай тұқымын дәрілеу үшін «Агробионов» препаратын пайдалана отырып, тұқымды алдын ала өңдеудің тиімділігі жоғары екендігін растайды.

Қорытынды. Жаздық бидай тұқымын «Агробионов» препаратының 0,1%-дық суспензиясының ерітіндісімен өңдеу кезінде келесілер анықталды: оның зертханалық шығымдылығы 94,5%-ға дейін артты, бұл бақылаумен салыстырғанда 7,1%-ға жоғары; өскіндердің ұзындығы - 70,0 мм-ге дейін, яғни бақылаудан 2,5 мм-ге немесе 3,7%-ға жоғары; тамырлардың саны - 4,4 данаға дейін, яғни бақылаудан (4,1 дана) 7,3%-ға жоғары және фитоактивтілік индексі - 1,06-ға дейін өсіп бақылаумен салыстырғанда 106%-ға жоғары болды.

Әдебиеттер

1 Комитет по управлению Земельными ресурсами МСХ РК, [Электронный ресурс]: atlas. sawater-in/o. net.

2 Справочник пестицидов (ядохимикатов), разрешенных к применению на территории Республики Казахстан /Успех, Алматы. – 2015 г. – 164 с.

3 *Сасенова А.А.* Патент на изобретения –мелиоративный препарат для повышения плодородия почв. RU 2494137. 2013. – №27. – С2.

4 ГОСТ 12038-84 Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Издание официальное с поправками ИУС№12 2016 г. Москва / Стандартинформ. 2011. –120 с.

5 *Farooq M., Wahid A. Siddique K.H.M.* Micronutrient application through seed treatments—a review. J. Soil Sci. Plant Nutrition. 2012.12(1): 125–142.

6 *Wilhelm, N.S., Graham, R.D., Rovira, A.D.* Application of different sources of manganese sulphate decreases take-all (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) of wheat grown in a manganese deficient soil. *Austr. J. Agric. Res.* 39: 1988. P1–10.

7 *Peeran S.N., Natanasabapathy S.* Potassium chloride pretreatment on rice seeds. *Int. Rice Res. Newsletter.* 5: 1980. 19 p.

8 *Sherrell C.G.* Effect of molybdenum concentration in the seed on the response of pasture legumes to molybdenum. *New Zealand J. Agric. Res.* 27: 1984. P417–423.

9 *Harris D., Raghuvanshi B.S., Gangwar J.S., Singh S.C., Joshi K.D., Rashid A. and Hollington P.A.* Participatory evaluation by farmers of 'on-farm' seed priming in wheat in India, Nepal and Pakistan. *Experimental Agriculture* 37 (3): 2001. P403-415.

10 *Khan A.A.* Preplant physiological seed conditioning. *Horticult. Rev.* 13: 1992. C131–181.

11 *Сапунова Л.И., Тамкович И.О., Мороз И.В.* Влияние предпосевной ферментативной обработки на прорастание семян пшеницы // Материалы XIV Международной научно-практической конференции Беларусь 2018. С168-169.

12 *Вотолин К.С., Жеребцов С.И., Малышенко Н.В., Брюховецкая Л.В., Смотрина О.В., Исмагилов З.Р.* Оценка биологической активности буроугольных комплексных гранулированных гуматных удобрений // Материалы XIV Международной научно-практической конференции Беларусь 2018. С60-62

Хусаинов А.Т., доктор биологических наук, профессор,
академик АСХН РК и РАН

Есенжолов Б.Х., PhD докторант

Сарсенова А.А., кандидат сельскохозяйственных наук

Кыздарбекова Г.Т., PhD докторант

А.Т. Хусаинов¹, Б.Х. Есенжолов¹, Т.Н. Жаркинбеков¹, Г.Р. Данкина¹

¹Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті,
Көкшетау қ., Қазақстан

КӘДІМГІ ҚАРА ТОПЫРАҚТЫҢ СУЛЫ-ФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ «АГРОБИОНОВ» КӨМІРТЕКТІ ПРЕПАРАТЫН ЕНГІЗУ МӨЛШЕРІН АГРОЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ

Түйіндеме. Мақалада «Агробионов» көміртекті препаратын енгізгенде кәдімгі қара топырақтың сулы-физикалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтіріледі. Зерттеудің мақсаты – кәдімгі қара топырақтағы жаздық бидай егістіктерінде «Агробионов» препаратын енгізу мөлшерінің өнімді ылғалдың қорына, құрылымы мен топырақ агрегаттарының суға беріктігіне тигізетін әсерін зерттеу. Тәжірибе Солтүстік Қазақстанның далалық аймағында жүргізілді. Зерттелетін препарат өнімді ылғалдың қорын арттырады, топырақ құрылымы мен топырақ агрегаттарының суға беріктігін және жаздық бидайдың өнімділігін жақсартады.

Түйінді сөздер: кәдімгі қара топырақ, ылғалдылық, топырақ құрылымы, топырақ агрегаттарының суға беріктігі, жаздық бидай, өнімділік.

• • •

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования водно-физических свойств чернозема обыкновенного при внесении углеродосодержащего препарата «Агробионов». Целью исследования является изучение влияния доз внесения углеродосодержащего препарата «Агробионов» на запасы продуктивной влаги, структуры, водопрочности почвенных агрегатов чернозема обыкновенного на яровой пшеницы. Опыты проводились в степной зоне Северного Казахстана. Установлено, что исследуемый препарат повышает запасы продуктивной влаги, улучшает структуру почвы, водопрочность почвенных агрегатов и урожайность яровой пшеницы.

Ключевые слова: чернозем обыкновенный, влажность, структура почвы, водопрочность почвенных агрегатов, яровая пшеница.

• • •

Abstract. The article presents the results of a study of the water-physical properties of ordinary chernozem when applying a preparation “Agrobionov”. The pur-

pose of the research is to study the effect of doses of the preparation "Agrobi-onov" on the humidity, soil structure, water content of soil aggregates of ordinary chernozem for spring wheat. The experiments were conducted in the steppe zone of Northern Kazakhstan. It was found that the studied preparation increases the supply of productive moisture, improves the soil structure and water resistance of soil aggregates and yield of spring wheat.

Keywords: ordinary chernozem, humidity, soil structure, water resistance of soil aggregates, spring wheat, yield.

Кіріспе. Топырақты қорғау және олардың құнарлылығын сақтау мәселесі қазіргі заманғы негізгі экологиялық проблемалардың біріне айналды. Топырақ құнарлылығын қайта қалпына келтіру барлық биосфераның экологиялық тұрақтылығын қамтамасыз етудің негізгі шарты. Антропогендік жүктеменің шамадан тыс жоғары болуы және табиғи ресурстарды тиімсіз пайдалану нәтижесінде туындаған қазіргі заманғы экологиялық проблемалар Қазақстан аумағының топырақ жамылғысының жай-күйіне де сөзсіз әсер етті. Экологиялық жағдайдың тұрақсыздануы республиканың барлық табиғи аймақтарында топырақ жамылғысының деградацияға ұшырауына алып келді [1]. Топырақ жамылғысы құнарлылықтың көзі ретінде, адамның көп жақты мүдделерінің мәні, оның еңбек объектісі және өндіріс құралы, биосфераның маңызды компоненті ретінде, азып-тозудан қорғалуы және адамзаттың келер ұрпақтары үшін сақталуы тиіс [2]. Ауыл шаруашылығы жерлерін егіншілік мақсатта үздіксіз пайдалану оның құнарлылығының төмендеуіне алып келді. Мұның себебі – минералдық тыңайтқыштарды аз қолданғандықтан, қайтарым заңдылығының сақталмауы. Бұл мәселені шешуде тыңайтқыштардың құны қымбат болғандықтан, оған балама ретінде арзан өнеркәсіп қалдықтарын пайдалануға болады.

Жұмыстың мақсаты. Солтүстік Қазақстан жағдайында кәдімгі қара топырақтың сулы-физикалық қасиеттеріне «Агробиионов» көміртекті препаратын енгізу мөлшеріне агроэкологиялық баға беру.

Міндеттері:

- «Агробиионов» көміртекті препаратын енгізу мөлшерінің кәдімгі қара топырақтың өнімді ылғал қорына, топырақ агрегаттарының құрылымы мен суға беріктігіне әсерін анықтау;

- «Агробиионов» көміртекті препаратын енгізу мөлшерінің жаздық бидайдың өнімділігіне әсерін зерттеу.

Ғылыми жаңашылдығы. Солтүстік Қазақстан жағдайында

кәдімгі қара топырақтың ылғалдылығына, топырақ құрылымы мен топырақ агрегаттарының суға беріктігіне және жаздық бидай өнімділігіне «Агробионов» көміртекті препаратын енгізу мөлшеріне агроэкологиялық баға берілген. Практикалық маңыздылығы - «Агробионов» көміртекті препаратын қолдану топырақтың агрегаттық құрамын жақсарту есебінен топырақ жамылғысының деградацияға ұшырамауына мүмкіндік береді.

Зерттеу нысаны, жағдайы мен әдістері. Зерттеу нысандары: кәдімгі қара топырақ, «Агробионов» көміртекті препараты. Агробионов ұнтақ түріндегі препарат, оның құрамына Екібастұз тас көмірінен шыққан төмен кальцийлі күл, техникалық көміртегі кіреді. Екібастұз кен орны көмірінің күлінің химиялық құрамы: SiO_2 62,9%, Fe_2O_3 6,35%, Al_2O_3 26,35%, CaO 1,9% MgO 0,9%, SO_3 1,2%, Na_2O 0,23%. Күлдің макро - және микроэлементті құрамының кемуіне қарай келесі элементтерден тұрады: $\text{K} > \text{Fe} > \text{Al} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{Mn} > \text{Sr} > \text{Pb} > \text{Co} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Sn} > \text{As} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{Hg}$. Техникалық көміртек 99 % астам көміртектен тұрады [3].

Тәжірибе Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университетінің «Элит» оқу ғылыми-өндірістік орталығында жасалды. Тәжірибе келесі схема бойынша 4 реттік қайталанумен жүргізілді:

- бақылау тыңайтқыш қолданылған жоқ;

- P_{158} (есептік мөлшердің 1/10), фон;

- топырақты егіс алдында өңдеу барысында минералды фонға Агробионов препараты келесі мөлшерлерде енгізілді 100, 200, 300, 400, 500 кг/га.

Мөлдөктердің ауданы: 125 м², (5 x 25 м); есептік аудан: 100 м², (4x25 м).

Тәжірибеде келесі талдаулар жүргізілді: 0-40 см топырақ қабатында топырақ үлгілерін алу ГОСТ 28168-89 сәйкес жаздық жұмсақ бидайдың пісу фазасына жүргізілді. Топырақты агрегаттық талдау Качинскийі бойынша, суға беріктігі П.И. Андрианов әдісімен жасалды. Топырақтағы өнімді ылғал қоры термостаттық-өлшеу әдісімен анықталды. Өнімді ылғалдың қорын бағалау А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина (1986), топырақтың құрылымдық жағдайын бағалау С.И. Долгов пен П.У. Бахтиннің шкаласы бойынша жүргізілді. Топырақ агрегаттарының суға беріктігін бағалау И. В. Кузнецованың шкаласы бойынша жасалды.

Топырақтың құрылымдық коэффициенті (Кс) мына формуламен есептелді:

$$K_{стр} = \frac{\sum(10-0,25 \text{ мм})}{\sum(>10 \text{ мм}, <0,25 \text{ мм})}$$

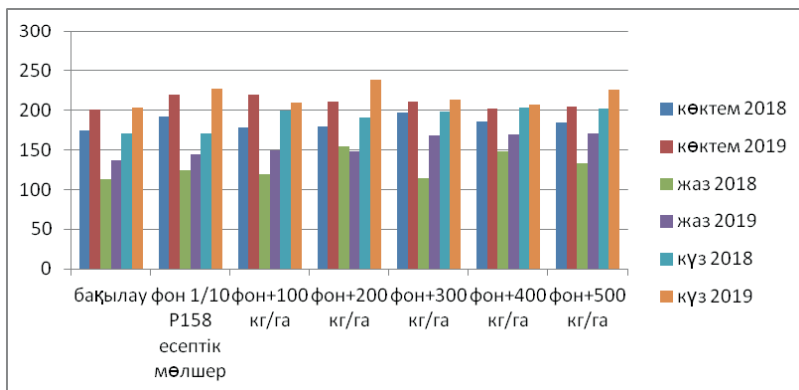
Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Ылғалдылық.

Топыраққа күл шлакты қосқанда оның құрылымы айтарлықтай өзгереді. Себебі күл шлактың бөлшектері кішкентай және өзіне тән формаларға ие, сондықтан ол топырақ құрылымында қуыстар мен бос орындардың қалыптасуын тудырады. Топырақ құрылымының өзгеруі оның физикалық қасиеттері – үйінді тығыздығы, кеуектілігі, гидравликалық өткізгіштігі, ылғал ұстау қабілеті және аэрацияның өзгеруімен байланысты. Бұл қасиеттер топырақтағы қоректік заттардың қол жетімділігіне, оның биологиялық белсенділігіне, өсімдіктердің өсіп-өнуіне тікелей әсер етеді. Күл шлактың тағы бір қасиеті оның құрамында топырақтың сапасын жақсартатын Са және Si сияқты пуццоландық минералдардың болуында. Рам және Масто (2010) зерттеулерінде топырақтың бұл қасиеттері оның үйілу тығыздығына, кеуектілігіне және суды сақтау қабілетіне әсер ететіндігін көрсетеді [4]. Мәселен, Фулекардың (1993) зерттеулері қышқыл сазды топыраққа күл шлактың үлкен мөлшерін енгізу топырақ құрылымы мен оның физикалық-химиялық қасиеттерін айтарлықтай жақсартатындығын көрсеткен [5].

Құрғақ климат жағдайында агроэкологиялық міндеттердің бірі – топырақтың су режимін оңтайландыру. Органикалық тыңайтқыштар (қи) топырақтың ылғал сыйымдылығын, оның су ұстағыш қабілетін арттырады, нәтижесінде, ондағы өнімді ылғал қорының артуына ықпал етеді [6]. Н. А. Воронкова өз зерттеулерінде минералды тыңайтқыштарды жүйелі түрде енгізу топырақтағы көктемгі ылғал салмағына оң әсер ететінін атап өтті [7]. Біздің зерттеулерде «Агробионов» көміртекті препаратының әртүрлі мөлшерін енгізу барысында да, бақылаумен салыстырғанда топырақтағы өнімді ылғал қорының тұрақты өсуі байқалады (Сурет 1).

Топырақтың 0-100 см қабатындағы өнімді ылғалдың қорын бағалау үшін А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина (1986) ұсынған бағалау шегі қолданылды. Ол бойынша топырақтағы өнімді ылғал қоры >160 мм болса, өте жақсы, 160-130мм – жақсы, 130-90мм – қанағаттанарлық, 90-60 мм – нашар, <60 мм – өте нашар деп бағаланады. Сонымен 2018 жылғы топырақтағы өнімді ылғал қорын көктемде өте жақсы, жазда фон+200-500 кг/га аралығындағы нұсқаларда жақсы, ал қалған нұсқаларда қанағаттанарлық, күзде өте жақсы деп, бағалауға

болады. 2019 жылы көктемде өте жақсы, жазда фон+300,400,500 кг/га нұсқаларында өте жақсы, ал қалғандарында жақсы, күзде өте жақсы.



Сурет 1 – Бидай егістіктеріндегі топырақтың өнімді ылғал қорына күл шлактан және нанокөміртектен жасалған препаратты енгізу мөлшерінің әсері

Топырақ құрылымы. Топырақ құрылымы – құнарлы топырақтың физикалық жағдайының маңызды көрсеткіші. Ол топырақтың егістік қабатының қолайлы құрылымын, оның су, физика-механикалық және технологиялық қасиеттерін және су-гидрологиялық тұрақтылығын анықтайды. Топырақ құрылымы топырақтың аэрациясына және оның су өткізгіштігіне әсер етеді, топырақтың эрозияға қарсы тұрақтылығын анықтайды. Топырақтың құрылымдануының негізгі желімдеуші заттары: гумус, сазды зат, темір және алюминий гидроксидтері болып табылады. Қатты фазаның бөлшектері, әдетте, кесектерге (агрегаттарға) жабыстырылады. Топырақтың агрегаттарға ыдырау қабілеті құрылымдылығы деп аталады, ал мөлшері мен пішіні бойынша әр түрлі агрегаттар құрылым деп аталады [8,9]. Топырақ агрегаттарының маңызды қасиеттері олардың механикалық беріктігі мен суға беріктігі болып табылады. Неғұрлым агрономиялық құнды болып 0,25-10 мм көлеміндегі макроагрегаттар саналады. Көлемі 0,25-10 мм болатын агрегаттардың суға беріктігі 55% астам болса, ондай топырақ құрылымдық болып саналады [9].

В.И. Савичтің, Б.А. Борисов, Л.П. Родионованың және т.б. мақаласында органикалық тыңайтқыштарды минералды тыңайтқыштармен оңтайлы үйлесімде қолдану топырақтың

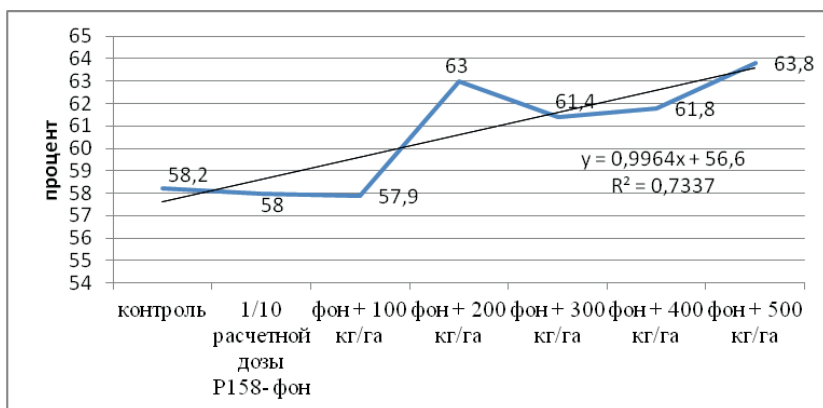
кеуектілігін, су төзімді агрегаттардың құрамын және құрылымдылық коэффициентін арттыратынын көрсетеді [10]. Біздің зерттеулер де жаздық бидай егістіктерінде «Агробионов» көміртекті препаратын қолдану топырақтың құрылымын жақсартуға ықпал ететіндігін көрсетті (кесте 1).

Кесте 1 – Бидай егістіктерінде топырақ құрылымына күл шлактан және техникалық көміртектен жасалған препаратты енгізу мөлшерінің әсері, %

№	Нұсқалар	жылдар	> 10мм	5-10 мм	2-5 мм	1-2 мм	0.5-1 мм	0.25-0.5 мм	0.1-0.25 мм	< 0.1мм
1	Бақылау	2018ж.	30,02	12,26	10,22	10,33	16,5	12,37	6,4	1,9
		2019ж.	31,16	10,18	12,14	10,13	12,13	10,18	12,58	1,5
	Есептік мөлшердің 1/10	<i>орташа</i>	30,6	11,2	11,2	10,2	14,3	11,3	9,5	1,7
		2018ж.	31,53	12,67	10,65	9,16	15,54	10,6	5,57	1
		2019ж.	28,13	15,02	10,11	9,16	11,14	12,03	13,31	1,1
2	P_{158} - фон	<i>орташа</i>	29,83	13,8	10,4	9,16	13,34	11,3	9,44	1,05
	фон + 100 кг/га	2018ж.	37,87	7,08	7,62	15,01	12,16	16,21	3,25	0,8
2019ж.		29,16	14,01	12,13	8,19	10,18	13,17	12,66	0,5	
3	<i>орташа</i>	33,5	10,5	9,9	11,6	11,2	14,7	8,0	0,7	
	фон + 200 кг/га	2018ж.	26,87	10,26	9,97	15,03	22,98	10,28	3,91	0,7
2019ж.		31,1	10,18	11,03	15,13	10,16	11,04	10,96	0,4	
4	<i>орташа</i>	29,0	10,2	10,5	15,1	16,6	10,7	7,4	0,6	
	фон + 300 кг/га	2018ж.	34,23	11,25	12,38	20,51	12,06	5,78	3,39	0,4
2019ж.		28,16	12,14	11,13	14,18	11,18	12,18	10,03	1	
5	<i>орташа</i>	31,2	11,7	11,8	17,3	11,6	9,0	6,7	0,7	
	фон+ 400 кг/га	2018ж.	40,44	5,22	14,11	18,37	9,72	6,98	4,66	0,5
2019ж.		20,13	12,92	19,01	16,11	10,16	11,03	9,74	0,9	
6	<i>орташа</i>	30,3	9,1	16,6	17,2	9,9	9,0	7,2	0,7	

	2018ж.	26,21	13,17	10,56	21,08	14	9,7	4,78	0,5
фон + 500 кг/га	2019ж.	32,19	11,13	13,03	10,13	12,17	12,64	7,91	0,8
7 га орташа		29,2	12,2	11,8	15,6	13,1	11,2	6,3	0,7

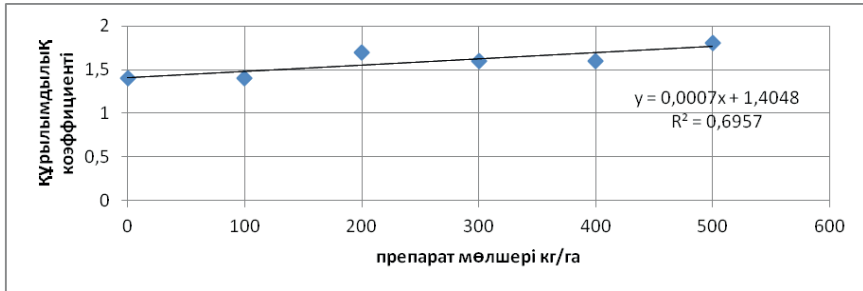
Топырақтың құрылымдық жай-күйін оңтайлы өлшемдегі (0,25 мм-ден 10 мм-ге дейін) ауа-құрғақ агрегаттар саны бойынша бағалау үшін С. И. Долгов пен П. У. Бахтин бағалау шкаласын жасаған [9]. Осы шкала бойынша 0,25-10мм өлшемдегі агрегаттардың құрамы бақылау, фон және фон+100 кг/га қанағаттанарлық деп бағаланса, фон+200, 300, 400, 500 кг/га нұсқаларында-жақсы деп бағалануда (сурет 2).



Сурет 2 – 0,25-10мм өлшемдегі агрегаттардың құрамы, %

Топырақтың құрылымдылығын бағалау үшін құрылымдылық коэффициенті қолданылады, бұл коэффициент агрономиялық құнды агрегаттардың санына негізделген. Тиісінше, құрылымдылықты Кстр сапалы бағалау үшін пайдаланылатын диапазондар: >1.5 - агрегаттық жағдайы өте жақсы; 1.5-0.67-жақсы; 0.67-қанағаттанарлықсыз [9].

Құрылымдылық коэффициент препараттың қолдану топырақтың агрегаттық жағдайын жақсартатынын көрсетеді. 200-ден 500 кг/га дейінгі мөлшерлерде бұл көрсеткіш өте жақсы деп бағаланса, ал бақылау мен фон +100 кг/га жақсы деп бағаланады. Препаратты енгізу мөлшері мен құрылымдылық коэффициенті арасында тығыз корреляциялық байланыс $r = 0.8$ анықталды (сурет 3).



Сурет 3 – Құрылымдылық коэффициенті

Топырақ агрегаттарының суға беріктігі. Құрылымдылықтың басқа бір көрсеткіші оның сыртқы әсерлерге тұрақтылығы, олардың арасында судың әсері неғұрлым маңызды болып табылады. А.Г. Прудникованың айтуынша қиды әр түрлі мөлшерде және минералды тыңайтқыштармен үйлесімде қолдану топырақ агрегаттарының беріктігін 74,5 -99,3 %-ке жақсартады [11]. Зерттеу нәтижелері бойынша «Агробинонов» көміртекті препаратының түрлі мөлшерлерін енгізу топырақ агрегаттарының суға беріктігінің сақталуына қолайлы әсер ететінін атап өткен жөн (Кесте 2).

Кесте 2 – Бидай егістіктеріндегі топырақ агрегаттарының суға беріктігіне күл шлактан және техникалық көміртектен жасалған препаратты енгізу мөлшерінің әсері

№	Нұсқалар	Суға берік кесектердің құрамы 1-2 мм, %		
		2018ж.	2019ж.	Орташа
1	Бақылау	42,0	32,0	37,0
2	1/10 P ₁₅₈ – фон	40,0	40,0	40,0
3	фон + 100 кг/га	46,0	68,0	57,0
4	фон + 200 кг/га	42,0	64,0	53,0
5	фон + 300 кг/га	42,0	48,0	45,0
6	фон + 400 кг/га	48,0	46,0	47,0
7	фон + 500 кг/га	36,0	58,0	47,0

Топырақ агрегаттарының суға беріктігінің құрамы 2018 жылы бақылауда 42% - ды құраса, фонда 40%, ал тыңайтылған нұсқаларда 36% - дан (фон +500кг/га) 48% - ға (фон+400кг/га) дейін өзгерді.

Келесі 2019 жылы бұл көрсеткіш бақылауда 32% - ға дейін төмендеді, фон+400кг/га нұсқасынан басқа тыңайтылған нұсқаларда керісінше 68% - ға (фон+100кг/га) дейін көтерілген.

Орташа алғанда екі жыл ішінде топырақ агрегаттарының суға беріктігінің ең жоғары көрсеткіші фон+100 және 200 кг/га нұсқаларында, сәйкесінше 57 және 53% құраса, ал бақылауда бұл көрсеткіш 37% – ға тең болды. И. В. Кузнецова (1979) орта және ауыр саздауытты топырақ құрылымының суға беріктігін бағалаудың болжамды шкаласын ұсынған. Бұл шкала бойынша құрылымдардың суға беріктігі келесідей бағаланады: <10 – суға төзімсіз, 10-20 – қанағаттанарлықсыз, 20-30 – жеткілікті қанағаттанарлық, 30-40 - қанағаттанарлық, 40-60 – жақсы, 60-75 – өте жақсы, > 75 – шамадан тыс жоғары [9]. Осы шкала бойынша топырақ агрегаттарының суға беріктігі бақылауда қанағаттанарлық, препараттың әртүрлі мөлшерлері қолданылған нұсқаларда – жақсы деп бағаланды.

Кәдімгі қара топыраққа препараттың түрлі мөлшерін енгізу жаздық бидайдың өнімділігіне де оң әсер етті. 2018 жылғы зерттеу нәтижелері бойынша жаздық бидайдың өнімділігі фон+100 кг/га нұсқасында 14,3 ц/га құрады, бұл бақылаудан 21,8% артық (бақылауда 11,9 ц/га). Препараттың фон+200, 300, 400, 500 кг/га нұсқаларында өнімділік 15,7 ц/га-дан 16,5 ц/га-ға дейін болды. Ал 2019 жылы бақылауда бидай өнімділігі 9,4 ц/га құраса, ең жоғарғы өнімділік фон+400 кг/га нұсқасында тіркелді 15,5 ц/га, яғни бақылаудан 65% артық. Қалған тыңайтылған нұсқаларда 14,4-15,4 ц/га аралығында болды.

Қорытынды. Зерттеу нәтижелері «Агробиюнов» көміртекті препаратының кәдімгі қара топырақтың сулы-физикалық қасиеттеріне мелиорациялық әсерін көрсетті: топырақтағы өнімді ылғал қоры және топырақ агрегаттарының суға беріктігін арттырады, топырақ құрылымын жақсартады, осының барлығы жаздық бидайдың өнімділігін бақылаумен салыстырғанда 31,8% - ға арттыруға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер

1 *Коржов С.И.* Биологические показатели оценки плодородия черноземов [Текст]: статья // С.И. Коржов, Т.А. Трофимова, В.А. Маслов.- Вестник МичГАУ, 2010. - №2. - С86-92.

2 *Ковда В.А.* Почвенный покров как компонент биосферы [Текст]: доклад на общем собрание АН СССР // Вестн. АН СССР. 1973. - № 9. - 22 с.

3 *Сарсенова А.А.* Патент на изобретения –мелиоративный препарат для повышения плодородия почв. RU 2494137, 2013. - №27. - С2.

4 *Ram L.C., Masto R.E.* An appraisal of the potential use of fly ash for reclaiming coal mine spoil // Journal of Environmental Management. 2010. - № 91. - 603 – 617р.

5 *Fulekar M.H.* The pH effects on leachability of fly-ash heavy metals: laboratory experiment // Indian Journal of Environmental Protection 1993. - №13. P185 – 192.

6 *Четко Н.К. и др.* Урожай и качество продукции в звене севооборота на оптимированных минеральных удобрениях почвах нечерноземной зоны // Агрохимия 1998. - №12.

7 *Воронкова Н.А.* Влияние приемов биологизации на запасы продуктивной влаги в почве // Земледелие 2009.- №1. - С 11-12.

8 *Качинский Н.А.* Физика почвы. Москва: «Высшая школа» 1965. -324 с.

9 *Плотников А.М.* Методы оценки и прогноза состояния почв: методические указания для лабораторных занятий. – Лесниково: КГСХА, 2014. – 85 с.

10 *Савич В.И., Борисов Б.А., Родионова Л.П., Гукалов В.В., Садуакасов Н.М.* Генетическая и агроэкологическая оценка структуры почв // Международный сельскохозяйственный журнал №3 (363). - 2018. С24-27.

11 *Прудникова А.Г.* Структура как фактор плодородия почв: учебное пособие. – ФГОУ ВПО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. - С139.

Хусаинов А.Т., доктор биологических наук, профессор,
академик АСХН РК и РАЕ

Есенжолов Б.Х., PhD докторант

Жаркинбеков Т.Н., кандидат геолого-минералогических наук

Данкина Г.Р., старший преподаватель

Регистрационное свидетельство № 7528-Ж
от 01.08.2006 г.
выдано Министерством культуры и информации
Республики Казахстан

Отв. редактор *Л.Н. Гребцова*
Редактор текста на казахском языке *Т.Т. Садырова*
Редактор текста на английском языке *Е. Бердыкулов*
Компьютерная верстка и дизайн *Н.Т. Раймкулова*
Обложка *Е.С. Кадырова, Л.Н. Гребцовой*

Подписано в печать 15.06.2020.
Формат 60x84/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Усл. п. л. 11,0. Тираж 350 экз. Заказ 160.

Редакционно-издательский отдел НЦ ГНТЭ.
050026, г. Алматы, ул. Богенбай батыра, 221